SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Segunda Sección)

LUZ AURORA ORTIZ SALGADO, Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y Directora General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica, y Recursos Nucleares, con fundamento en los artículos 33 fracción XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracciones XI y XIII, 41, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 apartado A fracción I, 8, fracciones XIII, XIV y XV, y 11 fracción III, del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION).

CONSIDERANDOS

Primero.- Que de conformidad con el artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización), entró al proceso de revisión quinquenal a que refiere dicho dispositivo legal.

Segundo.- Que de conformidad con el cuarto párrafo del artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización se dio aviso al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización de los resultados de la revisión, dentro del término legal establecido para tal efecto, posterior a la terminación del período quinquenal correspondiente.

Tercero.- Que de conformidad con el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 21 de marzo de 2011 se presentó el anteproyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, Instalaciones Eléctricas (utilización) al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas acompañado de la Manifestación de Impacto Regulatorio, misma que fue presentada con esta fecha a la Secretaría de Economía a través de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria.

Cuarto.- Que de conformidad con el artículo 46 fracción II de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 18 de junio de 2012, la Secretaría de Energía contestó fundadamente las observaciones presentadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en el término establecido legalmente para ello.

Quinto.- Que de conformidad con el artículo 47 fracción I y 33 de su Reglamento se expidió el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización), para consulta pública con el objeto de que dentro de los sesenta días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas.

Sexto.- Que de conformidad con el artículo 47 en su fracción III, de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Presidencia del Comité ordenó la publicación en el Diario Oficial de la Federación de las respuestas a los comentarios recibidos en la consulta pública.

Séptimo.- Que de conformidad con los considerandos anteriores se concluye que se ha cumplido con el procedimiento para la modificación de la presente Norma Oficial Mexicana.

Octavo.- Que con la finalidad de mantener actualizado el instrumento normativo y técnico que regule las instalaciones eléctricas del país y en cumplimiento con la obligación de revisar cada cinco años las normas oficiales mexicanas, se tiene a bien expedir la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION).

PREFACIO

La presente Norma Oficial Mexicana fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y por la Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica, y Recursos Nucleares de la Secretaría de Energía con el apoyo de las siguientes instituciones:

- Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, AMDROC
- Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, AMERIC
- Asociación de Normalización y Certificación, A.C., ANCE
- Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda, CANADEVI
- Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, CANACINTRA

- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
- Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo, CONCANACO
- Comisión Federal de Electricidad, CFE
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, CONUEE
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
- Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, FECIME
- Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- Instituto Politécnico Nacional, IPN
- Petróleos Mexicanos, PEMEX
- Procuraduría Federal del Consumidor, PROFECO
- Secretaría de Economía, SE
- Secretaría de Gobernación, SEGOB
- Secretaría de Salud, SALUD
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- Secretaría de Turismo, SECTUR

Asimismo se contó con la colaboración del Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, A.C., el cual envió una propuesta a la que se adhirieron, la Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, A.C., Arquitectos y Especialistas en Protección Civil, A.C., el Colegio de Arquitectos de la Ciudad de México y la Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos y Electricistas, A.C.

Para llevar a cabo las modificaciones al Título 5 de esta NOM se tradujeron las partes aplicables del National Electrical Code, con base en las ediciones 2008 y 2011 del NFPA 70, con la licencia de la NFPA, para lo cual se aclara que la NFPA no es responsable de la precisión de la traducción.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

INDICE DEL CONTENIDO

INTRODUCCION

TITULO 1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Objetivo

1.2 Campo de aplicación

TITULO 2. REFERENCIAS

TITULO 3. LINEAMIENTOS PARA LA APLICACION DE LAS ESPECIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

3.1 Objetivo

3.2 Características de las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana

3.3 Disposiciones obligatorias y notas aclaratorias

3.4 Interpretación formal

TITULO 4. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

4.1 Protección para la seguridad

4.2 Diseño

4.3 Selección del equipo eléctrico

4.4 Construcción, prueba inicial y verificación de las instalaciones eléctricas

4.10 Compatibilidad

TITULO 5. ESPECIFICACIONES

CAPITULO 1

Disposiciones Generales

Artículo 100 Definiciones

Artículo 110 Requisitos de las instalaciones eléctricas

CAPITULO 2

Alambrado y Protección

Artículo 200 Uso e identificación de los conductores puestos a tierra

Artículo 210 Circuitos derivados

Artículo 215 Alimentadores

Artículo 220 Cálculo de los circuitos derivados, alimentadores y acometidas
Artículo 225 Circuitos derivados y alimentadores exteriores
Artículo 230 Acometidas
Artículo 240 Protección contra sobrecorriente
Artículo 250 Puesta a tierra y unión
Artículo 280 Apartarrayos de más de 1000 volts
Artículo 285 Supresores de sobretensiones transitorias de 1000 volts o menos (SSTT)
CAPITULO 3
Métodos de Alambrado y Materiales
Artículo 300 Métodos de alambrado
Artículo 310 Conductores para alambrado en general
Artículo 312 Gabinetes, cajas de desconexión y bases para medidores
Artículo 314 Cajas, cajas de paso y sus accesorios, utilizadas para salida, empalme, unión o jalado
Artículo 320 Cable armado Tipo AC
Artículo 322 Ensambles de cable plano Tipo FC
Artículo 324 Cable de conductor plano Tipo FCC
Artículo 326 Cable con separador integrado de gas Tipo IGS
Artículo 328 Cable de media tensión
Artículo 330 Cable con armadura metálica Tipo MC
Artículo 332 Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica Tipo MI
Artículo 334 Cable con forro no metálico Tipos NM, NMC y NMS
Artículo 336 Cables de fuerza y control para charola Tipo TC
Artículo 338 Cables de acometida Tipos SE y USE
Artículo 340 Cables para alimentadores y circuitos derivados subterráneos Tipo UF
Artículo 342 Tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC
Artículo 344 Tubo conduit metálico pesado Tipo RMC
Artículo 348 Tubo conduit metálico flexible Tipo FMC
Artículo 350 Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFMC
Artículo 352 Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo Tipo PVC
Artículo 353 Tubo conduit de polietileno de alta densidad Tipo HDPE
Artículo 354 Tubo conduit subterráneo no metálico con conductores Tipo NUCC
Artículo 355 Tubo conduit de resina termofija reforzada Tipo RTRC
Artículo 356 Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC
Artículo 358 Tubo conduit metálico ligero Tipo EMT
Artículo 360 Tubo conduit metálico flexible ligero Tipo FMT
Artículo 362 Tubo conduit no metálico Tipo ENT
Artículo 364 Tubo conduit de polietileno
Artículo 366 Canales auxiliares
Artículo 368 Electroductos o ductos con barras (Busway)
Artículo 370 Canalizaciones prealambradas
Artículo 372 Canalizaciones en pisos celulares de concreto
Artículo 374 Canalizaciones en pisos metálicos celulares
Artículo 376 Ductos metálicos
Artículo 378 Ductos no metálicos
Artículo 380 Ensamble multicontacto
Artículo 382 Extensiones no metálicas
Artículo 384 Canalizaciones de canal de tipo vigueta
Artículo 386 Canalizaciones metálicas superficiales
Artículo 388 Canalizaciones no metálicas superficiales
Artículo 390 Canalizaciones bajo el piso
Artículo 392 Charolas portacables
Artículo 394 Alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo
Artículo 396 Alambrado sostenido por cable mensajero

Artículo 398 Alambrado abierto sobre aisladores
Artículo 399 Conductores aéreos en exteriores de más de 600 volts
CAPITULO 4
Equipo de Uso General
Artículo 400 Cables y cordones flexibles
Artículo 402 Cables para artefactos
Artículo 404 Desconectadores
Artículo 406 Contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión
Artículo 408 Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control
Artículo 409 Tableros de control industrial
Artículo 410 Luminarias, portalámparas y lámparas
Artículo 411 Sistemas de alumbrado que funcionan a 30 volts o menos
Artículo 422 Aparatos
Artículo 424 Equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente
Artículo 426 Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve
Artículo 427 Equipo eléctrico fijo para calentamiento de tuberías y recipientes
Artículo 430 Motores, circuitos de motores y controladores
Artículo 440 Equipos de aire acondicionado y de refrigeración
Artículo 445 Generadores
Artículo 450 Transformadores y bóvedas para transformadores (incluidos los enlaces del secundario)
Artículo 455 Convertidores de fase
Artículo 460 Capacitores
Artículo 470 Resistencias y reactores
Artículo 480 Baterías de acumuladores
Artículo 490 Equipos de más de 600 volts nominales
CAPITULO 5
Ambientes Especiales
Artículo 500 Areas peligrosas (clasificadas), clases I, II y III, divisiones 1 y 2
Artículo 501 Areas clase I
Artículo 502 Areas clase II
Artículo 503 Areas clase III
Artículo 504 Sistemas intrínsecamente seguros
Artículo 505 Areas clase I, zonas 0, 1 y 2
Artículo 506 Lugares en zonas 20, 21 y 22 para polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables
Artículo 510 Areas peligrosas (clasificadas) específicas
Artículo 511 Estacionamientos comerciales, talleres de servicio y de reparación de vehículos automotores
Artículo 513 Hangares para aeronaves
Artículo 514 Gasolineras y estaciones de servicio
Artículo 515 Plantas de almacenamiento de combustibles
Artículo 516 Procesos de aplicación por rociado, inmersión y recubrimiento
Artículo 517 Instalaciones en establecimientos de atención de la salud
Artículo 518 Lugares de reunión
Artículo 520 Teatros, áreas de audiencia en cines y estudios de televisión, áreas de actuación y lugares similares
Artículo 522 Sistemas de control para parques permanentes de diversiones
Artículo 525 Atracciones móviles, circos, ferias y eventos similares
Artículo 530 Estudios de cine, televisión y lugares similares
Artículo 540 Cabinas de proyección de cine
Artículo 545 Edificios prefabricados

Artículo 547 Construcciones agrícolas
Artículo 550 Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles
Artículo 551 Vehículos de recreo y sus estacionamientos
Artículo 552 Estacionamiento de remolques
Artículo 553 Construcciones flotantes
Artículo 555 Marinas y astilleros para yates y botes
Artículo 590 Instalaciones provisionales
CAPITULO 6
Equipos Especiales
Artículo 600 Anuncios luminosos y alumbrado de contorno
Artículo 604 Sistemas de alambrado prefabricados
Artículo 605 Muebles de oficina (Accesorios de alumbrado y divisiones alambradas)
Artículo 610 Grúas y montacargas
Artículo 620 Elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas
Artículo 625 Equipos para carga de vehículos eléctricos
Artículo 626 Espacios electrificados para estacionamiento de camiones
Artículo 630 Máquinas de soldar eléctricas
Artículo 640 Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio
Artículo 645 Equipamiento de tecnología de la información
Artículo 647 Equipos electrónicos sensibles
Artículo 650 Organos tubulares
Artículo 660 Equipos de rayos X
Artículo 665 Equipo de calentamiento por inducción y dieléctrico
Artículo 668 Celdas electrolíticas
Artículo 669 Galvanoplastia
Artículo 670 Maquinaria industrial
Artículo 675 Máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente
Artículo 680 Albercas, fuentes e instalaciones similares
Artículo 682 Cuerpos de agua naturales y artificiales
Artículo 685 Sistemas eléctricos integrados
Artículo 690 Sistemas solares fotovoltaicos
Artículo 692 Sistemas de celdas de combustible
Artículo 694 Sistemas eléctricos eólicos pequeños
Artículo 695 Bombas contra incendios
CAPITULO 7
Condiciones Especiales
Artículo 700 Sistemas de emergencia
Artículo 701 Sistemas de reserva legalmente requeridos
Artículo 702 Sistemas de reserva opcionales
Artículo 705 Fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas
Artículo 720 Circuitos y equipos que funcionan a menos de 50 volts
Artículo 725 Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada
Artículo 727 Cables de instrumentación en charolas Tipo ITC
Artículo 760 Sistemas de alarma contra incendios
Artículo 770 Cables y canalizaciones para fibra óptica
CAPITULO 8
Sistemas de Comunicación
Artículo 800 Circuitos de comunicaciones
Artículo 810 Equipos de radio y televisión

Artículo 820 Sistemas de distribución de antenas comunitarias de radio y televisión
Artículo 830 Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red
Artículo 840 Sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados con la instalación del edificio
CAPITULO 9
Instalaciones destinadas al Servicio Público
Artículo 920 Disposiciones generales
Artículo 921 Puesta a tierra
Artículo 922 Líneas aéreas
Artículo 923 Líneas subterráneas
Artículo 924 Subestaciones
CAPITULO 10
Tablas
Tabla 1 Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores
Tabla 2 Radio de las curvas del tubo conduit y tuberías
Tabla 4 Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit (basado en la Tabla 1, de este Capítulo)
Tabla 5 Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos
Tabla 5A Dimensiones y áreas nominales de alambres de aluminio y de cobre compacto para edificios
Tabla 8 Propiedades de los conductores
Tabla 9 Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 hertz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit.
Tabla 10 Número de hilos de los cables
Tabla 11(A) Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna de Clase 2 y de Clase 3
Tabla 11(B) Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua de Clase 2 y de Clase 3
Tabla 12(A) Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)
Tabla 12(B) Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)
TITULO 6. VIGILANCIA
TITULO 7. BIBLIOGRAFIA
TITULO 8. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES Y NORMAS MEXICANAS
APENDICES A, B, C, D y E

INTRODUCCION

La estructura de esta Norma Oficial Mexicana (en adelante NOM), responde a las necesidades técnicas que se requieren para la utilización de la energía eléctrica en las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional; se cuida el uso de vocablos y se respetan los términos habituales para evitar confusiones en los conceptos. Asimismo, se han ordenado los textos procurando claridad de expresión y unidad de estilo para una mejor comprensión de sus disposiciones.

El Título 3 “Lineamientos para la aplicación de las especificaciones en las instalaciones eléctricas (utilización)”, establece la metodología para la apropiada aplicación de las disposiciones y una guía general para su interpretación correcta.

El Título 4 de esta NOM establece los “principios fundamentales”, los cuales no están sujetos a modificaciones en función de desarrollos tecnológicos.

El Título 5 “Especificaciones”, contiene los requisitos técnicos cuya observancia tienen por objeto asegurar la conformidad de las instalaciones eléctricas a los principios fundamentales del Título 4 de esta NOM.

TITULO 1
OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Objetivo

1.1.1 El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Las descargas eléctricas,
- Los efectos térmicos,
- Las sobrecorrientes,
- Las corrientes de falla y
- Las sobretensiones.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM promueve el uso de la energía eléctrica en forma segura; asimismo esta NOM no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas.

1.2 Campo de aplicación

1.2.1 Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas para la utilización de la energía eléctrica en:

a) Propiedades industriales, comerciales, de vivienda, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensión de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.

b) Casas móviles, vehículos de recreo, construcciones flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres, lugares de reunión, lugares de atención a la salud, construcciones agrícolas, marinas y muelles.

c) Todas las instalaciones del usuario situadas fuera de edificios;

d) Alambrado fijo para telecomunicaciones, señalización, control y similares (excluyendo el alambrado interno de aparatos);

e) Las ampliaciones o modificaciones a las instalaciones, así como a las partes de instalaciones existentes afectadas por estas ampliaciones o modificaciones.

Los equipos eléctricos sólo están considerados respecto a su selección y aplicación para la instalación correspondiente.

1.2.2 Esta NOM no se aplica en:

a) Instalaciones eléctricas en embarcaciones.

b) Instalaciones eléctricas para unidades de transporte público eléctrico, aeronaves o vehículos automotores.

c) Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico en lo relativo a la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación del equipo rodante o de señalización y comunicación.

d) Instalaciones eléctricas en áreas subterráneas de minas, así como en la maquinaria móvil autopropulsada de minería superficial y el cable de alimentación de dicha maquinaria.

e) Instalaciones de equipo de comunicaciones que esté bajo el control exclusivo de empresas de servicio público de comunicaciones donde se localice.

TITULO 2
REFERENCIAS

Para la correcta utilización de esta NOM, es necesario consultar los siguientes documentos vigentes o los que los sustituyan:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

NOM-063-SCFI-2001, Productos eléctricos-Conductores-Requisitos de seguridad.

NMX-J-098-ANCE-1999, Sistemas eléctricos de potencia-Suministro-Tensiones Eléctricas Normalizadas.

TITULO 3
LINEAMIENTOS PARA LA APLICACION DE LAS ESPECIFICACIONES EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

3.1 Objetivo

El objetivo de las especificaciones es precisar las disposiciones de carácter técnico que deben cumplir las instalaciones eléctricas.

Las disposiciones establecidas en las especificaciones de esta NOM no deben considerarse como guía de diseño de instalaciones ni como un manual de instrucciones para personas no-calificadas (véase definición de persona calificada en el Artículo 100 del Capítulo 1). Se considera que para hacer un uso apropiado de estas especificaciones, es necesario recibir capacitación y tener experiencia suficiente en el manejo de las instalaciones eléctricas.

3.2 Características de las especificaciones de la norma oficial mexicana

Las especificaciones de esta NOM se dividen como se indica en el Título 5. Los Capítulos 1, 2, 3 y 4, son de aplicación general; los Capítulos 5, 6 y 7, se refieren a ambientes especiales, equipos especiales u otras condiciones especiales. Estos últimos Capítulos complementan o modifican las reglas generales. Los Capítulos 1 a 4 se aplican a todo, excepto en lo modificado por los Capítulos 5, 6 y 7 para las condiciones particulares o especiales.

El Capítulo 8 trata de las instalaciones para los sistemas de comunicación y es independiente de los demás, excepto en las referencias específicas que se haga de ellos.

El Capítulo 9, incluye disposiciones para instalaciones destinadas al servicio público; líneas aéreas, líneas subterráneas y subestaciones.

El Capítulo 10, consiste de Tablas de datos de conductores y de sus aislamientos, así como del tubo conduit y de los factores de ocupación por los conductores. Se incluye el apéndice D, que es de carácter normativo y los apéndices A, B, C y E, de carácter informativo.

Cada Capítulo, está dividido en Artículos seguido de un número asignado. Cada Artículo trata un tema específico, por ejemplo: alimentadores, puesta a tierra, circuitos derivados, circuitos de motores, etcétera.

Ejemplo:

ARTICULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS

Cuando un Artículo es muy extenso, se subdivide en Partes, identificándolas con una letra en orden sistemático, las cuales desglosan el tema principal en grupos de información; así se tendrá parte A, parte B, parte C, etcétera.

Ejemplo:

ARTICULO 210 CIRCUITOS DERIVADOS

A. Generalidades

B. Clasificación de los circuitos derivados

C. Salidas necesarias

Los artículos se dividen en Secciones y se identifican con números y el tema principal. Una Sección se desglosa en ocasiones en Subsecciones (con letras entre paréntesis), y cada Subsección puede estar desglosada aún más en números entre paréntesis.

Ejemplo de Sección:

210-4. Circuitos derivados multiconductores

Ejemplo de Subsección:

220-14(g)(1)

Es importante que cuando se haga una referencia a esta NOM, sea proporcionada completa**.**

Las “Excepciones” proporcionan alternativas a una disposición específica. Se presentan dos tipos de excepciones: una Excepción indica obligatoriedad y la otra indica algo permisible. Cuando una disposición tiene varias Excepciones, primeramente se presentan las de carácter obligatorio y posteriormente las permisibles.

Una “Excepción” obligatoria generalmente incluye términos como “debe” o “no debe” en su texto. La Excepción de tipo permisible generalmente incluye la expresión “se permite” o “no se exige”.

3.3 Disposiciones obligatorias y notas aclaratorias

Las disposiciones de carácter obligatorio indicadas en esta NOM, son aquellas que identifican acciones exigidas o prohibidas específicamente y se caracterizan por el uso del término “debe” o “no debe”, o por el tiempo gramatical en futuro. Las notas no son disposiciones obligatorias a menos que se indique otra cosa en esta NOM, sólo intentan aclarar conceptos o proporcionar información adicional que permite comprender lo indicado en la disposición que le antecede o bien proporciona referencias a otras disposiciones en la NOM.

3.4 Interpretación formal

La autoridad competente para resolver controversias en la interpretación de esta NOM es la Secretaría de Energía a través de la Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica, y Recursos Nucleares conforme a sus atribuciones.

NOTA: Véase el Artículo 100 del Capítulo 1 para la definición de Autoridad Competente.

TITULO 4

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

4.1 Protección para la seguridad

4.1.1 Generalidades

Los requisitos establecidos en este capítulo tienen el propósito de garantizar la seguridad de las personas, animales y los bienes contra los riesgos que puedan resultar de la utilización de las instalaciones eléctricas.

NOTA: En las instalaciones eléctricas, existen dos tipos de riesgos mayores:

- Las corrientes de choque.
- Las temperaturas excesivas capaces de provocar quemaduras, incendios u otros efectos peligrosos.

4.1.2 Protección contra choque eléctrico.

4.1.2.1 Protección principal (protección contra contacto directo).

La protección para las personas y animales debe proporcionarse contra los peligros que puedan resultar por el contacto con las partes vivas de la instalación.

Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- Previniendo que una corriente pueda pasar a través del cuerpo de una persona o de un animal.
- Limitando la corriente que pueda pasar a través del cuerpo a un valor inferior al de la corriente de choque.

4.1.2.2 Protección contra falla (protección contra contacto indirecto)

NOTA: Para las instalaciones, sistemas y equipo de baja tensión, la protección contra falla corresponde generalmente a la protección contra contacto indirecto, principalmente con respecto a la falla de aislamiento principal.

La protección para las personas y animales debe proporcionarse contra los peligros que puedan resultar por el contacto indirecto con las partes conductoras expuestas en caso de falla.

Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- Disposiciones para el paso de corriente que resulte de una falla y que pueda pasar a través del cuerpo de una persona.
- Limitando la magnitud de la corriente que resulte de una falla, a un valor no peligroso, la cual puede pasar a través del cuerpo.
- Limitando la duración de la corriente que resulte de una falla, que puede pasar a través del cuerpo, a un periodo no peligroso.

NOTA: En relación con la protección contra los contactos indirectos, la aplicación del método de conexión de puesta a tierra, constituye un principio fundamental de seguridad.

4.1.3 Protección contra los efectos térmicos

La instalación eléctrica debe disponerse de forma tal que se minimice el riesgo de daño o ignición de materiales inflamables, que se originan por altas temperaturas o por arcos eléctricos. Además, durante el funcionamiento normal del equipo eléctrico, no debe haber riesgo de que las personas o animales sufran quemaduras.

4.1.4 Protección contra sobrecorriente

Las personas y los animales deben protegerse contra daños y las propiedades contra temperaturas excesivas o esfuerzos electromecánicos que se originan por cualquier sobrecorriente que pueda producirse en los conductores.

La protección puede obtenerse al limitar la sobrecorriente a un valor o una duración segura.

4.1.5 Protección contra las corrientes de falla

Los conductores que no sean los conductores activos, y las otras partes que se diseñan para conducir una corriente de falla, deben poder conducir estas corrientes sin alcanzar una temperatura excesiva. El equipo eléctrico, incluyendo a los conductores, debe proveerse con protección mecánica contra esfuerzos electromecánicos causados por las corrientes de falla, para prevenir lesiones o daños a las personas, animales o sus propiedades.

Los conductores vivos deben protegerse contra las sobrecorrientes de acuerdo con 4.1.4.

4.1.6 Protección contra disturbios de tensión y disposiciones contra influencias electromagnéticas

4.1.6.1 Las personas y los animales deben protegerse contra daños y las propiedades deben protegerse contra cualquier efecto dañino como consecuencia de una falla entre las partes vivas de circuitos alimentados a distintas tensiones.

4.1.6.2 Las personas, los animales y las propiedades deben protegerse contra daños como consecuencia de sobretensiones que se originan por fenómenos atmosféricos o por maniobras.

NOTA: Para mayor información sobre la protección contra las tormentas eléctricas puede consultarse el Apéndice B1, TABLA B1.2

4.1.6.3 Las personas, los animales y las propiedades deben protegerse contra daños como consecuencia de una baja tensión y de cualquier recuperación subsecuente de la misma.

4.1.6.4 La instalación debe tener un nivel de inmunidad contra disturbios electromagnéticos de manera que funcione correctamente en el ambiente específico. De manera anticipada, el diseño de la instalación debe tomar en consideración las emisiones electromagnéticas que se generan por la instalación o por el equipo que se conecta, que debe ser acorde para el equipo que se utiliza o que se conecta a la instalación.

4.1.7 Protección contra interrupciones de la fuente de suministro

En el caso de que exista la probabilidad de que se presente peligro o daño debido a una interrupción en la fuente de suministro, deben tomarse en cuenta las previsiones adecuadas a realizarse en la instalación o en el equipo que se instala.

4.2 Diseño

4.2.1 Generalidades

Para el diseño de las instalaciones eléctricas, deben tomarse en cuenta los siguientes factores para proporcionar:

- Protección de las personas, animales y los bienes de acuerdo con 4.1;
- Funcionamiento satisfactorio de la instalación eléctrica acorde a la utilización prevista.

La información básica para la planeación de la instalación eléctrica se indica en 4.2.2 al 4.2.5. Los requisitos que debe cumplir el diseño de la instalación eléctrica, se establecen en los artículos del 4.2.6 al 4.2.12

NOTA: Se recomienda tomar previsiones sobre futuras ampliaciones o expansiones de las instalaciones, con objeto de garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas.

4.2.2 Características de la fuente de suministro o del suministrador disponible.

Las instalaciones eléctricas deben diseñarse de acuerdo con las características de la fuente de suministro. La información específica de la fuente de suministro es necesaria para diseñar una instalación segura.

Las características de la fuente de suministro deben incluirse en la documentación para demostrar cumplimiento con la presente NOM. Se puede afectar la seguridad de la instalación si las características del sistema cambian.

4.2.2.1 Naturaleza de la corriente: corriente alterna o corriente continua.

4.2.2.2 Función de conductores:

- **Para corriente alterna:** Conductores de fase;
  Conductor neutro;
  Conductor de puesta a tierra (conductor de protección);
- **Para corriente continua:** Conductor de línea;
  Conductor de punto medio;
  Conductor de puesta a tierra (conductor de protección).

4.2.2.3 Valores:

- Valor de la tensión y tolerancia.
- Frecuencia y tolerancia.
- Frecuencia de interrupciones,
- Fluctuaciones y caídas de tensión.
- Corriente máxima admisible.
- Impedancia de falla a tierra.
- Corrientes probables de cortocircuito.

4.2.2.4 Medidas de protección inherentes en la alimentación; como por ejemplo: conductor neutro puesto a tierra, o conductor de puesta a tierra del punto medio o en el vértice de una fase (en un sistema delta abierto o cerrado).

4.2.2.5 Requisitos particulares de la alimentación de energía eléctrica, tales como: demanda, capacidad instalada, factor de demanda y tensión de alimentación.

4.2.3 Naturaleza de la demanda

El número y tipo de los circuitos alimentadores y derivados necesarios para iluminación, calefacción, fuerza motriz, control, señalización, telecomunicaciones, etc., deben ser determinados por:

- Puntos de consumo de la demanda de energía eléctrica;
- Cargas esperadas en los diferentes circuitos;
- Variación diaria y anual de la demanda;
- Condiciones especiales, tales como las armónicas;
- Requisitos para las instalaciones de control, de señalización, de telecomunicaciones, etc.
- Si es necesario, previsiones para futuras ampliaciones

4.2.4 Sistemas de emergencia o de reserva

- Fuente de alimentación (naturaleza, características).
- Circuitos a ser alimentados por el sistema de emergencia.
- Circuitos a ser alimentados por el sistema de reserva.

4.2.5 Condiciones ambientales

Deben considerarse las condiciones ambientales a las que va a estar sometida la instalación eléctrica.

4.2.6 Area de la sección transversal de los conductores

El área de la sección transversal de los conductores debe determinarse tanto para operación normal como para condiciones de falla en función:

- De su temperatura máxima admisible;
- De la caída de tensión admisible;
- De los esfuerzos electromecánicos que puedan ocurrir en caso de falla a tierra y corrientes de cortocircuito;
- De otros esfuerzos mecánicos a los que puedan estar sometidos los conductores;
- El valor máximo de la impedancia que permita asegurar el funcionamiento de la protección contra el cortocircuito.
- El método de instalación

NOTA: Los puntos enumerados anteriormente, conciernen en primer lugar, a la seguridad de las instalaciones eléctricas. Es deseable tener áreas de sección transversal de los conductores mayores que las requeridas para la seguridad y para una operación económica.

4.2.7 Tipo de canalización y métodos de instalación de canalizaciones

La selección del tipo de alambrado y los métodos de instalación dependen de:

- La naturaleza del lugar;
- La naturaleza de las paredes u otras partes de los edificios que soportan el alambrado;
- La accesibilidad de las canalizaciones a las personas y animales domésticos;
- La tensión eléctrica;
- Los esfuerzos electromecánicos que puedan ocurrir en caso de falla a tierra y corrientes de cortocircuito;
- Otros esfuerzos a los cuales puedan ser expuestos los conductores durante la construcción de las instalaciones eléctricas o cuando están en servicio.

4.2.8 Dispositivos de protección

Las características de los dispositivos de protección, deben determinarse con respecto a su función, la cual puede ser por ejemplo, la protección contra los efectos de:

- Sobrecorrientes (sobrecargas, cortocircuito);
- Corrientes de falla a tierra;
- Sobretensiones;
- Bajas tensiones o ausencia de tensión.

Los equipos de protección deben operar a los valores de corriente, tensión y tiempo convenientes de acuerdo con las características de los circuitos y a los peligros posibles.

4.2.9 Control de emergencia

En caso de peligro, si hay la necesidad de interrumpir inmediatamente el suministro de energía, debe instalarse un dispositivo de interrupción de manera tal, que sea fácilmente reconocible y rápidamente operable.

4.2.10 Dispositivos de seccionamiento

Deben proveerse dispositivos de desconexión para permitir desconectar de la instalación eléctrica, los circuitos o los aparatos individuales con el fin de permitir el mantenimiento, la comprobación, localización de fallas y reparaciones.

4.2.11 Prevención de las influencias perjudiciales mutuas

La instalación eléctrica debe estar dispuesta de tal forma que no haya influencia perjudicial mutua entre la instalación eléctrica y las instalaciones no eléctricas del edificio.

4.2.12 Accesibilidad de los equipos eléctricos

Los equipos eléctricos deben estar dispuestos para permitir tanto como sea necesario:

- Espacio suficiente para realizar la instalación inicial y el eventual reemplazo del equipo eléctrico;
- Accesibilidad para la operación, pruebas, inspección, mantenimiento y reparación.

NOTA: Para la definición de Accesible (aplicado a equipo) ver Título 5, Artículo 100, Definiciones.

4.2.13 Proyecto eléctrico

Toda instalación eléctrica debe contar con un proyecto eléctrico (planos y memorias técnico descriptivas).

Los planos eléctricos varían ampliamente en su alcance, presentación y grado de detalle. Con frecuencia los planos industriales son más detallados que los planos para propósitos comerciales y éstos últimos son más detallados que los residenciales. Algunos proyectos incluyen planos de control y de conexiones; otros muestran solamente la distribución de la potencia. Muchos proyectos para oficinas, plazas comerciales y residenciales no tienen calculada más que la carga de acometida y los detalles de la instalación se resuelven en campo para cumplir con las necesidades del arrendatario o destino final del local.

El plano eléctrico más común es el diagrama unifilar que identifica y suministra información sobre las dimensiones de los componentes principales del sistema de alambrado eléctrico y muestra cómo la potencia es distribuida desde la fuente, habitualmente la acometida, hasta el equipo de utilización. Se representan equipos tales como tableros de distribución, equipos de conmutación, subestaciones, centros de control de motores, motores, equipos de emergencia, interruptores de transferencia y equipo de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

También se ilustran acometidas, alimentadores y algunas canalizaciones de circuitos derivados y cables. El diagrama unifilar normalmente indica el tipo de canalización o cable y el tamaño comercial, el número de conductores, sus tamaños y cualquier otra información especial; además puede indicar el nivel de tensión, las capacidades de las barras conductoras, la corriente de interrupción, las capacidades nominales de fusibles o interruptores, la puesta a tierra del sistema, medidores, relevadores y cualquier otra información para ayudar a identificar el sistema eléctrico. Un diagrama unifilar completo mostrará las acometidas, alimentadores y las cargas y equipos principales.

4.3 Selección del equipo eléctrico

4.3.1 Generalidades

En las instalaciones eléctricas a que se refiere esta NOM deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con las normas oficiales mexicanas, con las normas mexicanas y, a falta de éstas, ostentar las especificaciones internacionales, las del país de origen o en su caso las del fabricante con las que cumplen.

4.3.2 Características

Cada producto eléctrico que se selecciona debe tener características acordes con los valores y las condiciones para los cuales está previsto el diseño de la instalación eléctrica y deben cumplir con los requisitos que se señalan a continuación:

4.3.2.1 Tensión

Los equipos eléctricos deben ser adecuados para el valor máximo de la tensión a la cual van a operar (valor eficaz en corriente alterna), así como también a las sobretensiones que pudieran ocurrir.

NOTA: Para ciertos equipos puede ser necesario tomar en cuenta la tensión más baja que pudiera presentarse.

4.3.2.2 Corriente

Todos los equipos eléctricos deben seleccionarse considerando el valor máximo de la intensidad de corriente (valor eficaz en corriente alterna), que conducen en servicio normal, y considerando la corriente que pueda conducir en condiciones anormales, y el periodo de tiempo (por ejemplo, tiempo de operación de los dispositivos de protección, si existen) durante el cual puede esperarse que fluya esta corriente.

4.3.2.3 Frecuencia

Si la frecuencia tiene una influencia sobre las características de los equipos eléctricos, la frecuencia nominal de los equipos debe corresponder a la frecuencia susceptible de producirse en el circuito.

4.3.2.4 Factor de carga

Todos los equipos eléctricos, seleccionados, deben ser adecuados para el servicio previsto, tomando en cuenta las condiciones normales del servicio.

4.3.3 Condiciones de instalación

Todo equipo eléctrico debe seleccionarse para soportar con seguridad los esfuerzos y condiciones ambientales características de su ubicación a las que puede estar sometido. Si un equipo no tiene las características de diseño correspondientes para su ubicación, éste puede utilizarse siempre y cuando se proteja por medios complementarios, los cuales sean parte de la instalación terminada.

4.3.4 Prevención de los efectos nocivos

Todos los materiales y equipos eléctricos deben seleccionarse de manera tal que no causen efectos nocivos a otros equipos y a la alimentación durante condiciones normales de operación, incluyendo las maniobras de conexión y desconexión.

En este contexto, los factores que pueden tener una influencia son:

- El factor de potencia;
- La corriente de arranque;
- El desequilibrio de fases;
- Las armónicas.
- Sobretensiones transitorias generadas por los equipos de la instalación eléctrica.

4.4 Construcción, prueba inicial y verificación de las instalaciones eléctricas

4.4.1 Construcción

4.4.1.1 La construcción de instalaciones eléctricas debe ejecutarse por personas calificadas y con productos aprobados. El equipo eléctrico debe instalarse de acuerdo con sus instrucciones de instalación.

4.4.1.2 Las características del equipo eléctrico, una vez seleccionadas de acuerdo con lo establecido en 4.3, no deben modificarse o reducirse durante el proceso de instalación.

4.4.1.3 Los conductores deben identificarse de acuerdo con las Secciones aplicables de esta NOM.

4.4.1.4 Las conexiones entre conductores y otros equipos eléctricos, debe realizarse de tal manera que los contactos sean seguros y duraderos, de acuerdo con el Título 5 “Especificaciones”.

4.4.1.5 Los equipos eléctricos deben instalarse de tal forma que no se afecten las condiciones de diseño de dispersión de calor de dichos equipos.

4.4.1.6 Los materiales equipos eléctricos susceptibles de provocar altas temperaturas o arcos eléctricos, deben colocarse o protegerse para eliminar cualquier riesgo de ignición de materiales inflamables. Cuando la temperatura de cualquier parte expuesta del equipo eléctrico puede provocar lesiones a las personas, estas partes deben protegerse para prevenir cualquier contacto accidental.

4.4.1.7 Si por razones de seguridad es necesario, deben instalarse señales o advertencias de precaución adecuadas.

4.4.1.8 Si una instalación es construida utilizando nuevos materiales, tecnologías o métodos que se desvíen de esta NOM, el grado de seguridad resultante no podrá ser inferior al obtenido cumpliendo esta NOM.

4.4.1.9 En caso de una adición o una modificación a una instalación existente, los valores asignados y las condiciones de los materiales existentes serán analizados considerando la carga adicional y las condiciones modificadas. Además, las conexiones a tierra y arreglos de puesta a tierra necesarios serán apropiadas a las medidas de protección seleccionadas para la seguridad.

4.4.2 Prueba inicial y periódica

4.4.2.1 Las instalaciones eléctricas deben probarse e inspeccionarse antes de ponerlas en servicio y después de cualquier modificación importante, para comprobar la adecuada ejecución de los trabajos de acuerdo con esta NOM.

4.4.2.2 Es recomendable que las instalaciones eléctricas se prueben e inspeccionen periódicamente.

4.10 Compatibilidad

4.10.1 Compatibilidad de las características

Es conveniente que, de manera anticipada, durante la etapa de diseño de la instalación se tomen en cuenta las características de compatibilidad, así como posibles emisiones electromagnéticas generadas por la instalación o el equipo que se instalará, para que el equipo de la instalación sea adecuado a las condiciones seguras de utilización, así como al equipo que se conectará a la misma. Estas características incluyen, por ejemplo:

– Sobretensiones transitorias;

– Caídas de tensión;

– Cargas desequilibradas;

– Cargas con fluctuaciones rápidas;

– Corrientes de arranque;

– Corrientes armónicas;

– Componentes de corriente continua;

– Oscilaciones de alta frecuencia;

– Corrientes de fuga;

– Necesidad para conexiones adicionales a tierra;

– Corrientes excesivas en el conductor de protección, PE, pero no debidas a fallas.

TITULO 5

ESPECIFICACIONES

CAPITULO 1

DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 100

DEFINICIONES

Alcance. Este Artículo contiene las definiciones esenciales para la aplicación de esta NOM. No pretende incluir los términos generales comúnmente definidos o los términos técnicos definidos en otras normas. En general, sólo se definen términos utilizados en dos o más Artículos de esta NOM. En algunos Artículos se incluyen otras definiciones de aplicación particular en el propio Artículo, pero puede hacerse referencia a ellas en este Artículo.

La Parte A de este Artículo contiene las definiciones que se aplican dondequiera que los términos sean utilizados en esta NOM. La Parte B contiene las definiciones aplicables únicamente en los Artículos que cubren instalaciones y equipos que operan a más de 600 volts.

A. Definiciones generales

A la vista de: Donde se especifique que un equipo debe estar "A la vista de" otro equipo, significa que un equipo debe estar visible desde el otro equipo y que no están separados más de 15 metros uno del otro.

A prueba de intemperie: Construido o protegido de modo que su exposición o uso a la intemperie no impida el funcionamiento especificado.

NOTA: Los equipos a prueba de lluvia, herméticos a la lluvia o herméticos al agua pueden cumplir los requisitos de “a prueba de intemperie” cuando otras condiciones atmosféricas, diferentes a la humedad, no son un factor tales como la nieve, hielo, polvo o temperaturas extremas.

A prueba de lluvia: Construido, protegido o tratado de tal modo que prevenga que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria de un aparato bajo condiciones de prueba especificadas.

A prueba de polvo: Construido de tal forma que el polvo no entrará dentro de la envolvente bajo condiciones de prueba especificadas.

A tierra: Conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

Accesible (aplicado a los equipos): Permite acercarse; no resguardado por puertas con cerradura, ni por elevación, ni por otros medios.

Accesible (aplicado a los métodos de alambrado): Se puede quitar o exponer sin causar daño a la estructura o al acabado del edificio, o que no está permanentemente encerrado dentro de la estructura o del acabado del edificio.

Accesible, fácilmente: Es posible aproximarse rápidamente para la operación, reposición o inspecciones, sin que aquellos que requieran acceso tengan necesidad de escalar o quitar obstáculos, ni recurrir a escaleras portátiles, sillas o bancos.

No accesible (aplicado a un lugar): Las personas no pueden tener acceso fácil, a menos que utilicen medios de acceso especiales.

Acometida: Conductores eléctricos que conectan la red de distribución del suministrador, al punto de recepción del suministro en la instalación del inmueble a servir.

Acometida aérea: Conductores en sistema aéreo, que van desde el poste más cercano u otro soporte aéreo del suministrador, hasta el punto de recepción del suministro.

Acometida subterránea: Conductores en sistema subterráneo que van desde el registro más cercano u otro soporte subterráneo del suministrador, hasta el punto de recepción del suministro.

Alimentador: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separado u otra fuente de alimentación y el dispositivo final de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

Alumbrado de realce: Arreglo de lámparas de cualquier tipo utilizadas para delinear o llamar la atención de ciertas características, tales como la forma de un edificio o la decoración de un aparador.

Ampacidad: Corriente máxima que un conductor puede transportar continuamente, bajo las condiciones de uso, sin exceder su rango de temperatura.

Anuncio luminoso: Equipo de utilización fijo, estacionario o portátil, autocontenido, iluminado eléctricamente, con palabras o símbolos, diseñado para comunicar información o llamar la atención.

Aparador: Cualquier ventana utilizada o diseñada para la exhibición de mercancías o material publicitario, que está total o parcialmente cerrada o totalmente abierta por detrás y que puede tener o no una plataforma más alta que el nivel de la calle.

Aparato a prueba de explosión: Aparato encerrado en una envolvente capaz de soportar la explosión de un gas o vapor específico que pueda ocurrir en su interior, y de prevenir la ignición de un gas o vapor específico que rodee la envolvente, por chispas, arcos o explosión del gas o vapor del interior de la envolvente y que opera con temperaturas externas tales que no puede provocar la ignición de una atmósfera inflamable que le rodee.

Aparato: Equipo de utilización, que usualmente se fabrica en tamaños y tipos normalizados y que se instala o conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como lavar ropa, acondicionar aire, mezclar alimentos, freír, etcétera.

Aprobado: Aceptado para su utilización. Véase 110-2.

Automático: Realizar una función sin necesidad de intervención humana.

Autoridad competente: Secretaría de Energía; Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica, y Recursos Nucleares, conforme con sus atribuciones.

Cable de acometida: Conductores de acometida en forma de cable.

Caja de desconexión (baja tensión): Envolvente diseñada para montaje superficial que tiene puertas abatibles o cubiertas superficiales sujetas en forma telescópica a las paredes de las cajas.

Caja de derivación: Parte de un sistema de canalización con tubería de cualquier tipo para proporcionar acceso al interior del sistema de alambrado por medio de una cubierta o tapa removible. Podrá estar instalada al final o entre partes del sistema de canalización.

Caja de paso: Parte de un sistema de canalización con tubería de cualquier tipo para proporcionar acceso al interior del sistema de alambrado por medio de una cubierta o tapa removible. Podrá estar instalada al final o entre partes del sistema de canalización.

NOTA: Las cajas comúnmente denominadas FS y FD o de dimensiones mayores, de metal fundido o cajas de lámina metálica, no se clasifican como cajas de paso.

Canalización: Canal cerrado de materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener alambres, cables o barras conductoras, con funciones adicionales como lo permita esta NOM. Las canalizaciones incluyen, pero no están limitadas a, tubo conduit rígido metálico, tubo conduit rígido no metálico, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit flexible hermético a los líquidos, tuberías metálicas flexibles, tubo conduit metálico flexible, tuberías eléctricas no metálicas, tuberías eléctricas metálicas, canalizaciones subterráneas, canalizaciones en pisos celulares de concreto, canalizaciones en pisos celulares de metal, canaletas, ductos y electroductos**.**

Carga (eléctrica): Es la potencia instalada o demandada en un circuito eléctrico.

Carga continua: Carga cuya corriente máxima circula durante tres horas o más.

Carga no lineal: Carga donde la forma de onda de la corriente en estado estable no sigue la forma de onda de la tensión aplicada.

NOTA: Ejemplos de cargas que pueden ser no lineales: equipo electrónico, alumbrado de descarga eléctrica/electrónica, sistemas de velocidad variable, hornos de arco y similares.

Centro de control de motores: Conjunto de una o más secciones encerradas, que tienen barras conductoras comunes y que contienen principalmente unidades para el control de motores.

Circuito de control remoto: Cualquier circuito que controle a otro circuito a través de un relevador o un dispositivo equivalente.

Circuito de señalización: Cualquier circuito que suministre energía eléctrica a equipos de señalización.

Circuito derivado: Conductor o conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la(s) salida(s).

Circuito derivado de uso general: Circuito que alimenta a dos o más salidas para alumbrado y aparatos.

Circuito derivado individual: Circuito que alimenta a un solo equipo de utilización.

Circuito derivado multiconductor: Circuito que consta de dos o más conductores de fase con una diferencia de potencial entre ellos, y un conductor puesto a tierra que tiene la misma diferencia de potencial entre él y cada conductor de fase del circuito y que está conectado al neutro o al conductor puesto a tierra del sistema.

Circuito derivado para aparatos: Circuito derivado que suministra energía eléctrica a una o más salidas a las que se conectan aparatos; tales circuitos no deben contener elementos de alumbrado conectados permanentemente que no formen parte del aparato.

Clavija: Dispositivo que por medio de su inserción en un contacto establece una conexión entre los conductores del cordón flexible y los conductores permanentemente conectados al contacto.

Cocina: Area con un fregadero e instalaciones permanentes para la preparación y cocción de alimentos.

Conductor con aislamiento: Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos en esta NOM como aislamiento eléctrico.

Conductor cubierto: Conductor rodeado de un material de composición o espesor que no son reconocidos en esta NOM como aislamiento eléctrico.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: Trayectorias conductoras utilizadas para conectar las partes metálicas, que normalmente no conducen corriente, de todos los equipos y al conductor del sistema puesto a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos.

NOTA 1: Se reconoce que el conductor de puesta a tierra del equipo también actúa como unión.

NOTA 2: Ver 250-118 para una lista de conductores aprobados de puesta a tierra de los equipos.

Conductor de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

Conductor del electrodo de puesta a tierra: Conductor utilizado para conectar el conductor puesto a tierra del sistema o el equipo, al electrodo de puesta a tierra o a un punto en el sistema del electrodo de puesta a tierra.

Conductor desnudo: Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Conductor neutro: Conductor conectado al punto neutro de un sistema que está destinado a transportar corriente en condiciones normales.

Conductor puesto a tierra: Conductor de un sistema o de un circuito, intencionadamente puesto a tierra.

Conductores de acometida: Conductores comprendidos desde el punto de acometida hasta el medio de desconexión de la instalación.

Conductores de acometida, sistema aéreo: Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de acometida y un punto comúnmente fuera del edificio, y separado de sus paredes, donde se unen por derivación o empalme a la bajada de la acometida aérea.

Conductores de acometida, sistema subterráneo: Conductores de acometida comprendidos entre las terminales del equipo de acometida y el punto de conexión con la acometida subterránea.

Conector a presión (sin soldadura): Dispositivo para establecer una conexión entre dos o más conductores o entre uno o más conductores y una terminal por medio de presión mecánica, sin utilizar soldadura.

Contacto (Receptáculo): Dispositivo de conexión eléctrica instalado en una salida para la inserción de una clavija. Un contacto sencillo es un dispositivo de un solo juego de contactos. Un contacto múltiple es aquel que contiene dos o más dispositivos de contacto en el mismo chasis o yugo.

Controlador: Dispositivo o grupo de dispositivos para gobernar, de un modo determinado, la energía eléctrica suministrada al aparato al cual está conectado.

Coordinación (selectiva): Localización de una condición de sobrecorriente para restringir interrupciones del circuito o del equipo afectado, lo cual se logra con la selección de los dispositivos de protección contra sobrecorriente y sus ajustes o valores nominales.

Corriente continua: Se denomina también corriente directa y ambos términos pueden emplearse para la identificación o marcado de equipos, aunque debe tenderse al empleo de corriente continua, que es el normalizado nacional e internacionalmente.

Corriente de interrupción: Corriente máxima a la tensión que un dispositivo, es capaz de interrumpir bajo condiciones de prueba normalizadas.

NOTA: Los dispositivos diseñados para interrumpir corriente de otros niveles distintos a los de falla, pueden tener su capacidad de interrupción expresada en otros parámetros como: kilovoltamperes, caballos de fuerza o corriente a rotor bloqueado.

Corriente de cortocircuito: Posible corriente de falla simétrica a la tensión nominal, a la cual un aparato o un sistema puede estar conectado sin sufrir daños que excedan los criterios de aceptación definidos.

Cuarto de baño: Zona que incluye un lavabo y uno o más de los siguientes elementos: inodoro, urinal, tina, ducha, o muebles de baño similares.

Cubo del elevador: Abertura, escotilla, boca de pozo u otra abertura o espacio vertical diseñada para que dentro de ella funcione un elevador o montacargas.

Desconectadores:

Desconectador de aislamiento: Dispositivo diseñado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de alimentación. No tiene capacidad interruptiva y está diseñado para operar solamente después de que el circuito ha sido abierto por algún otro medio.

Desconectador de aislamiento en derivación: Dispositivo operado manualmente usado en conjunto con un interruptor de transferencia para constituir un medio para conectar directamente los conductores de carga a la fuente de alimentación y aislar el interruptor de transferencia.

Desconectador de transferencia: Dispositivo automático o no automático para transferir una o más conexiones de los conductores de carga de una fuente de alimentación a otra.

Desconectador de uso general: Dispositivo para uso en circuitos de distribución general y circuitos derivados. Se denomina en amperes y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

Desconectador de uso general de acción rápida: Dispositivo de uso general construido de manera que pueda instalarse en cajas de dispositivos o sobre tapas de caja o utilizado junto con sistemas de alambrado reconocidos por esta NOM.

Desconectador para circuito de motor: Dispositivo cuya potencia es expresada como capacidad en kilowatts o caballos de fuerza y que es capaz de interrumpir la máxima corriente de operación en sobrecarga de un motor a tensión nominal.

Dispositivo: Elemento de un sistema eléctrico que su principal función es conducir o controlar energía eléctrica.

Edificio o edificación: Estructura independiente o que está separada de otras estructuras adyacentes por medio de muros divisorios y que cuenta en todas sus aberturas con puertas.

Edificio de vivienda:

Unidad de vivienda: Una o más habitaciones para el uso de una o más personas formando una unidad y que incluye área de comedor, de estar, dormitorio e instalaciones permanentes de cocina y servicio sanitario.

Unidad de vivienda bifamiliar: Edificio que contiene dos unidades de vivienda.

Unidad de vivienda multifamiliar: Edificio que contiene tres o más unidades de vivienda.

Electrodo de puesta a tierra: Objeto conductor a través del cual se establece una conexión directa a tierra.

Encerrado: Rodeado por una carcasa, caja, cerca o pared para prevenir que las personas tengan contacto accidental con partes energizadas.

Energizado(a): Es, o está conectado(a) a una fuente de tensión.

Ensamble de salidas múltiples: Canalización superficial, empotrada o autosoportada diseñada para contener conductores y contactos, ensamblados ya sea en sitio o en fábrica.

Envolvente: Caja o chasis de un aparato o la cerca o paredes que rodean una instalación para prevenir que las personas tengan contacto accidental con partes energizadas o para protección de los equipos contra daño físico.

NOTA: Véase 110-28 y Apéndice D para ejemplos de tipos de envolventes.

Equipo: Término general para referirse a: herrajes, dispositivos, aparatos, luminarias, aparatos y productos similares utilizados como partes de, o en conexión con, una instalación eléctrica.

Equipo de acometida: Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro a un edificio u otra estructura o a un área definida.

Equipo de comunicaciones: Equipo electrónico que ejecuta las operaciones de telecomunicaciones para la transmisión de audio, video y datos, incluye equipo de potencia (por ejemplo convertidores, inversores y baterías) y equipo de soporte técnico (como computadoras).

Equipo de recepción del suministro: Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado al final de los conductores de recepción del suministro.

Equipo de utilización: Equipo que utiliza la energía eléctrica para propósitos de electrónica, electro-mecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado y otros similares.

Equipo sellable: Equipo con envolvente en forma de caja o gabinete provisto de medios de bloqueo o sello de manera que las partes energizadas no sean accesibles sin abrir la envolvente. El equipo puede o no ser accionable sin abrir la envolvente.

Estructura: Aquello que se ha edificado o construido.

Etiquetado: Equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para el organismo acreditado que se ocupa de la evaluación del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor señala que el equipo o material cumple con las normas aplicables o señala el comportamiento con los requisitos especificados.

Expuesto (aplicado a métodos de alambrado): Colocado sobre o fijado a la superficie o detrás de tableros diseñados para permitir el acceso.

Expuesto (aplicado a partes vivas): Que una persona puede inadvertidamente tocarlo o acercarse a una distancia menor que la distancia de seguridad. Se aplica a las partes que no están adecuadamente resguardadas, separadas o aisladas.

Fácilmente accesible: (véase Accesible, fácilmente).

Factor de demanda: Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte del mismo, y la carga total conectada al sistema o la parte del sistema considerado.

Frente muerto: Sin partes vivas expuestas a una persona en el lado de operación del equipo.

Gabinete: Envolvente diseñada para montaje superficial o empotrado, provista de un marco, montura o bastidor en el que se instalan o pueden instalarse una o varias puertas de bisagra.

Garaje: Edificio o parte de éste en el que se guardan uno o más vehículos autopropulsados, que están ahí con propósitos de: uso, venta, almacenamiento, renta, reparación, exhibición o demostración.

NOTA: Respecto a los talleres de servicio y reparación para vehículos automotores (véase 511).

Hermético a la lluvia: Construido o protegido de tal manera que la exposición a la lluvia batiente no dé como resultado la entrada de agua bajo condiciones de prueba especificadas.

Hermético al agua: Construido para que la humedad no entre en la envolvente, en condiciones específicas de prueba.

Hermético al polvo: Construido de modo que el polvo no entre en la envolvente en condiciones especificadas de prueba.

Herraje: Contratuercas, pasacables (monitor) u otra parte de un sistema de alambrado, destinado principalmente para desempeñar una función más mecánica, que eléctrica.

Identificado (aplicado a los equipos): Reconocido como adecuado para un propósito, función, uso, entorno o aplicación, específicos, cuando se describe en un requisito particular en esta NOM (véase Equipo).

NOTA: La adecuación de un equipo para un propósito, uso, entorno o aplicación específicos puede ser determinada por un organismo acreditado para la evaluación de la conformidad del producto. La identificación puede evidenciarse por medio de una marca de conformidad (véase Marcado).

Interruptor automático: Dispositivo diseñado para abrir o cerrar un circuito por medios no automáticos y para abrir el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin dañarse a sí mismo, cuando se aplica correctamente dentro de su rango.

NOTA: El medio de apertura automática puede ser integral, que actúa directamente sobre el interruptor automático, situado a distancia del mismo.

Ajustable: Calificativo que indica que el interruptor automático puede ajustarse para que dispare a varios valores de corriente, de tiempo o de ambos, dentro de un rango predeterminado.

Ajuste: El valor de corriente, de tiempo o de ambos, a los cuales se regula el disparo de un interruptor automático ajustable.

De disparo instantáneo: Calificativo que indica que deliberadamente no se introduce un retardo en la acción de disparo del interruptor automático.

De tiempo inverso: Calificativo que indica que deliberadamente se introduce un retardo en la acción de disparo del interruptor automático, retardo que disminuye a medida que aumenta la magnitud de la corriente.

No ajustable: Calificativo que indica que el interruptor automático no puede ajustarse para cambiar el valor de la corriente a la cual dispara o el tiempo requerido para su operación.

Interruptor de circuito por falla a tierra: Dispositivo diseñado para la protección de personas, que funciona para desenergizar un circuito o parte del mismo, dentro de un periodo determinado, cuando una corriente a tierra excede un valor predeterminado, menor que al necesario para accionar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Inversor interactivo con el suministrador: Inversor proyectado para su uso en paralelo con el suministrador, para alimentar cargas comunes y que puede entregar energía a la empresa suministradora.

Líquido volátil inflamable: Líquido con punto de ignición menor a 38 °C. Líquido cuya temperatura está por encima de su punto de ignición, o un combustible líquido con una presión de vapor no mayor que 276 kilopascales a 38 °C y cuya temperatura está por encima de su punto de ignición.

Locales húmedos: (véase Lugares)

Locales mojados: (véase Lugares)

Locales secos: (véase Lugares)

Localización o Lugar: (véase Lugares)

Lugares:

Lugar húmedo: Lugares protegidos de la intemperie y que no están sometidos a saturación con agua u otros líquidos pero están expuestos a grados moderados de humedad. Ejemplos de tales lugares incluyen sitios parcialmente protegidos bajo aleros, marquesinas, porches techados abiertos y lugares similares y lugares interiores sujetos a un grado moderado de humedad como algunos sótanos, graneros y almacenes refrigerados.

Lugar mojado: Instalación subterránea o de baldosas de concreto o mampostería, que está en contacto directo con el terreno o un lugar sometido a saturación con agua u otros líquidos, tal como área de lavado de vehículos o un lugar expuesto a la intemperie y no protegido.

Lugar seco: Lugar que normalmente no está húmedo o sujeto a ser mojado. Un local clasificado como seco puede estar temporalmente húmedo o sujeto a ser mojado, como en el caso de un edificio en construcción.

Luminaria: Unidad completa de iluminación que consiste en una fuente de luz, con una o varias lámparas, junto con las partes diseñadas para posicionar la fuente de luz y conectarla a la fuente de alimentación. También puede incluir las partes que protegen la fuente de luz o el balastro y aquellas para distribuir la luz. Un portalámpara por sí mismo no es una luminaria.

Marcado (aplicado a marca de conformidad): Equipo o materiales que tienen adherida una etiqueta, símbolo u otra marca de identificación de un organismo acreditado o dependencia que mantiene un programa de inspecciones periódicas al equipo o material etiquetado, y que es aceptable para el organismo que se ocupa de la evaluación de la conformidad del producto. Con la etiqueta, símbolo u otra marca de identificación mencionada, el fabricante o proveedor indica que el equipo o material cumple con las normas aplicables o su buen funcionamiento bajo requisitos específicos (véase 110-2.)

Medio de desconexión: Dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios por los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de alimentación.

No automático: Requiere de intervención humana para realizar una función.

No puesto a tierra: No conectado a tierra ni a un cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

Oculto: Que resulta inaccesible por la estructura o acabado del edificio. Los conductores en canalizaciones ocultas son considerados ocultos, aunque se hacen accesibles al sacarlos de las canalizaciones.

Operable desde el exterior: Capaz de ser operado sin que el operario esté expuesto al contacto con partes vivas.

Panel: Placa, entrepaño, tramo, segmento, cuadro o compartimento.

Partes vivas: Componentes conductores energizados.

Persona calificada: Persona con habilidades y conocimientos relacionados con la construcción y el funcionamiento de las instalaciones y los equipos eléctricos y que ha recibido capacitación en seguridad para reconocer y evitar los peligros implicados.

Plenum: Compartimento o plenum a la que están conectados uno o más ductos de aire y que forma parte del sistema de distribución de aire.

Protección de falla a tierra de equipos: Sistema diseñado para proteger a los equipos contra daños por corrientes de falla entre línea y tierra, que hacen funcionar un medio de desconexión que desconecta los conductores no puestos a tierra del circuito con falla. Esta protección es activada a niveles de corriente menores a los necesarios para proteger a los conductores contra daños mediante la operación de un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito de alimentación.

Protector térmico (aplicado a motores): Dispositivo de protección, que se monta como parte integral de un motor o motor-compresor y el cual, cuando se utiliza de manera apropiada, protege al motor contra sobrecalentamientos peligrosos debido a sobrecargas o fallas de arranque.

NOTA: El protector térmico puede consistir de uno o más elementos sensores integrados al motor o motor-compresor y un dispositivo externo de control.

Protegido térmicamente (aplicado a motores): Las palabras “protegido térmicamente”, en la placa de datos del motor o motor-compresor, indican que el motor tiene un protector térmico incorporado.

Puente de unión: Conductor confiable, para asegurar la conductividad eléctrica requerida entre partes metálicas que deben estar conectadas eléctricamente.

Puente de unión, circuito: Conexión entre partes de un conductor en un circuito para mantener la ampacidad requerida por el circuito.

Puente de unión, equipo: Conexión entre dos o más partes del conductor de puesta a tierra del equipo.

Puente de unión, principal: Conexión en la acometida entre el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra del equipo.

Puente de unión, sistema: Conexión entre el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor de puesta a tierra del lado del suministrador, o el conductor puesto a tierra del equipo, o ambos, a un sistema derivado separado.

Puesto a tierra: Conectado (conexión) a tierra o a algún cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

Puesto a tierra eficazmente: Conectado (conexión) a tierra intencionalmente a través de una conexión o conexiones a tierra que tengan una impedancia suficientemente baja y ampacidad, que prevengan la formación de tensiones peligrosas para las personas o para los equipos conectados.

Puesto a tierra sólidamente: Conectado a tierra sin insertar ningún dispositivo de resistencia o de impedancia.

Punto de acometida: Punto de conexión entre las instalaciones del suministrador y las del usuario, el cual se localiza en el equipo de medición cuando éste se encuentra en el inmueble, y en caso de que el medidor se encuentre en la red del suministrador, el punto de recepción del suministro es en el medio de desconexión.

Punto neutro: Punto común en una conexión en estrella en un sistema polifásico, o punto medio en un sistema monofásico de 3 hilos, o punto medio de una porción monofásica de un sistema trifásico en delta, o punto medio de un sistema de corriente continua de 3 hilos.

NOTA: En el punto neutro del sistema, la suma vectorial de las tensiones de todas las otras fases dentro del sistema que utiliza el neutro, con respecto al punto neutro, es cero.

Registro: Envolvente para uso en sistemas subterráneos que tienen un fondo abierto o cerrado, dimensionado de tal forma que permite al personal alcanzar lo que hay dentro, pero no ingresar en él, con el propósito de instalar, operar o mantener el equipo o el alambrado, o ambos.

Resguardado: Cubierto, blindado, cercado, encerrado, o protegido de otra manera por medio de cubiertas o tapas adecuadas, barreras, rieles, pantallas, placas o plataformas para evitar la posibilidad de acercamiento o contacto de personas u objetos a un punto peligroso.

Retardante de flama: Característica de un material con aditivo, formulación o mezclas de compuestos químicos incorporados para reducir la inflamabilidad de un material o para demorar la combustión del mismo.

Rótulo: (véase Anuncio luminoso).

Salida: Punto en un sistema de alambrado en donde se toma corriente para alimentar a un equipo de utilización.

Salida de fuerza: Conjunto con envolvente que puede incluir contactos, interruptores automáticos, portafusibles, desconectadores con fusibles, barras conductoras de conexión común y bases para montaje de medidores de energía; diseñado para suministrar y controlar el suministro de energía a casas móviles, paraderos para remolques, vehículos de recreo, remolques o embarcaciones; o para servir como medio de distribución de la energía necesaria para operar equipo móvil o instalado temporalmente.

Salida para alumbrado: Salida diseñada para la conexión de un portalámparas, una luminaria.

Salida para contactos: Salida en la que están instalados uno o más contactos.

Servicio continuo: Operación a una carga prácticamente constante durante un tiempo indefinidamente largo.

Servicio intermitente: Operación por intervalos que alternan de:

(1) con carga y sin carga; o

(2) con carga y en reposo, o

(3) con carga, sin carga y en reposo.

Servicio periódico: Operación intermitente en el que las condiciones de carga son regularmente recurrentes.

Servicio por tiempo corto: Operación a una carga prácticamente constante durante un tiempo especificado, corto y definido

Servicio variable: Funcionamiento a cargas e intervalos de tiempo, donde ambos pueden variar dentro de una amplia gama.

Sistema de alambrado de usuarios: Alambrado interior y exterior incluyendo circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización con todos sus herrajes, accesorios y dispositivos de alambrado asociados, ya sean permanentes o temporalmente instalados, que parten desde el punto de acometida de los conductores del suministrador o fuente de un sistema derivado separado hasta las salidas. Dicho alambrado no incluye el alambrado interno de aparatos, luminarias, motores, controladores, centros de control de motores y equipos similares.

Sistema derivado separado: Sistema de alambrado de una propiedad, cuya alimentación procede de una fuente de energía o equipo diferente a la alimentación del suministrador. Tales sistemas no tienen conexión eléctrica entre los conductores de un circuito de un sistema a los conductores de un circuito de otro sistema, exceptuando las conexiones a través de la tierra, cubiertas de metal, canalizaciones metálicas, o conductores de puesta a tierra de equipo.

Sistema interactivo: Sistema de generación de energía eléctrica que está operando en paralelo con y que puede suministrar energía al sistema de la fuente primaria de alimentación.

Sistema solar fotovoltaico: El total de componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para conectar una carga de utilización.

Sobrecarga: Operación de un equipo por encima de su capacidad normal, a plena carga, o de un conductor por encima de su ampacidad que, cuando persiste durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla, como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga (véase Sobrecorriente).

Sobrecorriente: Cualquier corriente que supere la corriente nominal de los equipos o la ampacidad de un conductor. La sobrecorriente puede provocarse por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

NOTA: Una corriente en exceso de la nominal puede ser absorbida por determinados equipos y conductores para un conjunto de condiciones dadas. Por eso, las reglas para protección contra sobrecorriente son específicas para cada situación particular.

Sólidamente puesto a tierra: significa que el conductor puesto a tierra (neutro) lo está sin necesidad de intercalar ninguna resistencia o dispositivo de impedancia.

Suministrador: Compañía de servicio público (CFE) o autorizada por la LSPEE, encargada del abastecimiento de energía eléctrica para su utilización.

Suministro ininterrumpido de energía: Un suministro de energía que se utiliza para proporcionar una fuente alterna de alimentación por algún período de tiempo en el caso de una interrupción del suministro normal.

NOTA: Además, puede proporcionar una alimentación de tensión y frecuencia más constante, reduciendo los efectos de variaciones de tensión y frecuencia.

Tablero de alumbrado y control: Panel sencillo o grupo de paneles unitarios diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, accesible únicamente desde el frente, que incluye barras conductoras de conexión común y dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, y está equipado con o sin desconectadores para el control de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; diseñado para instalarlo dentro de un gabinete o caja de cortacircuitos ubicada dentro o sobre un muro o pared divisora y accesible únicamente desde el frente (véase Tablero de distribución).

Tablero de distribución: Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles, donde se montan, por el frente o por la parte posterior o por ambos lados: desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están destinados para ser instalados dentro de gabinetes.

Tablero de potencia con envolvente metálico: Tablero totalmente cerrado por todos los lados y la parte superior con láminas metálicas (excepto por las aberturas de ventilación y las ventanas de inspección) y que contiene principalmente dispositivos de desconexión o de interrupción de potencia, con barras conductoras y conexiones. El ensamble puede incluir dispositivos de control y auxiliares. El acceso al interior del envolvente es por puertas, cubiertas removibles, o ambas. Los tableros de potencia con envolvente metálico se pueden conseguir en construcciones resistentes o no resistentes al arco.

Tubo conduit: Sistema de canalización diseñado y construido para alojar conductores en instalaciones eléctricas, de forma tubular, sección circular.

Tensión (de un circuito): La mayor diferencia de potencial (tensión rms) entre dos conductores cualesquiera de un circuito considerado.

Tensión a tierra: En los circuitos puestos a tierra, es la tensión entre un conductor dado y el punto o conductor del circuito que está puesto a tierra; en circuitos no puestos a tierra es la mayor diferencia de potencial entre un conductor dado y cualquier otro conductor del circuito.

NOTA: Algunos sistemas, como los de 3 fases 4 hilos, de 1 fase 3 hilos y de corriente continua de 3 hilos, pueden tener varios circuitos a diferentes tensiones.

Tensión nominal: Valor nominal asignado a un circuito o sistema para designar convenientemente su clase de tensión. La tensión a la cual un circuito opera puede variar de la nominal, dentro de un margen que permite el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

NOTA: Donde se lea 120 volts, podrá ser 120 ó 127 volts.

Unión: Conexión permanente de partes metálicas, que no lleva corriente normalmente, que forma una trayectoria eléctricamente conductora que asegure la continuidad y capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente a la que puedan estar sometidas.

Ventilado: Provisto de medios que permiten una circulación de aire suficiente para remover un exceso de calor, humos o vapores.

B. Definiciones generales para instalaciones con tensión nominal mayor que 600 volts

En tanto que las definiciones generales de la Parte A anterior se aplican en todos los casos en que aparecen tales términos a lo largo de esta NOM, las que siguen generalmente se aplican en las partes del Artículo que específicamente cubre a las instalaciones y equipos que operan a más de 600 volts.

Cortacircuito: Conjunto formado por un soporte para fusible con portafusible o una cuchilla de desconexión. El portafusible puede incluir un elemento conductor (elemento fusible) o puede actuar como cuchilla de desconexión mediante la inclusión de un elemento conductor no fusible

Cortacircuito en aceite: Dispositivo en el cual todo o parte de la base del fusible y su elemento fusible o cuchilla de desconexión están totalmente sumergidos en aceite, los contactos y la parte fusible del elemento conductor (elemento fusible) de modo que la interrupción del arco, ya sea por la ruptura del elemento fusible o la apertura de los contactos ocurran dentro del aceite.

Cuchilla desconectadora: Dispositivo capaz de cerrar, conducir e interrumpir corrientes especificadas.

Desconectador de puenteo de regulador: Dispositivo específico o combinación de dispositivos diseñados para puentear un regulador de tensión.

Desconectador en aceite: Desconectador que tiene los contactos sumergidos en aceite o en cualquier otro líquido aislante adecuado.

Desconectador separador (de aislamiento): Dispositivo mecánico de desconexión que aísla un circuito o equipo de una fuente de energía.

Dispositivo de interrupción: Dispositivo diseñado para cerrar, abrir o ambos, uno o más circuitos eléctricos.

Fusible: Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte que se funde cuando se calienta por el paso de una sobrecorriente que circule a través de ella e interrumpe el paso de la corriente.

NOTA: El fusible comprende todas las partes que forman una unidad capaz de efectuar las funciones descritas y puede ser o no el dispositivo completo requerido para conectarlo a un circuito eléctrico.

Fusible accionado electrónicamente: Dispositivo de protección contra sobrecorriente que consiste generalmente de un módulo de control el cual proporciona las características sensoras de corriente, características tiempo-corriente electrónicamente derivadas, energía para iniciar el disparo y un módulo de interrupción que interrumpe la corriente cuando se produce una sobrecorriente. Estos fusibles pueden operar o no como fusibles tipo limitador, dependiendo del tipo de control seleccionado.

Fusible de potencia: (véase Fusible)

Fusible de potencia con escape controlado: Fusible con medios para controlar la descarga generada por la interrupción del circuito de manera que no se puedan expulsar materias sólidas a la atmósfera que lo rodea.

NOTA: Este fusible está diseñado para que la descarga de gases no dañe o incendie el material aislante en la trayectoria de descarga o propague una chispa a/o entre elementos puestos a tierra o las partes conductoras en la trayectoria de la descarga, cuando la distancia entre el escape y dichas partes de conducción o aislamiento cumplan las recomendaciones del fabricante.

Fusible de potencia no ventilado: Fusible que no tiene un medio intencional para el escape a la atmósfera de gases, líquidos o partículas sólidas producidos por el arco durante la interrupción del circuito.

Fusible de potencia ventilado: Fusible con medios para el escape a la atmósfera de gases, líquidos o partículas sólidas producidas por el arco durante la interrupción del circuito.

Fusible múltiple: Ensamble de dos o más fusibles unipolares.

Interruptor de potencia: Dispositivo de interrupción capaz de conectar, conducir e interrumpir corrientes bajo condiciones normales del circuito y conectar, conducir corrientes por un tiempo especificado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, como las de cortocircuito.

Medios de desconexión: Un dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios en los cuales los conductores del circuito pueden ser desconectados desde su fuente de alimentación.

Unidad fusible de expulsión: Fusible ventilado en el cual el efecto de expulsión de los gases producidos por el arco y el revestimiento del portafusible, solo o con la ayuda de un resorte, extingue el arco.

Unidad fusible de potencia: Unidad fusible ventilada, no ventilada o de ventilación controlada en la cual el arco se extingue a través de un material sólido, granular o líquido, con o sin la ayuda de resorte.

ARTICULO 110

REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

A. Generalidades

110-1. Alcance. Este artículo abarca los requisitos generales para inspección y aprobación, instalación y uso, acceso a y espacios alrededor de, los conductores y equipo eléctricos; envolventes destinados al ingreso de personal e instalaciones en túneles.

110-2. Aprobación. En las instalaciones eléctricas a que se refiere esta NOM deben utilizarse materiales y equipos (productos) que cumplan con lo establecido en el numeral 4.3.1.

Los materiales y equipos (productos) de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas o normas mexicanas, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos, acreditado y en su caso aprobado.

Los materiales y equipos (productos) que cumplan con las disposiciones establecidas en los párrafos anteriores se consideran aprobados para los efectos de esta NOM.

110-3. Evaluación, identificación, instalación y uso del equipo.

a) Selección. Para la selección de los elementos que conformarán la instalación eléctrica, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

(1) Conveniencia para instalación y uso de conformidad con las disposiciones de esta NOM.

NOTA: La conveniencia del uso de un equipo puede ser identificada mediante una descripción marcada en o suministrada con un producto, que permite identificar la conveniencia de ese producto para un uso, medio ambiente o aplicación específicos. Condiciones especiales de uso u otras limitaciones y otra información pertinente puede ser marcada sobre el equipo, incluida en las instrucciones del producto, o incluida en el etiquetado.

(2) Resistencia mecánica y durabilidad, incluyendo, para las partes diseñadas para encerrar y proteger otro equipo, la calidad de la protección suministrada.

(3) Espacio para doblar y conectar los conductores.

(4) El aislamiento eléctrico.

(5) Efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.

(6) Efectos de los arcos eléctricos.

(7) Clasificación por tipo, tamaño, tensión, ampacidad y uso específico.

(8) Otros factores que contribuyan a la salvaguarda de las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo.

b) Instalación y uso. Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo.

110-4. Tensiones. En toda esta NOM, las tensiones consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. Las tensiones utilizadas de corriente alterna son: 120, 127, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347 ó 600 volts. La tensión nominal de un equipo no debe ser menor a la tensión real del circuito al que está conectado.

Véase NMX-J-098-ANCE

110-5. Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que en esta NOM, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta NOM se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los tamaños deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre como se señala en 310-15.

110-6. Designación (tamaño) de los conductores. Los tamaños de los conductores se indican como designación y se expresan en milímetros cuadrados y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en mil circular mil (kcmil).

110-7. Integridad del alambrado. Las instalaciones de alambrado en el momento de quedar terminadas deben estar libres de cortocircuitos, fallas a tierra o cualquier conexión a tierra diferente de lo exigido o permitido en esta NOM.

110-8. Métodos de alambrado. En esta NOM sólo se consideran métodos de alambrado reconocidos como adecuados. Estos métodos de alambrado se permitirán en cualquier tipo de edificio u ocupación, siempre que en esta NOM no se indique lo contrario.

110-9. Corriente de interrupción. Los equipos destinados a interrumpir corrientes de falla deben tener un rango nominal de interrupción no menor que la tensión nominal del circuito y la corriente existente en los terminales de línea del equipo.

Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos del de falla, deben tener rango de interrupción la tensión nominal del circuito, no menor que la corriente que debe ser interrumpida.

110-10. Impedancia del circuito, capacidades de cortocircuito y otras características. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de cortocircuito de los equipos y otras características del circuito que se va a proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen para limpiar la falla sin causar daños a los equipos eléctricos del circuito. Se debe suponer que la falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el (los) conductor(es) de puesta a tierra del equipo permitido en 250-118. Se debe considerar que los productos aprobados, utilizados de acuerdo con su aprobación, cumplen con los requisitos de esta Sección.

110-11. Agentes deteriorantes. A menos que estén identificados para ser usados en el ambiente en que van a operar, no se deben instalar conductores ni equipos en lugares húmedos o mojados, o donde puedan estar expuestos a gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes que tengan un efecto deteriorante sobre los conductores o los equipos, o donde puedan estar expuestos a temperaturas excesivas.

NOTA 1: Ver 300-6 con respecto a la protección contra la corrosión.

NOTA 2: Algunos compuestos de limpieza y lubricación pueden causar grave deterioro de muchos materiales plásticos utilizados en aplicaciones de aislamiento y estructurales en los equipos.

Los equipos no identificados para uso en exterior y el equipo identificado para uso interior únicamente, por ejemplo en “lugares secos”, “para uso interior únicamente”, en “lugares húmedos” se deben proteger contra daños causados por estar a la intemperie durante la construcción.

NOTA 3: Ver Tabla 110-28 para las designaciones apropiadas de los envolventes.

110-12. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y competente.

a) Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas, diferentes a las destinadas a la operación del equipo, a aquellas con propósitos de montaje o a las permitidas como parte del diseño de equipo aprobado, deben estar cerradas para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la cubierta del equipo**.** Cuando se utilicen placas o tapones metálicos con envolventes no metálicos, éstos deben estar empotrados por lo menos 6 milímetros con respecto a la superficie exterior del envolvente.

b) Integridad de los equipos y de las conexiones eléctricas. Las partes internas de los equipos eléctricos, tales como barras colectoras, terminales de alambrado, aisladores y otras superficies, no deben ser dañadas o contaminadas por materiales ajenos como pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o residuos corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente el funcionamiento seguro ni la resistencia mecánica de los equipos, tales como piezas rotas, dobladas, cortadas, o deterioradas por la corrosión, por agentes químicos o por recalentamiento.

110-13. Montaje y enfriamiento de equipo

a) Montaje. El equipo eléctrico debe estar firmemente sujeto a la superficie sobre la que está montado. No deben utilizarse taquetes de madera en agujeros en ladrillo, concreto, yeso o en materiales similares.

b) Enfriamiento. El equipo eléctrico que dependa de la circulación natural del aire y de los principios de la convección para el enfriamiento de sus superficies expuestas, debe instalarse de modo que las paredes o el equipo instalado al lado dejen el suficiente espacio para la circulación del aire sobre dichas superficies. Para los equipos diseñados para montarse en el suelo, se deben dejar espacios libres entre las superficies superiores y adyacentes, para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba. El equipo eléctrico con aberturas de ventilación debe instalarse de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.

110-14. Conexiones eléctricas. Debido a que metales distintos tienen características diferentes, las terminales a compresión, empalmes a compresión y terminales soldadas se deben identificar para el material del conductor y se deben instalar y usar apropiadamente. No se deben utilizar, en una terminal o en un empalme, conductores de metales distintos cuando haya contacto físico entre ellos (como por ejemplo, cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre), a menos que el dispositivo esté identificado para ese fin y esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes, inhibidores y compuestos, éstos deben ser adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no afecte negativamente a los conductores, a la instalación o al equipo.

Conectores y terminales para conductores con cableados más flexibles que los de Clase B y Clase C mostrados en el Capítulo 10, Tabla 10, se deben identificar para la clase o clases específicas de conductores.

NOTA: En muchas terminales y equipo se indica su par de apriete.

a) Terminales. Debe asegurarse que la conexión de los conductores a las terminales se haga de forma segura, sin deteriorar los conductores y debe hacerse por medio de conectores de presión (incluyendo los de tipo tornillo), conectores soldables o empalmes a terminales flexibles. Se permite la conexión por medio de placa y tornillo o perno roscado y tuerca en placas con las esquinas levantadas para conductores con tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) o menores.

Las terminales para más de un conductor y las terminales utilizadas para conectar aluminio, deben estar identificadas para ese uso.

b) Empalmes. Los conductores se deben empalmar con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura autógena, o soldadura con un metal fundible o de aleación. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica y después soldarse (Véase 921-24(b)). Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.

Los conectores o medios de empalme de los cables que van directamente enterrados, deben estar aprobados para ese uso.

c) Limitaciones por temperatura. La temperatura nominal de operación del conductor, asociada con su ampacidad, debe seleccionarse y coordinarse de forma que no exceda la temperatura nominal más baja de cualquier terminal, conductor o dispositivo conectado. Se permite el uso de conductores con temperatura nominal mayor que la especificada para las terminales, cuando se utilizan factores de ajuste por temperatura o de corrección por ampacidad o ambos.

1) Disposiciones para el equipo. La determinación de las disposiciones para las terminales del equipo se deben basar en 110-14(c)(1)(a) o (c)(1)(b). A menos que el equipo esté aprobado y marcado de forma diferente, la ampacidad del conductor utilizada para determinar las disposiciones para los terminales del equipo se debe basar en la Tabla 310-15(b)(16) y según las modificaciones adecuadas de 310-15(b)(7).

a. Las terminales de equipos para circuitos de 100 amperes o menos o marcadas para conductores con tamaño 2.08 mm^2 a 42.4 mm^2 (14 AWG a 1 AWG), deben utilizarse solamente en uno de los siguientes:

(1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 60 ºC.

(2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de estos conductores se determine tomando como base la ampacidad a 60 °C del tamaño del conductor usado.

(3) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, si el equipo está aprobado e identificado para tales conductores.

(4) Para motores marcados con las letras de diseño B, C, D o E, se permite el uso de conductores que tienen un aislamiento con temperatura de operación de 75 ºC o mayor siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda de la ampacidad para 75 ºC.

b. Las disposiciones para las terminales del equipo para circuitos con un valor nominal mayor que 100 amperes, o marcados para conductores de tamaño mayor que 42.4 mm^2 (1 AWG) se deben usar solamente para uno de los siguientes:

(1) Conductores con temperatura de operación del aislamiento de 75 ºC.

(2) Conductores con temperatura de operación del aislamiento mayor, siempre y cuando la ampacidad de tales conductores no exceda la ampacidad a 75 °C. Este tipo de conductores también pueden utilizarse si el equipo está aprobado e identificado para uso con tales conductores.

2) Conectores de compresión separables. Los conectores a presión instalados separadamente se deben utilizar con conductores cuya ampacidad no supere la ampacidad a la temperatura nominal listada e identificada del conector.

NOTA: Con respecto a 110-14(c)(1) y (c)(2), la información marcada o aprobada del equipo puede restringir aún más el tamaño y la temperatura nominal de los conductores conectados.

110-16. Señales de advertencia contra arco eléctrico. Los equipos eléctricos tales como tableros de distribución, tableros de control industrial, envolventes para medidores enchufables y centros de control de motores, que estén en sitios que no son para vivienda y que probablemente requieran de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento, mientras estén energizados, deben estar marcados en campo para advertir al personal calificado del peligro potencial de arco eléctrico. El marcado debe estar ubicado de manera tal que sea claramente visible para el personal calificado antes de la inspección, el ajuste, la reparación o el mantenimiento del equipo.

NOTA: Ver la NOM-029-STPS-2011.

110-18. Partes que forman arcos eléctricos. Las partes del equipo eléctrico que en su funcionamiento normal producen arcos, chispas, flamas o metal fundido, se deben encerrar o separar y alejar de todo material combustible.

NOTA: Para lugares (clasificados como) peligrosos ver los Artículos 500 a 517. Para los motores, ver 430-14.

110-21. Marcado. En todos los equipos eléctricos se debe colocar el nombre del fabricante, la marca comercial u otra marca descriptiva mediante la cual se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe haber otras marcas que indiquen la tensión, la corriente, la potencia u otros valores nominales, tal como se especifica en otras secciones de esta NOM. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas.

110-22. Identificación de los medios de desconexión.

a) General. Cada uno de los medios de desconexión debe estar marcado de modo legible para que indique su propósito, a no ser que estén situados e instalados de modo que ese propósito sea evidente. El marcado debe ser suficientemente durable para resistir las condiciones ambientales involucradas.

b) Sistemas combinados en serie con supervisión de ingeniería. Los envolventes de equipo para interruptores automáticos o fusibles aplicados de conformidad con los valores para combinación en serie, seleccionados bajo la supervisión de ingeniería de acuerdo con 240-86(a) y estén marcados según las indicaciones del ingeniero para indicar que el equipo ha sido aplicado con el valor de combinación en serie. La marca debe ser fácilmente visible y debe incluir la siguiente información:

PRECAUCION - SISTEMA COMBINADO EN SERIE CON SUPERVISION DE INGENIERIA

CORRIENTE NOMINAL _____ AMPERES.

SE REQUIEREN COMPONENTES IDENTIFICADOS DE REPUESTO

c) Sistemas combinados en serie a prueba. Los envolventes de equipo para interruptores automáticos o fusibles aplicados de conformidad con los valores para combinación en serie marcados en el equipo por el fabricante de acuerdo con 240-86(b), se debe marcar en el campo en forma legible, para indicar que el equipo ha sido aplicado con el valor de combinación en serie. La marca debe ser fácilmente visible y debe incluir la siguiente información:

PRECAUCION- SISTEMA COMBINADO EN SERIE

CORRIENTE NOMINAL _____ AMPERES.

SE REQUIEREN COMPONENTES IDENTIFICADOS DE REPUESTO

110-23. Transformadores de corriente. Los transformadores de corriente no utilizados que se asocian con circuitos potencialmente energizados deben estar en cortocircuito.

B. 600 volts o menos

110-26. Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 volts o menos). Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo.

a) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo para equipo que opera a tensión a tierra de 600 volts o menos y que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado, debe cumplir con las dimensiones indicadas en (1), (2) y (3) siguientes, o las que se exijan o permitan en alguna otra parte de esta NOM.

1) Profundidad del espacio de trabajo. La profundidad del espacio de trabajo en la dirección a las partes vivas no debe ser menor a la indicada en la Tabla 110-26(a)(1) a menos que cumplan los requisitos que se indican en (1)(a), (1)(b) o (1)(c). Las distancias deben medirse desde las partes vivas expuestas o desde el envolvente o la abertura si las partes vivas están encerradas.

Tabla 110-26(a)(1).- Espacios de trabajo

Tensión nominal a tierra (volts)	Distancia libre mínima (metros)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0.9	0.9	0.9
151-600	0.9	1.1	1.2

Las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no vivas ni conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados, protegidas eficazmente por materiales aislantes.
2. Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado. Las paredes de concreto, ladrillo o mosaico se deben considerar como puestas a tierra.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo.

a. Ensambles de frente muerto. No será requerido espacio de trabajo en la parte posterior o partes laterales de ensambles, tales como tableros de distribución de frente muerto o centros de control de motores donde todas las conexiones y todas las partes ajustables o renovables, tales como fusibles o interruptores, sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior o los laterales. Donde se requiera de acceso posterior para trabajar en partes no eléctricas en la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínimo horizontal de trabajo de 80 centímetros.

b. Baja tensión. Se permitirán espacios de trabajo más pequeños, si todas las partes vivas expuestas operan a tensiones no mayores a 30 volts valor eficaz (rms), 42 volts de valor pico o 60 volts de corriente continua.

c. Edificios existentes. En los edificios existentes en los que se vaya a cambiar el equipo eléctrico, debe dejarse un espacio de trabajo como el de la Condición 2 entre tableros de distribución de fuerza de frente muerto, gabinetes de alumbrado o centros de control de motores localizados uno y otro al otro

lado del pasillo y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que se han dado instrucciones por escrito para prohibir que se abra al mismo tiempo el equipo a ambos lados del pasillo y que el mantenimiento de la instalación sea efectuado por personas calificadas.

2) Ancho del espacio de trabajo. El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico debe ser igual al ancho del equipo o 80 centímetros, el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo.

3) Altura del espacio de trabajo. El espacio de trabajo debe estar libre y debe extenderse desde el nivel del suelo o plataforma hasta la altura de 2.00 metros o la altura del equipo, la que sea mayor. Dentro de los requisitos de altura de esta sección, se permite que otros equipos asociados con la instalación eléctrica y que estén localizadas arriba o abajo del equipo eléctrico se extiendan no más de 15 centímetros más allá del frente del equipo eléctrico.

Excepción 1: En unidades de vivienda se permitirá que los equipos de acometida y tableros de control, que no excedan 200 amperes, estén instalados en espacios donde la altura de trabajo sea menor de 2.00 metros.

Excepción 2: Es permitido que los medidores que se instalan en las bases enchufe sobresalgan de los otros equipos. Se requiere que los medidores cumplan las reglas de esta sección de la NOM.

b) Espacios libres. El espacio de trabajo exigido en esta sección no se debe utilizar para almacenamiento. Cuando las partes vivas normalmente encerradas queden expuestas para su inspección o reparación, el espacio de trabajo, si está en un pasillo o en un espacio abierto general, debe estar debidamente resguardado.

c) Entrada y salida del espacio de trabajo

1) Mínimo requerido. Debe haber al menos una entrada de área suficiente para dar entrada y salida al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

2) Equipos grandes. Para equipo de 1200 amperes o más y de más de 1.80 metros de ancho, que contenga dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control, debe tener una entrada y una salida del espacio de trabajo requerido de por lo menos 60 centímetros de ancho y 2.00 metros de alto en cada extremo del espacio de trabajo.

Se permitirá una sola entrada a y salida del espacio de trabajo requerido, donde se cumpla cualquiera de las condiciones que se indican en (a) o (b).

a. Salida no obstruida. Se permite únicamente una entrada al espacio de trabajo, si el lugar permite una circulación continua y sin obstáculos hacia la salida.

b. Espacio adicional de trabajo**.** Donde la profundidad del espacio de trabajo sea el doble del exigido en 110-26(a)(1), se permitirá una sola entrada. Dicha entrada se debe localizar de forma tal que la distancia desde el equipo hasta el borde más próximo de la entrada no sea menor a la distancia libre mínima que se especifica en la Tabla 110-26(a)(1) para equipos que funcionan a esa tensión y en esa condición.

3) Puertas para el personal. Cuando se instalan equipos con capacidad de 1200 amperes o más que contengan dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de interrupción o de control y haya puertas para personal destinadas a la entrada y salida del espacio de trabajo a menos de 7.60 metros desde el borde más próximo del espacio de trabajo, las puertas se deben abrir en la dirección de salida y deben tener barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que normalmente están asegurados, pero que se abren bajo presión simple.

d) Iluminación. Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos de acometida, tableros de distribución, o de los centros de control de motores instalados en interiores y la iluminación no debe estar controlada únicamente por medios automáticos. No se requerirán salidas adicionales para iluminación, cuando el espacio de trabajo esté iluminado por una fuente de luz adyacente o como es permitido en 210-70(a)(1), Excepción 1, para contactos controlados por un apagador de pared.

e) Espacio dedicado para equipos. Todos los tableros de distribución, cuadros de distribución y centros de control de motores, se deben ubicar en espacios dedicados para ese uso y protegerse contra daños.

Excepción: Se permitirá que el equipo de control que por su propia naturaleza o que por las exigencias de otras reglas de esta NOM, deba estar adyacente a o a la vista desde la maquinaria que opera, se instale en tales lugares.

1) Interior. Para instalaciones interiores, se debe cumplir con lo que se indica a continuación:

a. Espacio dedicado a la instalación eléctrica. El espacio igual al ancho y a la profundidad del equipo, y que se extiende desde el piso hasta una altura de 1.80 metros sobre el equipo o hasta el falso plafón estructural, el que sea menor, se debe dedicar a la instalación eléctrica. En esta zona no se deben ubicar tuberías, conductos, aparatos de protección contra fugas ni otros equipos ajenos a la instalación eléctrica.

Excepción: Los plafones suspendidos con paneles removibles se permiten dentro de la zona de 1.80 metros.

b. Sistemas ajenos. Se permite que el área por encima del espacio dedicado exigido en 110-26(e)(1)(a), contenga sistemas ajenos siempre que se instale la protección para evitar daño al equipo eléctrico debido a condensación, fugas o rupturas en esos sistemas ajenos.

c. Protección con rociadores. Se permite la instalación de rociadores en el espacio dedicado, si la tubería cumple con lo establecido en esta sección.

d. Plafones suspendidos. No se considera como plafón estructural un plafón en declive, suspendido o similar, que no añada resistencia a la estructura del edificio.

2) Exterior. El equipo eléctrico exterior se debe instalar en envolventes adecuados y debe estar protegido contra el contacto accidental de personal no autorizado, o contra el tráfico vehicular, o contra fugas o escapes accidentales de sistemas de tuberías. El espacio libre de trabajo debe incluir la zona descrita en 110-26(a). En esta zona no se deben colocar aditamentos arquitectónicos ni otros equipos.

f) Envolventes o cuartos de equipo eléctrico con cerradura. Los envolventes que albergan aparatos eléctricos o los cuartos de equipo eléctrico que se controlan por medio de cerraduras con llave se consideran accesibles para el personal calificado.

110-27. Resguardo de partes vivas

a) Partes vivas protegidas contra contacto accidental. Excepto si en esta NOM se requiere o autoriza otra cosa, las partes vivas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 volts o más deben estar resguardadas contra contactos accidentales por envolventes apropiadas o por cualquiera de los medios siguientes:

(1) Estar ubicadas en un cuarto, bóveda o recinto similar, accesible únicamente a personal calificado.

(2) Mediante divisiones adecuadas, sólidas y permanentes, o enrejados dispuestos de modo que sólo el personal calificado tenga acceso al espacio cercano a las partes vivas. Cualquier abertura en dichas divisiones o enrejados debe ser de tales dimensiones o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidental con las partes vivas, o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.

(3) Estar situadas en un balcón, una galería o en una plataforma, elevadas y dispuestas de tal modo que excluya a personal no calificado.

(4) Estar instaladas a 2.50 metros o más por encima del piso u otra superficie de trabajo.

b) Prevención de daño físico. En lugares en los que sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, las envolventes o protecciones deben estar dispuestas de tal modo y ser de una resistencia tal que evite estos daños.

c) Señales preventivas. Las entradas a cuartos y otros lugares resguardados que contengan partes vivas expuestas, deben marcarse con señales preventivas visibles que prohíban la entrada a personal no calificado.

NOTA: Para los motores, véase 430-232 y 430-233. Para más de 600 volts, véase 110-34.

110-28. Tipos de envolvente. Los envolventes (diferentes de cercas o muros circundantes) de tableros de distribución, tableros de alumbrado y control, tableros de control industrial, centros de control de motores, medidores enchufables, interruptores con envolvente, interruptores de transferencia, salidas de energía eléctrica, interruptores automáticos, sistema de accionamiento de velocidad ajustable, interruptores de arranque, equipo de distribución de energía eléctrica portátil, cajas de terminación, transformadores de uso

general, controladores de la bomba contra incendios, motores de la bomba contra incendios y controladores de motores, con tensión no mayor que a 600 volts y previstos para tales lugares, deben estar marcados con un número del tipo de envolvente acorde con la Tabla 110-28.

Tabla 110-28.- Tipos de envolvente

Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	Para uso exterior									
	Número del tipo de envolvente									
	3	3R	3S	3X	3RX	3SX	4	4X	6	6P
Contacto accidental con el envolvente del equipo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lluvia, nieve y granizo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Granizo*	—	—	X	—	—	X	—	—	—	—
Polvo en el aire	X	—	X	X	—	X	X	X	X	X
Lavado con manguera	—	—	—	—	—	—	X	X	X	X
Agentes corrosivos	—	—	—	X	X	X	—	X	—	X
Sumersión temporal	—	—	—	—	—	—	—	—	X	X
Sumersión prolongada	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X

Proporciona un grado de protección contra las siguientes condiciones ambientales	Para uso interior									
	Número del tipo de envolvente									
	1	2	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Contacto accidental con el envolvente del equipo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo que cae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Líquidos que caen y salpicaduras leves	—	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polvo, pelusa, fibras y partículas suspendidas circulantes	—	—	X	X	—	X	X	X	X	X
Asentamiento de polvo, pelusa, fibras y partículas suspendidas transportados por el aire	—	—	X	X	X	X	X	X	X	X
Agua por lavado con manguera y salpicadura	—	—	X	X	—	X	X	—	—	—
Escape de aceite y refrigerante	—	—	—	—	—	—	—	X	X	X
Salpicadura y rociado de aceite o refrigerante	—	—	—	—	—	—	—	—	—	X
Agentes corrosivos	—	—	—	X	—	—	X	—	—	X
Sumersión temporal	—	—	—	—	—	X	X	—	—	—
Sumersión prolongada	—	—	—	—	—	—	X	—	—	—

* El mecanismo debe ser operable cuando está cubierto con hielo.

El término hermético a la lluvia generalmente se usa junto con envolventes tipo 3, 3S, 3SX, 3X, 4, 4X, 6 y 6P. El término a prueba de lluvia generalmente se usa junto con envolventes tipo 3R y 3RX. El término hermético al agua generalmente se usa junto con envolventes tipo 4, 4X, 6, 6P. El término hermético al goteo generalmente se usa junto con envolventes tipo 2, 5, 12, 12K y 13. El término hermético al polvo generalmente se usa junto con envolventes tipo 3, 3S, 3SX, 3X, 5, 12, 12K y 13.

Los rangos de protección contra el acceso (IP) se pueden consultar en el Apéndice D.2 Clasificación IEC**.**

C. Más de 600 volts

110-30. General. Los conductores y equipos usados en circuitos de más de 600 volts deben cumplir con la Parte A de este artículo y con 110-30 a 110-40, que complementan o modifican la Parte A. En ningún caso se deben aplicar las disposiciones de esta parte a equipos situados en el lado de alimentación del punto de servicio.

110-31. Envolvente de las instalaciones eléctricas. Las instalaciones eléctricas en bóvedas, en cuartos o en armarios o en una zona rodeada por una pared, mampara o cerca, cuyo acceso esté controlado por cerradura y llave u otro medio aprobado, deben ser consideradas accesibles únicamente para personas calificadas. El tipo de envolvente utilizada en un caso específico debe diseñarse y construirse según la naturaleza y grado del riesgo o riesgos asociados con la instalación.

Para instalaciones distintas de los equipos descritos en 110-31(d) se debe utilizar una pared, un enrejado o una cerca que rodee la instalación eléctrica exterior para desalentar el acceso a personas no calificadas. La cerca no debe tener menos de 2.10 metros de altura o una combinación de 1.80 metros o más de malla y 0.30 metros o más de extensión, usando tres o más hilos de alambre de púas o equivalente. La distancia desde la cerca hasta las partes vivas no debe ser menor a la que se indica en la Tabla 110-31.

NOTA: Para los requisitos de construcción de las bóvedas para transformadores, véase el Artículo 450.

a) Bóvedas eléctricas. Cuando se requiera o se especifique una bóveda para conductores y equipos, que operen arriba de 600 volts, aplicará lo siguiente:

Tabla 110-31 Distancia mínima desde la cerca hasta las partes vivas

Niveles de tensión (kilovolts)	Distancia mínima hasta las partes vivas (metros)
Menos de 13.8	3.05
De 13.8 hasta 230	4.60
Más de 230	5.50

1) Paredes y techo. Se deben construir con materiales de resistencia estructural adecuada para las condiciones del lugar, con una clasificación de resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Para el propósito de esta sección, no se permite la construcción con polines de madera y paneles prefabricados.

2) Pisos. Los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor no menor a 10 centímetros, pero cuando la bóveda se construya con un espacio vacío u otros pisos debajo de ella, el piso debe tener la resistencia estructural adecuada para la carga impuesta sobre él y una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

3) Puertas. Cada puerta que conduzca a una bóveda desde el interior del edificio será provista con una puerta de ajuste hermético que tenga una clasificación de resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Excepción a (1), (2) y (3) anteriores: Cuando la bóveda está protegida con rociadores automáticos de agua, de bióxido de carbono o de gas halón, se permite la construcción con clasificación de resistencia mínima al fuego de 1 hora.

4) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras y deben mantenerse cerradas, con acceso permitido sólo a personas calificadas. Las puertas para personal deben abrir hacia afuera y estar equipadas con barras de pánico, placas de presión o cualquier otro aditamento similar, que estén normalmente aseguradas pero que se abran con simple presión.

5) Transformadores. Si en una bóveda construida según el Artículo 450 se instala un transformador, la bóveda debe ser construida de acuerdo con los requisitos de la Parte C del Artículo 450.

NOTA: Una construcción típica de 3 horas es de concreto reforzado de 15 centímetros de espesor.

b) Instalaciones interiores.

1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores que son accesibles a personas no calificadas deben estar hechas con equipos en envolventes metálicos. Los tableros en envolventes metálicos, subestaciones unitarias, transformadores, cajas de derivación, cajas de conexión y otros equipos asociados similares, se deben marcar con los símbolos de precaución adecuados. Las aberturas en transformadores ventilados de tipo seco o aberturas similares en otros equipos, deben estar diseñadas de tal modo que los objetos extraños introducidos a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas.

2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores consideradas accesibles sólo a personas calificadas en esta sección, deben cumplir lo establecido en 110-34, 110-36 y 490-24.

c) Instalaciones a la intemperie

1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas a la intemperie que estén abiertas a personas no calificadas deben cumplir con las Partes A, B y C del Artículo 225.

2) En lugares accesibles sólo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas a la intemperie, que tienen partes vivas expuestas, deben ser accesibles solamente para personas calificadas, según el primer párrafo de esta sección y deben cumplir lo establecido en 110-34, 110-36 y 490-24

d) Equipo en envolventes metálicas accesibles a personal no calificado

Las aberturas de ventilación o similares en los equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños insertados a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas. Donde estén expuestos a daño físico debido al tráfico vehicular, deben instalarse protectores adecuados. El equipo en envolventes metálicas o no metálicas localizado a la intemperie y accesible al público en general debe estar diseñado de modo que los tornillos o tuercas visibles no se puedan quitar fácilmente y así permitir el acceso a partes vivas. Cuando un equipo en envolvente metálica o no metálica sea accesible al público en general y la parte menor del envolvente está a menos de 2.50 metros por encima del suelo o del nivel de la calle, la puerta o la tapa abisagrada del envolvente se debe mantener cerrada y con seguro. Puertas y tapas de las envolventes usadas únicamente como cajas de derivación, de empalme o de unión, deben estar aseguradas atornilladas. Se debe considerar que las cubiertas de cajas subterráneas que pesen más de 45 kilogramos, cumplen con este requisito.

110-32. Espacio de trabajo alrededor de los equipos. Alrededor de todo equipo eléctrico debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita la operación y el mantenimiento fácil y seguro de dicho equipo. Donde haya expuestas partes energizadas, el espacio de trabajo mínimo no debe ser menor a 2.00 metros de altura (medidos verticalmente desde el piso o plataforma) ni menor a 0.90 metros de ancho (medidos paralelamente al equipo). La distancia debe ser la que se requiera en la Sección 110-34(a). En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínimo una abertura de 90 de las puertas o los paneles abisagrados.

110-33. Entrada a envolventes (gabinetes) y acceso al espacio de trabajo

a) Entrada. Debe haber por lo menos una entrada a los envolventes para instalaciones eléctricas como se describe en 110-31, que tenga como mínimo de 60 centímetros de ancho y 2.00 metros de altura para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico.

1) Equipos grandes. En los tableros de distribución y tableros de control de más de 1.80 metros de ancho, debe haber una entrada en cada extremo de dicho equipo. Se permite una sola entrada al espacio de trabajo cuando se cumple cualquiera de las condiciones indicadas a continuación:

a. Salida no obstruida. Si el lugar permite una vía continua y no obstruida de circulación hacia la salida, se permitirá una sola entrada al espacio de trabajo.

b. Espacio de trabajo adicional. Cuando la profundidad del espacio de trabajo es el doble del exigido en 110-34(a), se permite una sola entrada. Dicha entrada se debe localizar de forma tal que la distancia desde el equipo hasta el borde más próximo de la entrada no sea menor a la distancia libre mínima que se especifica en la Tabla 110-34(a) para equipos que funcionan a esa tensión y en esa condición.

2) Protección. Cuando haya partes energizadas desnudas de cualquier tensión o partes energizadas aisladas de más de 600 volts a tierra cerca de dichas entradas, deben estar adecuadamente protegidas.

3) Puertas para personal. Cuando hay puertas para el personal destinadas a la entrada y salida del espacio de trabajo a menos de 7.60 metros desde el borde más próximo de dicho espacio, las puertas deben abrir hacia afuera y estar equipadas con barras de pánico, placas de presión o cualquier otro aditamento similar que estén normalmente aseguradas, pero que se abran con simple presión.

b) Acceso. Debe haber escaleras o escalones permanentes que permitan acceder de modo seguro al espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico instalado en plataformas, balcones, o en entresuelos o en los áticos o en cuartos en las azoteas.

110-34. Espacio de trabajo y protección

a) Espacio de trabajo. A menos que se permita o se exija otra cosa en esta NOM, el equipo que pueda requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado, debe tener un espacio de trabajo libre en dirección del acceso a las partes vivas del equipo eléctrico y no debe ser menor al especificado en la Tabla 110-34(a). Las distancias se deben medir desde las partes vivas, si están expuestas, o desde el frente o abertura del envolvente, si están encerradas.

Excepción: No se exigirá espacio de trabajo en la parte posterior de equipos tales como tableros de distribución de frente muerto o ensambles de control en los que no haya partes intercambiables o ajustables (como fusibles o interruptores) en su parte posterior y donde todas las conexiones son accesibles desde lugares que no sean la parte posterior. Cuando se requiera acceso por la parte posterior para trabajar en

partes no energizadas de la parte posterior del envolvente del equipo, debe haber un espacio de trabajo mínimo de 80 centímetros medidos horizontalmente.

Tabla 110-34(a).- Distancia mínima del espacio de trabajo en una instalación eléctrica

Tensión a tierra (volts)	Distancia mínima (metros)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
601-2 500	0.90	1.20	1.50
2 501-9 000	1.20	1.50	1.80
9 001-25 000	1.50	1.80	2.80
25 001-75 kV	1.80	2.50	3.00
más de 75 kV	2.50	3.00	3.70

Donde las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no activas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por materiales aislantes.

2. Partes vivas expuestas en un lado del espacio de trabajo y partes conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo. Las paredes de concreto, tabique o azulejo se consideran superficies conectadas a tierra.

3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo.

b) Separación de instalaciones de baja tensión. Cuando haya instalados desconectadores, cortacircuitos u otro equipo que funcionen a 600 volts o menos, en una bóveda, cuarto o envolvente donde haya partes vivas expuestas o alambrado expuesto operando a más de 600 volts, la instalación de alta tensión debe separarse eficazmente del espacio ocupado por los equipos de baja tensión mediante una división, cerca o enrejado adecuados.

Excepción: Se permite instalar, sin división, cerca o enrejado, dentro del envolvente, cuarto o bóveda de alta tensión, interruptores u otros equipos que funcionen a 600 volts o menos y que pertenezcan sólo a equipos dentro del envolvente, cuarto o bóveda de alta tensión, sólo si es accesible por personas calificadas.

c) Cuartos o envolventes cerrados. Las entradas a todos los edificios, bóvedas, cuartos o envolventes que contengan partes vivas expuestas o conductores expuestos que operen a más de 600 volts, deben mantenerse cerradas con llave, a menos que dichas entradas estén en todo momento bajo la observación de una persona calificada.

Cuando la tensión supere 600 volts, debe haber señales preventivas permanentes y visibles en las que se indique lo siguiente:

"PELIGRO - ALTA TENSION - PROHIBIDA LA ENTRADA"

d) Iluminación. Debe haber iluminación apropiada en todos los espacios de trabajo alrededor del equipo eléctrico. Las salidas para iluminación deben estar dispuestas de manera que las personas que cambien las lámparas o hagan reparaciones en el sistema de alumbrado, no corran peligro por las partes vivas u otros equipos.

Los puntos de control deben estar situados de modo que no sea probable que las personas entren en contacto con ninguna parte viva o móvil del equipo mientras encienden el alumbrado.

e) Altura de las partes vivas sin proteger. Las partes vivas sin proteger que se encuentren por encima del espacio de trabajo deben guardar una altura no menor a la requerida en la Tabla 110-34(e).

f) Protección del equipo de acometida, tableros metálicos de interruptores de potencia y ensambles para control industrial. Los tubos o conductos ajenos a la instalación eléctrica, que requieren mantenimiento periódico o cuyo mal funcionamiento pondría en peligro la operación del sistema eléctrico, no se deben localizar en cercanías del equipo de acometida, tableros metálicos de interruptores de potencia o ensambles de control industrial. Se debe proporcionar protección donde sea necesaria para evitar daños debido a fugas, condensación y roturas en tales sistemas ajenos. No se deben considerar ajenas las tuberías y otras instalaciones si son para protección contra incendios de la instalación eléctrica.

Tabla 110-34(e).- Altura de las partes vivas sin proteger sobre el espacio de trabajo

Tensión entre fases (volts)	Altura (metros)
601-7500	2.80
7501-35 000	2.90

Más de 35 000	2.90+ (0.01 por cada kV arriba **de 35 000 volts)**

110-36. Conductores de los circuitos.

Se permite instalar los conductores de circuitos en canalizaciones, en charola para cables, como cable con cubierta metálica, como alambre desnudo, cable y barras colectoras, o como cables o conductores Tipo MV, tal como se establece en 300-37, 300-39, 300-40 y 300-50. Los conductores desnudos vivos deben cumplir con 490-24.

Los aisladores, junto con sus accesorios de montaje y amarre, que se usen como soportes para alambres, cables monopolares o barras colectoras, deben tener la capacidad de soportar en forma segura las fuerzas magnéticas máximas que predominarían cuando dos o más conductores de un circuito estuvieran sometidos a una corriente de cortocircuito.

Las trayectorias expuestas de alambres y cables que posean una funda de plomo desnuda o una cubierta exterior trenzada, se deben apoyar de manera que se evite daño físico a la funda o a la cubierta. Los soportes para los cables con funda de plomo se deben diseñar para evitar la electrólisis de la funda.

110-40. Límites de temperatura en las terminales.

Se permite que los conductores lleguen a terminales de 90 °C si se determina su ampacidad de acuerdo a la temperatura nominal como se especifica en las Tablas 310-60(c)(67) a 310-60(c)(86), a menos que otra cosa se especifique.

D. Instalaciones de más de 600 volts en túneles

110-51. Generalidades

a) Cobertura. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a los equipos de distribución de potencia de alta tensión y de utilización que es portátil, móvil o ambos, tales como: subestaciones, remolques, autos, palas mecánicas, excavadoras, grúas, taladros, dragas, compresores, bombas, transportadores, retro-excavadoras y similares.

b) Otros Artículos. Los requisitos de esta parte deben ser adicionales a, o enmiendas a los establecidos en los Artículos 100 a 490 de esta NOM.

c) Protección contra daño físico. Los cables y conductores en los túneles deben estar situados por encima del piso del túnel y ubicados o resguardados para protegerlos de daños físicos.

110-52. Protección contra sobrecorriente. El equipo operado a motor se debe proteger de sobrecorrientes de acuerdo con las Partes C, D y E del Artículo 430. Los transformadores se deben proteger de sobrecorriente de acuerdo con 450-3.

110-53. Conductores. Los conductores de alta tensión en los túneles se deben instalar en conduit metálico u otras canalizaciones metálicas, cable tipo MC, u otro cable multiconductor aprobado. Para alimentar el equipo móvil se permite el cable multiconductor portátil.

110-54. Unión y conductores de puesta a tierra de equipos

a) Puesta a tierra y unión. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos y todas las canalizaciones metálicas y envolturas de cable, deben ser unidos y puestos a tierra, sólidamente, a todos los tubos y rieles metálicos en el portal, y a intervalos que no superen los 300 metros a lo largo del túnel.

b) Conductores de puesta a tierra de equipos. Debe tenderse un conductor de puesta a tierra del equipo con los conductores del circuito dentro de la canalización metálica, o dentro de la cubierta del cable multiconductor. Se permite que el conductor de puesta a tierra del equipo esté aislado o desnudo.

110-55. Transformadores, interruptores y equipos eléctricos. Se deben proteger de daño físico todos los transformadores, interruptores, controladores de motor, motores, rectificadores y demás equipos instalados bajo el suelo mediante su ubicación o resguardo.

110-56. Partes energizadas. Los terminales de los transformadores, interruptores, controladores de motor y demás equipos, se deben encerrar para evitar el contacto accidental con las partes energizadas.

110-57. Controles del sistema de ventilación. Los controles eléctricos para el sistema de ventilación se deben disponer de manera que el flujo de aire se pueda invertir.

110-58. Medios de desconexión. Para la desconexión de cada transformador o motor se debe instalar un desconectador o un interruptor automático, a la vista desde cada ubicación de un transformador o motor, que abra simultáneamente todos los conductores de fase del circuito. El desconectador o el interruptor automático para un transformador, debe tener una corriente no menor a la ampacidad de los conductores que alimentan al transformador. El desconectador o el interruptor automático para un motor deben cumplir los requisitos aplicables del Artículo 430.

110-59. Envolventes. Los envolventes para uso en túneles deben ser a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergibles, según se requiera por las condiciones ambientales. Los envolventes del interruptor

o contactor no se deben usar como cajas de conexiones ni como canalizaciones para conductores que alimentan a o se deriven de otros interruptores, a menos que los envolventes cumplan con lo indicado en 312-8.

E. Pozos de inspección y otros envolventes eléctricos proyectados para la entrada de personal, todas las tensiones

110-70. Generalidades. Los envolventes eléctricos proyectados para la entrada de personal y fabricados específicamente para este propósito, deben ser del tamaño suficiente para brindar un espacio de trabajo seguro alrededor del equipo eléctrico que tenga partes vivas que puedan requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado. Estos envolventes deben tener el tamaño suficiente que permita instalar o retirar fácilmente los conductores empleados, sin daño a los conductores ni al aislamiento, y deben cumplir con las disposiciones de esta parte.

Excepción: Cuando los envolventes eléctricos considerados en la Parte E de este Artículo sean parte de un sistema de alambrado industrial, que funciona bajo condiciones de mantenimiento y supervisión que garantizan que sólo personal calificado vigila y supervisa el sistema, se permite que estos envolventes se diseñen e instalen según las prácticas adecuadas de ingeniería.

110-71. Resistencia. Los pozos de inspección, las bóvedas y sus medios de acceso se deben diseñar bajo la supervisión de Ingeniería calificada, y deben resistir todas las cargas que probablemente se apliquen sobre las estructuras.

110-72. Espacio de trabajo para el cableado. Debe existir un espacio de trabajo libre, con ancho no menor a 90 centímetros cuando los cables se ubican a ambos lados, y no menor a 75 centímetros cuando los cables están en un solo lado. El espacio vertical no debe ser menor a 1.80 metros, a menos que la abertura esté como máximo a 30 centímetros, medidos horizontalmente, con respecto a la pared interior adyacente del envolvente.

Excepción: Se debe permitir que un pozo de inspección que contenga uno o más de los siguientes elementos, tenga una de las dimensiones horizontales del espacio de trabajo reducida a 60 centímetros, cuando el otro espacio horizontal libre de trabajo se incremente de modo que la suma de las dos dimensiones no sea menor a 1.80 metros:

(1) Cables de fibra óptica según lo cubierto en el Artículo 770.

(2) Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada alimentados según lo cubierto en 760-121.

(3) Circuitos de control remoto y circuitos de señalización Clase 2 o Clase 3, o ambos, alimentados según lo cubierto en 725-121.

110-73. Espacio de trabajo del equipo. Para instalaciones que funcionan a 600 volts o menos y cuando el equipo eléctrico con partes vivas, que puedan requerir de inspección, ajuste, reparación o mantenimiento mientras está energizado, esté instalado en un pozo de inspección, una bóveda u otro envolvente diseñado para el acceso de personal, se debe cumplir lo establecido para el espacio de trabajo y los requisitos asociados en 110-26. Cuando la instalación opere a más de 600 volts, se debe cumplir lo establecido para el espacio de trabajo y los requisitos asociados en 110-34. Una cubierta para el acceso del pozo de inspección que pese más de 45 kilogramos se debe considerar que cumple con los requisitos de 110-34(c).

110-74. Instalación de los conductores. Los conductores instalados en un pozo de inspección y otros envolventes diseñados para el acceso de personal se deben cablear, montar en bastidores o disponer en una manera aprobada, que proporcione acceso fácil y seguro a las personas que entran para instalación y mantenimiento. La instalación debe cumplir con (a) o (b) siguientes, el que sea aplicable:

a) 600 volts o menos. El espacio para el doblado de los conductores que operan a 600 volts o menos, se debe proporcionar según los requisitos de 314-28.

b) Más de 600 volts. Los conductores que operan a más de 600 volts se deben proporcionar con espacio para su doblado de acuerdo con 314-71(a) y (b), según corresponda.

Excepción: Cuando se aplica 314-71(b), cada fila o columna de ductos en una pared del envolvente se debe calcular individualmente, y se debe usar la fila o columna que proporcione la distancia máxima.

110-75. Acceso a los pozos de inspección

a) Dimensiones. Las aberturas rectangulares para el acceso no deben ser de menos de 65 x 55 centímetros. Las aberturas circulares para el acceso a un pozo de inspección deben tener un diámetro mínimo de 65 centímetros.

Excepción: Se permite que se reduzca el diámetro mínimo de la cubierta a 60 centímetros, en un pozo de inspección que tenga una escalera fija que no obstruya la abertura, o que contenga uno o más de los siguientes elementos:

(1) Cables de fibra óptica según lo cubierto en el Artículo 770.

(2) Circuitos de potencia limitada de alarma contra incendios alimentados como se indica en 760-121.

Circuitos de control remoto y circuitos de señalización Clase 2 o Clase 3, o ambos, alimentados según se indica en 725-121.

b) Obstrucciones. Las aberturas de los pozos de inspección deben estar libres de partes sobresalientes que puedan lesionar al personal o dificultar la salida rápida.

c) Ubicación. Las aberturas de los pozos de inspección para el personal se deben ubicar donde no estén directamente por encima del equipo eléctrico o de los conductores en el envolvente. Cuando esto no es factible, debe haber una escalera fija o una barrera protectora.

d) Tapas. Las tapas deben pesar más de 45 kilogramos o ser de un diseño que requiera el uso de herramientas para abrirlas. Se deben diseñar o contener de manera que no puedan caer dentro del pozo de inspección ni sobresalir lo suficiente como para hacer contacto con los conductores eléctricos o el equipo dentro del pozo de inspección.

e) Marcado. Las tapas de los pozos de inspección deben tener una marca de identificación o un logotipo que indique de modo prominente su función, tal como “eléctrica”.

110-76. Acceso a bóvedas y túneles

a) Ubicación. Las aberturas de acceso para el personal deben ubicarse de manera tal que no estén directamente por encima del equipo eléctrico o de los conductores en el envolvente. Se deben permitir otras aberturas por encima del equipo para facilitar la instalación, el mantenimiento o el reemplazo del equipo.

b) Cerraduras. Además del cumplimiento con los requisitos de 110-34, si así corresponde, las aberturas de acceso para el personal deben estar dispuestas de modo que la persona que está en el interior pueda salir cuando la puerta de acceso esté cerrada con seguro desde afuera, o en el caso de estar cerrada con candado, la disposición de cierre debe ser tal que el candado se pueda cerrar en el sistema de cierre y prevenir que la cierren desde afuera.

110-77. Ventilación. Cuando los pozos de inspección, los túneles y las bóvedas tengan aberturas de comunicación en las áreas encerradas usadas por el público, se debe tener ventilación hacia el aire libre, siempre que sea factible.

110-78. Resguardo. Cuando los conductores o el equipo, o ambos, puedan entrar en contacto con objetos cayendo o siendo empujados a través de la rejilla de ventilación, tanto los conductores como las partes vivas se deben proteger según los requisitos de 110-27(a)(2) o la 110-31(b)(1), dependiendo de la tensión.

110-79. Escaleras fijas. Las escaleras fijas deben ser resistentes a la corrosión

CAPITULO 2

ALAMBRADO Y PROTECCION

ARTICULO 200

USO E IDENTIFICACION DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

200-1. Alcance. Este Artículo establece los requisitos para:

(1) Identificación de las terminales;

(2) Conductores puestos a tierra en el sistema de alambrado de las edificaciones; y

(3) Identificación de los conductores puestos a tierra.

NOTA: Para definiciones de Conductor puesto a tierra, Conductor de puesta a tierra de equipos y Conductor del electrodo de puesta a tierra, véase el Artículo 100.

200-2. General. Los conductores puestos a tierra deben cumplir con (a) y (b).

a) Aislamiento. El conductor puesto a tierra, cuando esté aislado, debe tener un aislamiento:

(1) Que sea adecuado, de color diferente, a cualquier conductor no puesto a tierra del mismo circuito en circuitos de menos de 1000 volts o para sistemas de 1000 volts o más con neutro puesto a tierra a través de impedancia, o

(2) Que la tensión nominal no sea menor a 600 volts para sistemas de 1 kilovolt y más, con neutro sólidamente puesto a tierra, tal como se describe en 250-184(a).

b) Continuidad. La continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de una conexión a una envolvente metálica, a una canalización o a un cable armado.

NOTA: Véase 300-13(b) para información sobre la continuidad de los conductores puestos a tierra usados en circuitos derivados multiconductores.

200-3. Conexión a sistemas puestos a tierra. Las instalaciones de los inmuebles no se deben conectar eléctricamente a la red de suministro a menos que esta última tenga, para cualquier conductor puesto a tierra

de la instalación interior, el correspondiente conductor puesto a tierra. Para los fines de esta sección, "conectado eléctricamente" quiere decir que está conectado de modo que es capaz de transportar corriente, a diferencia de la conexión por inducción electromagnética.

Excepción: Se permite que los inversores interactivos aprobados, que actúan con la red del suministrador, identificados para uso en sistemas de generación distribuida tales como los sistemas fotovoltaicos y celdas de combustible, estén conectados al alambrado de los inmuebles sin un conductor puesto a tierra, cuando el alambrado de los inmuebles o el sistema del suministrador incluya un conductor puesto a tierra.

200-4. Conductores neutros. No debe usarse un conductor neutro para más de un circuito derivado, para más de un circuito derivado multiconductor o para más de un conjunto de conductores de fase de un alimentador, a menos que se permita en alguna parte de esta NOM.

200-6. Medios de identificación de conductores puestos a tierra

a) Tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o menor. Un conductor con aislamiento puesto a tierra de tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o menor, debe identificarse por uno de los siguientes medios:

(1) Cubierta o aislamiento de color blanco en toda su longitud.

(2) Cubierta o aislamiento de color gris claro en toda su longitud.

(3) Tres franjas blancas a lo largo de toda la longitud del conductor, en conductores que tengan aislamiento de color diferente al verde.

(4) Los alambres que tienen su cubierta exterior blanca o gris pero que lleven hilos de referencia de colores en la trenza conductora identificando el origen de fabricación, se debe considerar que cumplen las disposiciones de esta sección.

(5) El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral, debe identificarse en el momento de la instalación mediante marcas claras en sus terminaciones.

(6) Un cable con un solo conductor con aislamiento resistente a la luz solar y con clasificación de intemperie, que se utilice como conductor puesto a tierra en los sistemas solares fotovoltaicos, tal como se permite en 690-31, debe identificarse en el momento de la instalación mediante una marca blanca distintiva en todas sus terminaciones.

(7) Los alambres para artefactos deben cumplir con los requisitos para la identificación de conductores puestos a tierra, como se especifica en 402-8.

(8) Para cables aéreos, la identificación debe hacerse como se indica anteriormente o por medio de una marca en el exterior del cable de tal manera que se pueda identificar.

b) Tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayores. Un conductor con aislamiento puesto a tierra de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG), o mayor debe identificarse por medio de uno de los siguientes medios:

(1) Cubierta o aislamiento de color blanco en toda su longitud.

(2) Cubierta o aislamiento de color gris claro en toda su longitud.

(3) Tres franjas blancas a lo largo de toda la longitud del conductor, en conductores que tengan aislamiento de color diferente al verde.

(4) En el momento de la instalación, por una marca distintiva blanca o gris en sus extremos. Esta marca debe rodear el conductor o el aislamiento.

c) Cordones flexibles. Un conductor con aislamiento que se usa como conductor puesto a tierra, cuando está contenido dentro de un cordón flexible, debe identificarse mediante un acabado exterior blanco o gris claro o por los métodos permitidos en 400-22.

d) Conductores puestos a tierra de diferentes sistemas. Cuando se instalen conductores puestos a tierra de diferentes sistemas en la misma canalización, cable, caja, canal auxiliar u otro tipo de envolvente, cada conductor puesto a tierra se debe identificar por cada sistema. Se permite la identificación distintiva para el conductor puesto a tierra de cada sistema por medio de uno los siguientes métodos:

(1) Un conductor puesto a tierra de un sistema debe tener el recubrimiento exterior conforme a 200-6(a) o (b).

(2) El conductor puesto a tierra del otro sistema debe tener un recubrimiento exterior diferente conforme con 200-6(a) o 200-6 (b), o mediante un recubrimiento exterior blanco o gris con una franja de color claramente distinguible, que no sea verde, que vaya a lo largo de todo el aislamiento.

(3) Otros medios diferentes de identificación a los permitidos en 200-6(a) o (b) que distinguirá el conductor puesto a tierra de cada sistema.

El medio de identificación debe documentarse de tal manera que esté disponible y se debe fijar permanentemente donde se originan los conductores de diferentes sistemas.

e) Conductores puestos a tierra de cables multiconductores. Los conductores aislados puestos a tierra en un cable multiconductor, se deben identificar con un acabado exterior blanco o gris, o por tres franjas blancas continuas en toda su longitud en aislamientos que no sean verdes. Será permitido que el cable plano multiconductor 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayor, tenga un borde externo en el conductor puesto a tierra.

Excepción 1: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permitirá que los conductores puestos a tierra en cables multiconductores sean identificados permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca distintiva blanca u otro medio igualmente efectivo.

Excepción 2: Se permitirá que un conductor puesto a tierra de un cable multiconductor con aislamiento de tela barnizada sea identificado en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una marca blanca distintiva u otro medio igualmente efectivo.

NOTA: Se recomienda tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se pudo haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

200-7. Uso de aislamiento color blanco o gris claro o con tres franjas continuas de color blanco.

a) Generalidades. Lo siguiente se debe usar solamente para el conductor puesto a tierra de un circuito, a menos que se permita algo diferente en (b) y (c) siguientes:

(1) Un conductor con un recubrimiento continuo blanco o gris.

(2) Un conductor con tres franjas blancas continuas sobre un aislamiento que no sea verde.

(3) Una marca de color blanco o gris en el extremo.

b) Circuitos de menos de 50 volts. Un conductor con aislamiento de color blanco o gris o tres franjas blancas continuas, o que tiene una marca de color blanco o gris en el extremo, para circuitos de menos de 50 volts, debe estar puesto a tierra únicamente como se exige en 250-20(a).

c) Circuitos de 50 volts o más. Para conductores diferentes de los puestos a tierra para circuitos de 50 volts o más, se permitirá el uso de aislamiento blanco o gris o que tenga tres franjas blancas continuas, solamente como se establece en (1) y (2):

(1) Si un ensamble de cables tiene el aislamiento permanentemente identificado para indicar su uso como un conductor no puesto a tierra mediante cinta de marcar, pintura u otro medio eficaz en sus terminaciones y en cada lugar en donde el conductor sea visible y accesible, La identificación debe estar alrededor del aislamiento y debe ser de un color diferente del blanco, gris o verde. Si se utiliza para puentes comunes de interruptores de 3 ó 4 vías, el conductor identificado con aislamiento blanco o gris o tres franjas blancas continuas, se podrá usar para alimentar el interruptor pero no como conductor de retorno del interruptor a la salida que alimenta.

(2) Un cordón flexible que tenga un conductor identificado por el acabado exterior blanco o gris, o con tres franjas blancas continuas, o por cualquier otro medio permitido en 400-22, que se use para conectar un aparato o equipo permitido en 400-7. Esto se debe aplicar a los cordones flexibles conectados a salidas, ya sea que dichas salidas estén alimentadas o no por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra.

NOTA: Se recomienda tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se pudo haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

200-9. Medios de identificación de las terminales. La identificación de las terminales a las que va conectado el conductor puesto a tierra debe ser fundamentalmente de color blanco. La identificación de las demás terminales debe ser de un color distinto del blanco.

Excepción: Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación sólo es atendida por personas calificadas, se permite que las terminales de los conductores puestos a tierra estén identificadas permanentemente en sus extremos en el momento de la instalación, mediante una clara marca blanca u otro medio igualmente eficaz.

200-10. Identificación de las terminales

a) Terminales de dispositivos. Todos los dispositivos, excluyendo los tableros de distribución, dotados de terminales para la conexión de conductores y destinados para conectarlos a más de un lado del circuito, deben tener terminales debidamente marcadas para su identificación, a menos que la conexión eléctrica de la terminal destinada para conectarse al conductor puesto a tierra sea evidente.

Excepción: No se requiere la identificación de las terminales para dispositivos que tengan una capacidad normal de corriente mayor que 30 amperes, diferentes a las clavijas polarizadas y los contactos polarizados para clavijas, como se exige en (b) siguiente:

b) Contactos, clavijas y conectores. En los contactos, clavijas polarizadas y conectores de cordones para clavijas polarizadas, debe identificarse la terminal destinada para la conexión del conductor puesto a tierra como sigue:

(1) La identificación debe hacerse por un metal o recubrimiento metálico de color similar al blanco o con la palabra "Blanco" o cualquiera de las letras "B", "N" o "W" situada cerca de la terminal identificada.

(2) Si la terminal no es visible, el orificio de entrada del conductor para la conexión debe pintarse de blanco o señalarse con la palabra "Blanco" o cualquiera de las letras "B", "N" o "W".

NOTA: Véase 250-126, para identificación de las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos.

c) Casquillos roscados. En los dispositivos con casquillo roscado, la terminal del conductor puesto a tierra debe ser la que está conectada al casquillo.

d) Casquillos roscados con terminales. En los dispositivos con casquillo roscado con cables terminales, el conductor unido al casquillo roscado, debe tener un acabado blanco o gris. El acabado exterior del otro conductor debe ser de un color sólido que no se confunda con el acabado blanco o gris usado para identificar el conductor puesto a tierra.

NOTA: Se recomienda tomar precauciones cuando se trabaje en sistemas existentes, dado que en el pasado se pudo haber utilizado el color gris para un conductor no puesto a tierra.

e) Aparatos. Los aparatos con un interruptor unipolar o un dispositivo unipolar de protección contra sobrecorriente en el circuito o casquillos roscados conectados en el circuito, y que se tengan que conectar por:

(1) un método de alambrado permanente, o

(2) por medio de cordones con clavija con tres o más conductores (incluido el conductor de puesta a tierra de equipos), instalados en sitio.

Deben tener medios para identificar la terminal del conductor del circuito puesto a tierra (si lo hubiera).

200-11. Polaridad de las conexiones. No debe conectarse a ninguna terminal o cable algún conductor puesto a tierra que pueda invertir la polaridad designada.

ARTICULO 210
CIRCUITOS DERIVADOS
A. Generalidades

210-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para los circuitos derivados, excepto aquellos que alimenten únicamente cargas de motores, los cuales se cubren en el Artículo 430. Las disposiciones de este Artículo y del 430 se aplican a los circuitos derivados con cargas combinadas.

210-2. Otros Artículos para circuitos derivados con propósitos específicos. Los circuitos derivados deben cumplir con este Artículo y también las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM. Las disposiciones para los circuitos derivados que alimentan equipos mencionados en la Tabla 210-2, modifican o complementan las disposiciones de este Artículo y deben aplicarse a los circuitos derivados referidos en la misma.

Tabla 210-2.- Circuitos derivados de propósito específico

Equipamiento	Artículo	Sección
Anuncios luminosos y alumbrado de realce		600-6
Casas móviles, casas prefabricadas y sus estacionamientos	550	
Circuitos de control remoto, señales y con limitación de corriente de Clase 1, Clase 2 y Clase 3	725	
Circuitos y equipos que funcionan operan a menos de 50 volts	720	
Distribución en circuito cerrado y de corriente programada	780	
Ductos con barras (electroductos)		368-17
Elevadores, montacargas, escaleras y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas		620-61
Equipo de aire acondicionado y refrigeración		440-6

Equipamiento	Artículo	Sección
		440-31 440-32
Equipo de calefacción central eléctrica fija		424-3
Equipo de calefacción central, excepto de calefacción central eléctrica fija		422-12
Equipo de calefacción industrial por lámparas infrarrojas		422-48 424-3
Equipo de calentamiento por inducción y calentamiento dieléctrico	665	
Equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio		640-8
Equipo de rayos X		660-2 517-73
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve		426-4
Equipos de tecnología de información		645-5
Estacionamiento electrificado para camiones	626	
Estudios de cine, televisión y lugares similares	530	
Grúas y montacargas		610-42
Máquinas de soldar eléctricas	630	
Marinas y muelles de yates		555-19
Motores, circuitos de motores y sus controladores	430	
Organos tubulares		650-7
Sistemas de alarma contra incendios	760	
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control		408-52
Teatros, zonas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión, y locales similares		520-41 520-52 520-62
Vehículos recreativos y parques para vehículos recreativos	551	

210-3. Clasificación. Los circuitos derivados de los que trata este Artículo deben clasificarse según el rango en amperes máximo permitido o los ajustes del dispositivo de sobrecorriente. La clasificación de los circuitos derivados que no sean individuales debe ser de 15 hasta 50 amperes. Cuando se usen por cualquier razón conductores de mayor ampacidad, la clasificación del circuito debe estar determinada por el rango en amperes máximo permitido o de los ajustes del dispositivo contra sobrecorriente.

Excepción: Está permitido que los circuitos derivados de más de 50 amperes, con varias salidas, suministren cargas que no sean para alumbrado en instalaciones industriales, donde el mantenimiento y la supervisión permitan que los equipos sean mantenidos sólo por personas calificadas.

210-4. Circuitos derivados multiconductores

a) General. Se permite que los circuitos derivados reconocidos en este Artículo sean circuitos multiconductores. Se permitirá que un circuito multiconductor sea considerado como circuitos múltiples. Todos los conductores de un circuito derivado multiconductor deben salir del mismo tablero de distribución.

NOTA: Un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, utilizado para suministrar potencia a cargas no lineales, puede requerir que el sistema esté diseñado para soportar altas corrientes armónicas en el conductor neutro.

b) Medios de desconexión. Cada circuito derivado multiconductor debe tener los medios para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase en el punto donde se origina el circuito derivado.

NOTA: Véase 240-15(b) para información sobre el uso de interruptores automáticos monopolares como medios de desconexión.

c) Cargas de línea a neutro. Los circuitos derivados multiconductores sólo deben alimentar cargas de línea a neutro.

Excepción 1: Un circuito derivado multiconductor que suministre corriente sólo a un equipo de utilización.

Excepción 2: Cuando todos los conductores de fase del circuito derivado multiconductor se abran simultáneamente por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

NOTA: Véase 300-13(b) para la continuidad del conductor puesto a tierra en circuitos multiconductores.

d) Agrupamiento. Los conductores de fase y los puestos a tierra de cada circuito derivado multiconductor se deben agrupar mediante amarres para cables o con medios similares, por lo menos en un lugar dentro del tablero de distribución o en otro punto de origen.

Excepción: Los requisitos para el agrupamiento no se deben aplicar si el circuito ingresa desde un cable o una canalización únicos para el circuito, que hagan que el agrupamiento sea obvio.

210-5. Identificación de los circuitos derivados

a) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un circuito derivado debe identificarse de acuerdo a 200-6.

b) Conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe identificarse de acuerdo a 250-119.

c) Identificación de conductores de fase. Los conductores de fase deben identificarse de acuerdo a 1), 2) y 3) siguientes.

1) Aplicación. Donde el sistema de alambrado de los inmuebles tiene circuitos derivados alimentados por más de un sistema de tensión, cada conductor de fase de un circuito derivado se debe identificar por fase o línea y por sistema en todos los puntos de terminación, conexión y empalme.

2) Medios de identificación. Se permitirá que los medios de identificación sean por métodos como código de color separado, cinta de marcado, tarjeta u otros medios.

3) Fijación de medios de identificación. El método utilizado para marcar los conductores que se originen dentro de cada tablero de distribución del circuito derivado o en un equipo similar de distribución del circuito derivado, se debe documentar de manera que esté fácilmente disponible o se debe fijar permanentemente a cada tablero de alumbrado y control del circuito derivado o al equipo similar de distribución del circuito derivado.

210-6. Limitaciones de tensión de los circuitos derivados. La tensión de los circuitos derivados no debe exceder los valores permitidos en (a) hasta (e) siguientes:

a) Limitaciones por razón de la ocupación. En las unidades de vivienda y en las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles y locales similares, la tensión no debe superar 120 volts entre los conductores que suministren corriente a las terminales de:

(1) Elementos de alumbrado.

(2) Cargas de 1440 voltamperes o menos, o motores de menos de 187 watts (¼ HP), conectadas con cordón y clavija.

b) De 120 volts entre conductores. Está permitido que los circuitos que no superen 120 volts entre conductores suministren energía a:

(1) Las terminales de portalámparas que estén dentro de su rango de tensión.

(2) Los equipos auxiliares de lámparas de descarga.

(3) Los equipos de utilización conectados con cordón y clavija o permanentemente.

c) De 277 volts a tierra. Está permitido que los circuitos de más 120 volts entre conductores sin exceder 277 volts a tierra, suministren energía a:

(1) Luminarias de descarga eléctrica o luminarias del tipo de diodos emisores de luz, debidamente aprobadas.

(2) Luminarias tipo incandescente aprobadas, cuando son alimentadas a 120 volts o menos de la salida de un autotransformador reductor que es un componente integral de la luminaria y la terminal externa del portalámpara esté eléctricamente conectada al conductor puesto a tierra del circuito derivado.

(3) Equipo de alumbrado equipado con portalámparas de base mogul.

(4) Portalámparas diferentes de los de casquillo roscados, dentro de su rango de tensión.

(5) Equipo auxiliar de lámparas de descarga.

(6) Equipo de utilización conectado con cordón y clavija o permanentemente.

d) De 600 volts entre conductores. Está permitido que los circuitos que excedan 277 volts a tierra y no excedan 600 volts entre conductores, suministren energía a:

(1) Equipo auxiliar de lámparas de descarga, montados en luminarias permanentemente instaladas, cuando estas luminarias están montadas de acuerdo con alguno de los siguientes métodos:

a. A no menos de 6.70 metros de altura en postes o estructuras similares para el alumbrado de exteriores, como autopistas, carreteras, puentes, campos deportivos o estacionamientos.

b. A no menos de 5.50 metros de altura en otras estructuras, como túneles.

(2) Equipo de utilización conectado permanentemente o con cordón y clavija, que no sean luminarias.

(3) Luminarias alimentadas por sistemas de corriente continua cuando éstas contienen un balastro de corriente continua aprobado, que proporcione aislamiento entre la fuente de alimentación de corriente continua y el circuito de la lámpara y protección contra descarga eléctrica cuando se cambian las lámparas.

NOTA: Véase 410-138, en relación a limitaciones para equipo auxiliar.

Excepción 1 a los anteriores incisos (b), (c) y (d): Para portalámparas de aparatos infrarrojos para calefacción industrial, como se establece en 422-14.

e) Más de 600 volts entre conductores. Se permite que los circuitos de más de 600 volts entre conductores alimenten equipos de utilización en instalaciones donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación sólo será atendida por personas calificadas.

210-7. Circuitos derivados múltiples. Cuando dos o más circuitos derivados alimenten dispositivos o equipos en el mismo yugo, debe haber un medio, en el punto donde se origina el circuito derivado, para desconectar simultáneamente los conductores de fase que alimentan a dichos dispositivos.

210-8. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra. Se debe brindar protección a las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra tal y como se exige en (a) a (c) siguientes. El interruptor de circuito por falla a tierra se debe instalar en un lugar fácilmente accesible. En la norma de producto se establece que estos dispositivos deben ser CLASE A (6 mA), mayor información sobre este concepto se encuentra en el Apéndice B en la Tabla B1.2

NOTA: Véase 215-9 para la protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra en los circuitos alimentadores.

a) Unidades de vivienda. Todos los contactos en instalaciones monofásicas de 120 volts de 15 y 20 amperes, instalados en los lugares que se especifican en los incisos (1) hasta (8) siguientes, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:

(1) Cuartos de baño.

(2) Cocheras y también edificios auxiliares con un nivel situados sobre o debajo del nivel del piso, que no estén previstos como cuartos habitables y estén limitados a áreas de almacenamiento, áreas de trabajo y áreas de uso similar.

(3) En exteriores.

Excepción a (1), (2) y (3): Se permite utilizar contactos normales si se instala protección por falla a tierra al principio del circuito derivado en unidades de vivienda popular hasta de 60 m^2

Excepción a (3): Está permitido instalar contactos que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito derivado dedicado para equipos de fusión de nieve, deshielo o para calentar tuberías y tanques, según establece en 426-28 ó 427-22, según sea aplicable.

(4) Espacios de poca altura (que exijan entrar agachado) situados a nivel del suelo o por debajo de él.

(5) Sótanos sin acabados. Para los fines de esta sección, se definen los sótanos sin acabado como las partes o zonas del sótano que no estén pensadas como habitaciones, limitadas a zonas de almacén, de trabajo o similar.

Excepción a (5): No se requiere que los contactos que alimenten únicamente a una alarma contra incendios instalada permanentemente o a un sistema de alarma contra robo, tengan protección con interruptores de circuito por falla a tierra. Los contactos así instalados no se deben considerar que cumplen los requisitos indicados en 210-52(g).

NOTA: Véase 760-41(b) y 760-121(b) para los requerimientos de energía para sistemas de alarma contra incendios.

(6) Cocinas. Cuando los contactos estén instalados en la cubierta del mueble de cocina.

(7) Fregaderos situados en áreas que no sean la cocina, cuando los contactos se instalen a menos de 1.80 metros del borde exterior del fregadero.

Excepción a (6) y (7): En unidades de vivienda popular hasta de 60 m^2. Se permite utilizar contactos normales siempre y cuando se instale protección por falla a tierra en el origen del circuito derivado

(8) Cobertizos para botes.

b) Edificios que no sean viviendas. Todos los contactos en instalaciones monofásicas de 120 volts de 15 y 20 amperes, instalados en los lugares que se especifican en (1) hasta (8) siguientes, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:

(1) Cuartos de baño.
(2) Cocinas.
(3) Azoteas.
(4) En exteriores.

Excepción 1 a (3) y (4): Está permitido instalar contactos que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito derivado especial dedicado para equipos de deshielo o fusión de nieve, deshielo o para calentar tuberías y tanques, según establece el Artículo 426-28 o 427-22, según sea aplicable

Excepción 2 a (4): En establecimientos industriales únicamente, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación sólo será atendida por personas calificadas, se permite un programa de aseguramiento para el conductor de puesta a tierra de equipos, como se especifica en 590-6(b)(2), sólo para aquellas salidas de contacto para alimentar equipos que podrían crear un peligro mayor, si se interrumpe el suministro o que tienen un diseño que no es compatible con la protección con interruptor de circuito por falla a tierra.

(5) Fregaderos. Cuando los contactos se instalen a menos de 1.80 metros del borde exterior del fregadero.

Excepción 1 a (5): En laboratorios industriales, se permite que los contactos usados para alimentar equipos en los cuales el corte de la alimentación introduciría un peligro mayor, se instalen sin protección con interruptor de circuito por falla a tierra.

Excepción 2 a (5): No será requerida protección con interruptor de circuito por falla a tierra para los contactos ubicados en ubicaciones de camas para pacientes en áreas de cuidado general o crítico en instalaciones médicas que no sean las que se tratan en el inciso (1) anterior.

(6) Instalaciones interiores húmedas.
(7) Vestidores con su correspondiente área de regaderas.
(8) Talleres de servicio automotriz, bahías de servicio automotriz y áreas similares, donde se utilizan equipos eléctricos de diagnóstico, herramientas de mano eléctricas o lámparas portátiles.

c) Grúas para botes. Se debe proporcionar protección con interruptor de circuito por falla a tierra para las salidas que no excedan de 240 volts y que alimentan a grúas para botes, instaladas en lugares de unidades de vivienda.

210-9. Circuitos derivados de autotransformadores. Los circuitos derivados no deben partir de autotransformadores, a no ser que el circuito tenga un conductor que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra del sistema que está alimentando al autotransformador.

Excepción 1: Se permite un autotransformador sin la conexión a un conductor puesto a tierra, cuando se transforme de 208 a 240 volts de suministro o similarmente de 240 a 208 volts.

Excepción 2: En edificios industriales en los que se asegure que el mantenimiento y supervisión de las instalaciones deben hacerse sólo por personas calificadas, se permiten autotransformadores que suministren energía a cargas en 600 volts a partir de sistemas de 480 volts y a cargas en 480 volts a partir de sistemas de 600 volts, sin la conexión a un conductor puesto a tierra similar.

210-10. Conductores de fase derivados de sistemas puestos a tierra. Se permitirá que se deriven circuitos de dos conductores en corriente continua y de dos o más conductores de fase en corriente alterna desde conductores de fase de circuitos con neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión en cada circuito derivado deben tener un polo en cada conductor no puesto a tierra. Todos los polos de los dispositivos de desconexión multipolares, cuando se accionan manualmente deben abrir en forma simultánea cuando tales dispositivos sirvan también como medio de desconexión, como se exige en lo siguiente:

(1) 410-93 para portalámparas con interruptores de dos polos.
(2) 410-104 (b) para dispositivos de interrupción de los equipos auxiliares de lámparas de descarga eléctrica.
(3) 422-31 (b) para un aparato.
(4) 424-20 para una unidad fija de calefacción de ambiente.
(5) 426-51 para equipo eléctrico de deshielo y fusión de nieve.
(6) 430-85 para un controlador de motor.
(7) 430-103 para un motor.

210-11. Circuitos derivados requeridos. Se deben instalar circuitos derivados para iluminación y para aparatos, incluidos aparatos operados a motor, para alimentar las cargas calculadas de acuerdo con 220-10. Además, se deben instalar circuitos derivados para cargas específicas no cubiertas por 220-10 cuando se requiera en cualquier otra parte de esta NOM, y para cargas de unidades de vivienda, como se especifica en 210-11(c).

a) Número de circuitos derivados. El número mínimo de circuitos derivados se debe determinar a partir de la carga total calculada y del tamaño o la capacidad nominal de los circuitos utilizados. En todas las

instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para alimentar la carga servida. En ningún caso la carga, en cualquier circuito, excederá la máxima especificada en 220-18.

b) Carga distribuida uniformemente entre circuitos derivados. Cuando la carga se calcule con base en voltamperes por metro cuadrado, el sistema de alambrado hasta e inclusive el tablero de distribución del circuito derivado, se debe dimensionar para servir como mínimo a la carga calculada. Esta carga debe estar distribuida uniformemente, dentro del tablero de distribución, entre los circuitos derivados de varias salidas. Sólo se requiere instalar los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados y los circuitos necesarios para alimentar la carga conectada.

c) Unidades de vivienda

1) Circuitos derivados para aparatos pequeños. Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se deben instalar dos o más circuitos derivados de 20 amperes para aparatos pequeños, para los contactos especificados en 210-52 (b).

2) Circuitos derivados para lavadora. Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se debe instalar al menos un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos de la lavadora que se exigen en 210-52 (f). Este circuito no debe tener otras salidas.

3) Circuitos derivados para cuartos de baño. Además del número de circuitos derivados exigidos en otras partes de esta sección, se debe instalar al menos un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos del cuarto de baño. Estos circuitos no deben tener otras salidas.

Excepción 1: Esta subsección (c), no es aplicable a unidades de vivienda popular de hasta 60 m^2.

Excepción 2: Cuando un circuito de 20 amperes alimenta un solo cuarto de baño, se permitirán otras salidas para otros equipos dentro del mismo cuarto de baño de acuerdo con 210-23(a)(1) y (a)(2).

210-12. Protección con interruptor de circuito por falla de arco.

a) Unidades de vivienda. Todos los circuitos derivados de 120 volts, de 15 y 20 amperes que alimenten salidas monofásicas instaladas en unidades de vivienda en: habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, alcobas, solarios, salones para recreación, armarios, pasillos o cuartos o áreas similares, se podrán proteger con un interruptor de circuito por fallas de arco, instalado para brindar protección al circuito derivado.

NOTA: Ver 760-41(b) y 760-121(b) para los requisitos del suministro de energía para sistemas de alarma contra incendio.

Excepción 1: Cuando se instalan tubo conduit metálico pesado RMC, tubo conduit metálico semipesado IMC, tubo conduit metálico ligero EMT, cable MC o cables armados de acero tipo AC, que cumplen con los requisitos de 250-118 usando cajas metálicas de salida y de empalme, para la porción del circuito derivado entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y la primera salida, se permite la instalación de interruptor de circuito por falla de arco en la primera salida para brindar protección para la porción restante del circuito derivado.

Excepción 2: Cuando una tubería o tubo conduit metálico o no metálico aprobado está embebida en un mínimo de 5 centímetros de concreto en la porción del circuito derivado entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente y la primera salida, se permitirá instalar un interruptor de circuito por falla de arco en la primera salida, para brindar protección a la porción restante del circuito derivado.

Excepción 3: Se permite la omisión de la protección de interruptor de circuito por falla de arco, cuando un circuito derivado individual para un sistema de alarma contra incendio instalado según 760-41(b) o 760-121(b), se instala en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, o cables armados de acero tipo AC o MC, cumpliendo con los requisitos de 250-118 y utilizando cajas metálicas de salida y de empalme.

b) Modificaciones o extensiones de circuitos derivados-Unidades de vivienda. En cualquiera de las áreas especificadas en (a) anterior, cuando el alambrado del circuito derivado se modifica, reemplaza o amplía, se podrá proteger el circuito derivado con una de las siguientes opciones:

(1) Un interruptor de circuito por falla de arco tipo combinación aprobado, localizado en el origen del circuito derivado.

(2) Un interruptor de circuito por falla de arco tipo salida aprobado, localizado en la primera salida del circuito derivado existente.

210-18. Habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes. Las habitaciones y las suites de huéspedes que tienen equipamiento permanente para cocinar, deben tener circuitos derivados instalados de forma tal que cumplan con las reglas para las unidades de vivienda.

B. Clasificación de los circuitos derivados

210-19. Conductores. Ampacidad y tamaño mínimos.

a) Circuitos derivados de hasta 600 volts

1) General. Los conductores de los circuitos derivados deben tener una ampacidad no menor que la correspondiente a la carga máxima que será alimentada. Cuando un circuito derivado suministra cargas continuas o una combinación de cargas continuas y no-continuas, el tamaño mínimo del conductor del circuito derivado, antes de la aplicación de cualquier factor de ajuste o de corrección, deberá tener una ampacidad permisible no menor que la carga no-continua más el 125 por ciento de la carga continua.

Excepción 1: Si el ensamble, incluidos los dispositivos de sobrecorriente que protegen los circuitos derivados, está aprobado para operación al 100 por ciento de su capacidad nominal, se permitirá que la ampacidad de los conductores del circuito derivado no sea menor a la suma de las cargas continuas más las cargas no-continuas.

NOTA 1: Véase 310-15 para la clasificación de los conductores por su ampacidad.

NOTA 2: Véase la Parte B del Artículo 430 para la ampacidad mínima de los conductores de los circuitos derivados de motores.

NOTA 3: Véase 310-15(a)(3) para las limitaciones de temperatura de los conductores.

NOTA 4: Los conductores de circuitos derivados como están definidos en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión mayor que 3 por ciento en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada de los circuitos alimentadores y de los circuitos derivados hasta el contacto más lejano no supere 5 por ciento, proporcionarán una razonable eficiencia de funcionamiento. Para la caída de tensión de los conductores de los circuitos alimentadores, véase la NOTA 2 de 215-2(a)(3).

2) Circuitos derivados con más de un contacto. Los conductores de circuitos derivados que alimentan más de un contacto para cargas portátiles conectadas por cordón y clavija, deben tener una ampacidad no menor a la capacidad nominal del circuito derivado.

3) Estufas y aparatos de cocción. Los conductores de los circuitos derivados que alimentan estufas domésticas, hornos montados en la pared, unidades para cocinar montadas en la cubierta y otros aparatos de cocción, deben tener una ampacidad no menor a la nominal del circuito derivado y no menor a la carga máxima que deban alimentar. Para estufas de 8.75 kilowatts o más, la capacidad mínima del circuito derivado debe ser de 40 amperes.

Excepción 1: Los conductores derivados de un circuito derivado de 50 amperes que alimentan estufas eléctricas, hornos eléctricos montados en la pared y unidades para cocinar montadas en la cubierta, deben tener una ampacidad mínima de 20 amperes, y ser suficiente para la carga que va a alimentar. Estos conductores en derivación incluyen cualquier conductor que sea parte de las terminales suministradas con el aparato que son más pequeñas que los conductores del circuito derivado. Las derivaciones no deben ser más largas de lo necesario para servir al aparato.

Excepción 2: Está permitido que el conductor neutro de un circuito derivado de tres conductores para alimentar una estufa eléctrica doméstica, parrillas eléctricas montadas en la cubierta del mueble de cocina o para un horno montado en la pared, sea de menor tamaño que los conductores de fase cuando la demanda máxima de una cocina de 8.75 kilowatts o más se haya calculado según la columna C de la Tabla 220-55, pero tal conductor debe tener una ampacidad no menor a 70 por ciento de la capacidad nominal del circuito derivado y tamaño no menor a 5.26 mm^2 (10 AWG).

4) Otras cargas. Los conductores de un circuito derivado que alimenten cargas diferentes de las especificadas en 210-2 y otros aparatos diferentes de los de cocción, que se especifican en (a)(3) anterior, deben tener una ampacidad suficiente para las cargas servidas y no deben ser más pequeños al tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG).

Excepción 1: Los conductores en derivación deben tener una ampacidad suficiente para la carga servida. Además, deben tener una ampacidad no menor de 15 amperes para circuitos de capacidad nominal de menos de 40 amperes, y no menor de 20 amperes para circuitos con capacidad nominal de 40 o 50 amperes y sólo cuando esos conductores en derivación alimenten cualquiera de las siguientes cargas:

a. Portalámparas o luminarias individuales con derivaciones no mayores de 45 centímetros desde cualquier parte del portalámparas o de la luminaria.

b. Luminarias con conductores derivados como se indica en 410-117.

c. Salidas individuales, que no sean contactos, con derivaciones no mayores de 45 centímetros de largo.

d. Artefactos de calefacción industrial con lámparas de luz infrarroja.

e. Terminales no calentadoras de tapetes y cables derretidores de nieve y de deshielo.

Excepción 2: Se permitirá que los alambres y cordones flexibles de las lámparas sean de tamaño menor que 2.08 m^2 (14 AWG), como se permite en 240-5.

b) Circuitos derivados de más de 600 volts. La ampacidad de los conductores debe estar acorde con 310-15 y 310-60, según aplique. Los conductores de circuitos derivados de más de 600 volts se deben dimensionar de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

1) General. La ampacidad de los conductores de circuitos derivados no debe ser menor al 125 por ciento de la carga de diseño del equipo de utilización que será operado simultáneamente.

2) Instalaciones supervisadas. Para instalaciones supervisadas, se permite que el tamaño del conductor del circuito derivado sea determinado por personal calificado bajo supervisión de ingeniería. Las instalaciones supervisadas se definen como aquellas partes de la instalación en donde se cumplen las dos condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de diseño e instalación se determinan bajo la supervisión de ingeniería.

(2) Personas calificadas con capacitación y experiencia documentada en sistemas de más de 600 volts proveen el mantenimiento, el monitoreo y el mantenimiento del sistema.

210-20. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos derivados y los equipos deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste que cumpla lo establecido en (a) hasta (d) siguientes.

a) Cargas continuas y no continuas. Cuando un circuito derivado alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no-continuas, la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente no debe ser menor a la carga no-continua más el 125 por ciento de la carga continua.

Excepción: Cuando el ensamble, incluidos los dispositivos de sobrecorriente que están protegiendo el circuito derivado, esté aprobado para funcionamiento al 100 por ciento de su valor nominal, se permitirá que el valor nominal en amperes del dispositivo de sobrecorriente no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no-continua.

b) Protección del conductor. Los conductores se deben proteger de acuerdo con 240-4. Los alambres y cordones flexibles de las lámparas deben estar protegidos según 240-5.

c) Equipo. La capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe exceder la especificada en los Artículos aplicables para el equipo, que se indican en la Tabla 240-3.

d) Dispositivos de salida. El valor nominal o ajuste no debe exceder lo especificado en 210-21 para dispositivos de salida.

210-21. Dispositivos de salida. Los dispositivos de salida deben tener una capacidad nominal de corriente no menor que la carga que van a alimentar y deben cumplir lo establecido en los siguientes incisos (a) y (b):

a) Portalámparas. Cuando estén conectados a un circuito derivado de más de 20 amperes, los portalámparas deben ser del tipo para uso rudo. Un portalámparas para servicio pesado debe tener una capacidad nominal no menor a 660 watts si es de tipo admedium/ (designación de casquillo E29) y no menor a 750 watts si es de cualquier otro tipo.

b) Contactos

1) Contacto individual instalado en un circuito derivado individual. Un contacto sencillo instalado en un circuito derivado individual, debe tener una capacidad nominal no menor que la de dicho circuito.

Excepción 1: Si está instalado según se indica en 430-81(b).

Excepción 2: Está permitido que un contacto instalado exclusivamente para usar un equipo de soldadura por arco conectado con cordón y clavija, tenga una capacidad nominal de corriente no menor a la ampacidad mínima de los conductores del circuito derivado, determinada como se establece en 630-11(a) para las máquinas de soldar por arco.

NOTA: Ver la definición de contacto en el Artículo 100.

2) Carga total conectada con cordón y clavija. Cuando dos o más contactos o salidas estén conectados a un circuito derivado, un contacto no debe alimentar una carga total conectada con cordón y clavija que exceda el máximo especificado en la Tabla 210-21(b)(2).

Tabla 210-21 (b)(2).- Carga máxima conectada a un contacto por medio de un cordón y clavija.

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto	Carga máxima
	Amperes	
15 ó 20	15	12
20	20	16
30	30	24

3) Valor nominal del contacto. Cuando se conecten dos o más contactos o salidas a un circuito derivado, la capacidad nominal de los contactos debe corresponder a los valores de la Tabla 210-21(b)(3) o, si es de más de 50 amperes, la capacidad nominal del contacto no debe ser menor a la capacidad nominal del circuito derivado.

Excepción 1: Se permite que los contactos instalados exclusivamente para usar una o más máquinas de soldar por arco conectadas con cordón y clavija, tenga una capacidad nominal no menor a la ampacidad mínima de los conductores del circuito derivado, tal como se permite en 630-11(a) o (b) para las máquinas de soldar por arco.

Excepción 2: Se permite que el valor nominal en amperes de un contacto instalado para iluminación con lámparas de descarga eléctrica, se base en lo que se indica en 410-62(c).

Tabla 210-21(b)(3).- Capacidad nominal de contactos en circuitos de varias capacidades

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto
Amperes	
15	No más de 15
20	15 ó 20
30	30
40	40 ó 50
50	50

4) Valor nominal de contacto para estufa. Se permite que la capacidad nominal de un contacto para estufa se base en la carga demandada de una sola estufa, tal como se especifica en la Tabla 220-55.

210-23. Cargas permisibles. En ningún caso la carga debe exceder a la capacidad nominal del circuito derivado. Está permitido que un circuito derivado individual alimente cualquier carga dentro de su valor nominal. Un circuito derivado que suministre energía a dos o más contactos o salidas, sólo debe alimentar las cargas de acuerdo con su tamaño, como se especifica en (a) hasta (d) y como se resume en 210-24 y en la Tabla 210-24.

a) Circuitos derivados de 15 y 20 amperes. Se permite que los circuitos derivados de 15 o 20 amperes alimenten a unidades de alumbrado, otros equipos de utilización o una combinación de ambos y debe cumplir con lo que se establece en (1) y (2) siguientes.

Excepción: Los circuitos derivados para aparatos pequeños, los circuitos derivados para lavadora y los circuitos derivados para cuartos de baño exigidos para las unidades de vivienda en 210-11(c)(1), (c)(2) y (c)(3), sólo deben alimentar las salidas de contactos especificadas en esa sección.

1) Equipo conectado con cordón y clavija que no está fijo en un lugar. La carga nominal de cualquier equipo individual de utilización conectado mediante cordón y clavija que no esté fijo en un lugar no debe superar el 80 por ciento de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado.

2) Equipo de utilización fijo en un lugar. La carga nominal total del equipo de utilización fijo en un lugar, que no sean luminarias, no debe superar el 50 por ciento de la capacidad nominal en amperes del circuito derivado, cuando también se alimenten unidades de alumbrado o equipos de utilización conectados con cordón y clavija no fijos en un sitio, o ambos.

b) Circuitos derivados de 30 amperes. Se permite que los circuitos derivados de 30 amperes suministren energía a unidades fijas de alumbrado con portalámparas de servicio pesado, en lugares que no sean viviendas o equipo de utilización en cualquier lugar. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado con cordón y clavija no debe exceder 80 por ciento de la capacidad nominal del circuito derivado.

c) Circuitos derivados de 40 y 50 amperes. Se permite que un circuito derivado de 40 o 50 amperes suministre energía a equipo de cocina fijo en cualquier lugar. En edificios que no sean viviendas, se permite que tales circuitos suministren energía a unidades de alumbrado fijas con portalámparas de servicio pesado, unidades de calefacción por infrarrojos u otros equipos de utilización.

d) Circuitos derivados de más de 50 amperes. Los circuitos de más de 50 amperes sólo deben suministrar energía a cargas que no sean salidas para alumbrado.

210-24. Requisitos para los circuitos derivados-Resumen. En la Tabla 210-24 se resumen los requisitos para los circuitos que tengan dos o más contactos o salidas distintos a los circuitos de contactos indicados en 210-11(c)(1), (c)(2) y (c)(3). Esta tabla sólo brinda un resumen de los requisitos mínimos. Véase 210-19, 210-20 y 210-21 para los requisitos específicos que se aplican a los circuitos derivados.

Tabla 210-24.- Resumen de requisitos de los circuitos derivados

Clasificación de circuito (amperes)	15	20	30	40	50

Conductores (tamaño mínimo)	mm^2	AWG	mm^2	AWG	mm^2	AWG	mm^2	AWG	mm^2	AWG
Conductores del circuito*	2.08	14	3.31	12	5.26	10	8.37	8	13.3	6
Derivaciones	2.08	14	2.08	14	2.08	14	3.31	12	3.31	12
Cables y cordones de artefactos eléctricos, véase 240-5										
Protección contra sobrecorriente (amperes)	**15**		**20**		**30**		**40**		**50**	
Dispositivos de salida:										
Portalámparas permitidos	De cualquier tipo		De cualquier tipo		Servicio pesado		Servicio pesado		Servicio pesado	
Capacidad nominal del contacto, en amperes**	15 máx.		15 o 20		30		40 o 50		50	
Carga Máxima	**15**		**20**		**30**		**40**		**50**	
Carga Permisible	Ver 210-23(a)		Ver 210-23(a)		Ver 210-23(b)		Ver 210-23(c)		Ver 210-23 (c)	

* Estos tamaños se refieren a conductores de cobre.

** Para la capacidad de los contactos instalados para alumbrado de descarga conectados con cordón y clavija, véase 410-62(c).

NOTA: Se permite que la protección contra sobrecorriente sea de valor igual o menor que la clasificación del circuito

210-25. Circuitos derivados en edificios con más de una vivienda.

a) Circuitos derivados en unidades de vivienda. Los circuitos derivados en cada unidad de vivienda sólo deben alimentar cargas dentro de esa unidad o a las asociadas únicamente con esa unidad.

b) Circuitos derivados para áreas comunes. Los circuitos derivados instalados para propósitos de alumbrado, alarmas centrales, señales, comunicaciones u otros propósitos para áreas públicas o comunes de viviendas bifamiliares, viviendas multifamiliares o edificios con varios lugares con distintos usos, no se deben alimentar de equipos que den suministro a una unidad de vivienda individual o a un espacio rentable.

C. Salidas necesarias

210-50. Generalidades. Las salidas de contactos deben instalarse como se especifica en 210-52 a 210-63.

a) Cordón colgante. Un conector de cordón que es alimentado por un cordón colgante instalado permanentemente, se considera como salida para contacto.

b) Conexiones de cordón. Debe instalarse una salida para contacto siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se permite suprimir los contactos para dichos cordones.

c) Salidas para contactos de aparatos. Las salidas para contactos para aparatos específicos instaladas en una vivienda, tales como equipo de lavado, deben instalarse a no más de 1.80 metros del lugar destinado para colocar el aparato.

210-52. Salidas para contactos en unidades de vivienda. Esta sección proporciona los requisitos para las salidas de contactos de 120 volts, 15 y 20 amperes. Los contactos exigidos por esta sección deben ser adicionales a cualquier contacto que:

(1) Sea parte de un aparato o una luminaria,

(2) Esté controlado por interruptor de pared según 210-70(a)(1), Excepción 1,

(3) Se instale en gabinetes o armarios,

(4) Se instale a más de 1.70 metros por encima del piso.

Los calefactores eléctricos tipo-zoclo instalados permanentemente, equipados con salidas de contactos instaladas en fábrica o salidas suministradas como un ensamble separado por el fabricante, se permitirán como los contactos requeridos para el espacio de pared utilizado por estos calefactores instalados en forma permanente. Estas salidas de contacto no se deben conectar a los circuitos del calefactor.

NOTA: Los calentadores eléctricos tipo zoclo aprobados, incluyen instrucciones que pueden prohibir su instalación debajo de las salidas de contactos.

a) Generalidades. En las unidades de vivienda, en cada cuarto de cocina, sala de estar, sala, salón, biblioteca, cuarto de estudio, solario, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar, deben instalarse salidas para contactos de acuerdo con las disposiciones siguientes:

1) Separación. Las salidas para contactos deben instalarse de modo que ningún punto medido horizontalmente a largo de la línea del piso de cualquier espacio de pared esté a más de 1.80 metros, de una salida para contacto.

2) Espacio de pared: Para los efectos de este Artículo debe entenderse "espacio de pared" lo siguiente:

(1) Cualquier espacio de 60 centímetros o más de ancho incluyendo el espacio que se mida en las esquinas y no interrumpido por aberturas de puertas o aberturas similares, chimeneas y gabinetes fijos.

(2) El espacio ocupado por paneles fijos en paredes exteriores, excepto los paneles deslizantes.

(3) El espacio creado por divisores fijos de cuartos tales como mostradores autosoportados tipo bar o barandillas.

3) Contactos de piso. Los contactos de piso no deben contarse como parte del número requerido de salidas de contactos, a menos que estén localizados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la pared.

4) Contactos en las cubiertas. Los contactos instalados sobre las cubiertas, tal y como se especifica en el inciso (c) siguiente no se deben considerar como los contactos exigidos por este inciso (a).

b) Aparatos pequeños.

1) Salidas para contactos alimentados. En la cocina, despensa, comedor, desayunador o área similar de una unidad de vivienda, los dos o más circuitos derivados de 20 amperes para aparatos pequeños que exige 210-11(c)(1), deben alimentar todas las salidas de contactos de pared y de piso a las que se refiere el inciso (a) de esta sección, todas las salidas de cubiertas a las que se refiere el inciso (c) de esta sección y las salidas de contactos para equipos de refrigeración.

Excepción 1: Además de los contactos exigidos enumerados en 210-52, se permitirá que sean alimentados por un circuito derivado de uso general los contactos controlados con interruptor, como se define en 210-70(a)(1), Excepción 1.

Excepción 2: Se permitirá que la salida de contactos para equipos de refrigeración se alimente de un circuito derivado independiente de 15 amperes o mayor.

2) Ninguna otra salida. Los dos o más circuitos derivados para aparatos pequeños especificados en 210-52 (b)(1) no deben tener salidas para otros propósitos.

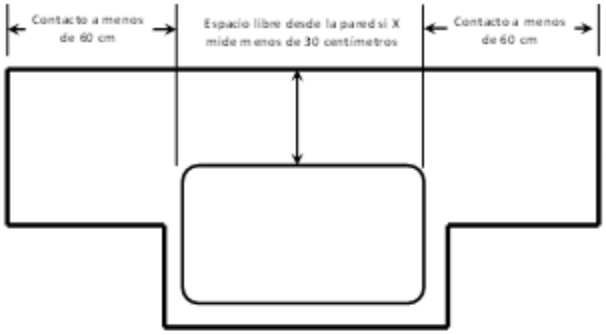
Excepción 1: Un contacto instalado exclusivamente para la alimentación y soporte de un reloj eléctrico en cualquiera de los cuartos especificados en (b)(1) anterior.

Excepción 2: Los contactos instalados para conectar equipos e iluminación suplementarios de estufas de gas, hornos de gas y parrillas de gas montadas sobre la cubierta.

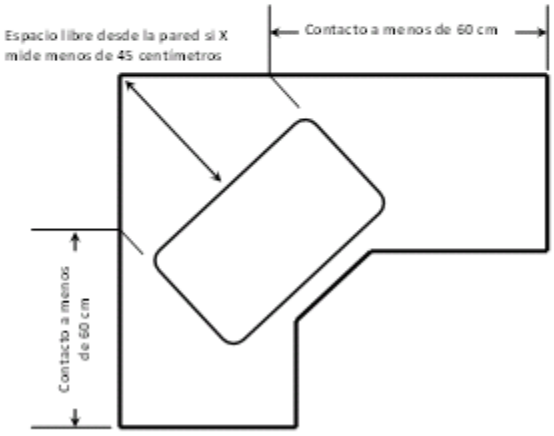
3) Requisitos para contactos en la cocina. Los contactos instalados en las cubiertas de una cocina, deben estar alimentados cuando menos por dos circuitos derivados de aparatos pequeños, se permitirá que cada uno de estos circuitos, o ambos, también alimenten salidas de contacto en el mismo cuarto de cocina y en otros cuartos especificados en (b)(1). Se permitirán circuitos derivados adicionales que alimenten las salidas de contactos de la cocina y de otras habitaciones especificadas en (b)(1). Ningún circuito derivado para pequeños aparatos debe alimentar más de una cocina.

c) Cubiertas. En los cuartos de cocinas, despensas, desayunador, comedores y áreas similares de las unidades de vivienda se deben instalar salidas de contacto para las cubiertas, de acuerdo con (1) a (5) siguientes.

1) Espacio de pared de la cubierta. Se debe instalar un contacto en cada espacio de pared de la cubierta que tenga 30 centímetros o más de ancho. Las salidas de contacto se deben instalar de modo que ningún punto a lo largo de la línea de la pared quede a más de 60 centímetros, medido horizontalmente, desde un contacto en ese espacio.



Estufa de gas o eléctrica que sale del frente de la cubierta



Estufa de gas o eléctrica montada en una esquina

Figura 210-52 (c)(1).- Determinación del espacio de pared de la cubierta.

Excepción: No se requieren salidas de contactos en una pared directamente por detrás de una estufa, una parrilla de cubierta o un fregadero en la instalación que se describe en la Figura 210-52(c)(1).

2) Espacios en las cubiertas de isla. Se debe instalar por lo menos un contacto en cada cubierta de isla cuya dimensión más larga tenga 60 centímetros o más y la más corta 30 centímetros o más.

3) Espacios en las cubiertas de península. En cada cubierta de península, cuya dimensión más larga tenga 60 centímetros o más y la más corta 30 centímetros o más, se debe instalar por lo menos una salida de contacto. Una cubierta de península se mide desde la orilla que se une a otra parte de la cocina.

4) Espacios separados. Para aplicar los requisitos del inciso (1) anterior, se deben considerar como espacios separados las cubiertas separados por estufas, refrigeradores o fregaderos. Si una estufa, una parrilla de cubierta o un fregadero son instalados en mesones de isla o de península y la profundidad de la cubierta por detrás de la estufa, parrilla de cubierta o fregadero es menor a 30 centímetros, se debe considerar que la estufa, la parrilla de cubierta o el fregadero dividen el espacio de la cubierta en dos espacios de cubiertas separadas. Cada espacio separado de cubiertas debe cumplir con los requisitos aplicables de este inciso(c).

5) Ubicación de las salidas de contacto. Las salidas de contacto deben estar ubicadas en o sobre las cubiertas, pero a no más de 50 centímetros por encima de la cubierta. Se permite que ensambles de salidas de contactos aprobadas para esta aplicación se instalen en las cubiertas. Las salidas de contactos que no queden fácilmente accesibles debido a aparatos fijos, alacenas, fregadero o estufa sobrepuesta como los cubiertos en (c)(1), Excepción, o por aparatos que ocupen un espacio dedicado, no se deben considerar como parte de las salidas exigidas.

NOTA: Véase 406-5(e) para los requisitos para la instalación de contactos en las cubiertas.

Excepción a (5): Para cumplir las condiciones especiales especificadas en (1) o (2), se permitirá que las salidas de contacto vayan montadas a no más de 30 centímetros por debajo de la cubierta. Los contactos montados por debajo de la cubierta, de acuerdo con esta excepción, no se deben localizar donde la cubierta sobresalga más de 15 centímetros de su base de apoyo:

(1) Construcción para personas discapacitadas

(2) En cubiertas tipo isla o península, cuando la cubierta es plana en toda su superficie (sin salpicaderos, divisores, etc.) y no hay medios para montar un contacto dentro de los 50 centímetros por encima de la cubierta, como por ejemplo un gabinete de techo.

d) Cuartos de baño. En los cuartos de baño de unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un contacto a no más de 90 centímetros del borde exterior de cada lavabo. Las salidas de contacto se deben localizar en una pared o una división que sea adyacente al lavabo o a la cubierta del lavabo, localizadas en la cubierta, o se debe instalar en la superficie lateral o frontal del gabinete del lavabo a no más de 30 centímetros por debajo de la cubierta. Se permite que los ensambles de salidas de contacto aprobados para esta aplicación sean instalados en las cubiertas.

NOTA: Véase 406-5(e) para los requisitos para la instalación de contactos en las cubiertas.

e) Salidas exteriores. Las salidas de contactos en los exteriores de la vivienda se deben instalar de acuerdo con (1) a (3) siguientes. Véase 210-8(a)(3).

1) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En una vivienda unifamiliar y en cada unidad de una vivienda bifamiliar que estén a nivel del suelo, se debe instalar al menos una salida de contacto accesible mientras se está de pie al nivel del suelo y que esté ubicado a no más de 2.00 metros sobre el suelo, en la parte frontal y posterior de la vivienda.

2) Viviendas multifamiliares. En cada unidad de vivienda de una unidad multifamiliar donde la unidad de vivienda esté a nivel del suelo y tenga entradas/salidas exteriores individuales, se debe instalar por lo menos una salida de contacto accesible desde el suelo y a no más de 2.00 metros por encima del suelo.

3) Balcones, terrazas y pórticos. Los balcones, terrazas y pórticos accesibles desde el interior de la vivienda deben tener por lo menos una salida de contacto instalada dentro del perímetro del balcón, la terraza o el pórtico. El contacto no debe estar a más de 2.00 metros por encima de la superficie del balcón, terraza o pórtico.

f) Areas de lavadora. En las unidades de vivienda se debe instalar como mínimo una salida de contacto para la lavadora.

Excepción 1: En una unidad de vivienda que sea un apartamento o área de vivienda en un edificio multifamiliar, en la que haya instalaciones de lavado en el mismo inmueble disponibles para todos los ocupantes del mismo, no se exigirá el contacto para lavadora.

Excepción 2: En viviendas distintas de las unifamiliares en las que no haya o no estén permitidas instalaciones de lavandería, no es necesario un contacto para lavadora.

g) Sótanos, garajes y edificios accesorios. En las viviendas unifamiliares se deben aplicar las siguientes disposiciones:

(1) En todos los sótanos, garajes adjuntos, garajes independientes y edificios accesorios que tengan instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida de contacto adicional a aquellos para equipo específico.

(2) Cuando una parte del sótano tiene construido uno o más espacios habitables, cada parte independiente no terminada debe tener una salida de contacto instalada según se indica en esta sección.

h) Pasillos. En las unidades de vivienda, los pasillos de 3.00 metros o más de longitud deben tener por lo menos una salida de contacto.

Para efectos de esta subsección, la longitud del pasillo se mide a lo largo de la línea central del pasillo, sin pasar por ninguna puerta.

i) Vestíbulos. Los vestíbulos que no son parte de un pasillo de acuerdo con (h) anterior y que tienen una superficie mayor que 5.60 m² deben tener un contacto localizado en cada espacio de pared de 90 centímetros o más de ancho, que no sean interrumpidos por entradas, ventanas del piso al techo y aberturas similares.

210-60. Habitaciones de huéspedes, suites de huéspedes, dormitorios y alojamientos similares.

a) Generalidades. Las habitaciones o suites de huéspedes de los hoteles, moteles, los cuartos de dormir en los dormitorios y en alojamientos similares deben tener instaladas salidas de contacto, de acuerdo con 210-52(a) y 210-52(d). Las habitaciones o suites de huéspedes que tengan servicios de cocina permanentes deben tener salidas de contacto instaladas de acuerdo con todas las reglas aplicables de 210-52.

b) Ubicación del contacto. Aplicando las disposiciones de 210-52(a), el número total de salidas de contactos no debe ser inferior al número mínimo que cumpla con las disposiciones de esa sección. Se permitirá ubicar convenientemente estas salidas de contacto de acuerdo con la disposición permanente de los muebles. Debe haber al menos dos salidas de contacto fácilmente accesibles.

Cuando los contactos estén instalados detrás de la cama, el contacto se debe ubicar de manera que se evite el contacto de la cama con cualquier clavija de conexión que pueda instalarse, o el contacto se debe proteger adecuadamente.

210-62. Aparadores. Directamente por encima de un aparador debe instalarse por lo menos una salida para contacto por cada 3.50 metros del aparador, medidos horizontalmente en su parte más ancha.

210-63. Salidas para equipos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración. Debe instalarse una salida para contacto monofásica de 120 volts y 15 ó 20 amperes en un lugar accesible para el mantenimiento de los equipos de calefacción, refrigeración y aire acondicionado en las azoteas, áticos y espacios de poca altura. La salida para contacto debe estar situada al mismo nivel y a una distancia no mayor de 7.50 metros del equipo de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. La salida para contacto no debe conectarse del lado de la carga del medio de desconexión del equipo.

Excepción: No se exigirá un contacto en viviendas unifamiliares y bifamiliares, para el mantenimiento de enfriadores evaporativos.

NOTA: Véase 210-8 para los requisitos de interruptores de circuito por falla a tierra.

210-70. Salidas requeridas para alumbrado. Las salidas para alumbrado deben instalarse donde se especifica en (a), (b) y (c) siguientes:

a) Unidad o unidades de vivienda. En las unidades de vivienda, las salidas de alumbrado deben instalarse de acuerdo a las siguientes disposiciones.

1) Cuartos habitables. Debe instalarse al menos una salida para alumbrado controlada por un interruptor de pared, en todos los cuartos habitables y cuartos de baño.

Excepción 1: En otros lugares diferentes de cocinas y cuartos de baño se permite uno o más contactos controlados mediante interruptor de pared en lugar de salidas de alumbrado.

Excepción 2: Se permite que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de presencia que (1) Sean complementarios a los interruptores de pared, o (2) estén situados donde se instalan normalmente los interruptores de pared y estén equipados con un control manual adicional que permita que el sensor funcione como interruptor de pared.

2) Lugares adicionales. Se deben instalar salidas de alumbrado adicionales de acuerdo con a), b) y c) siguientes:

a. Por lo menos una salida de alumbrado controlada con un interruptor de pared, en pasillos, escaleras, garajes adjuntos y garajes separados con energía eléctrica.

b. Para unidades de vivienda, garajes adjuntos y garajes independientes con energía eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida de alumbrado controlada por interruptor de pared para iluminar el lado exterior de las entradas o salidas con acceso a nivel del piso. Una puerta vehicular en un garaje no se debe considerar como una entrada o salida exterior.

c. Cuando estén instaladas una o más salidas de alumbrado en escaleras interiores, debe haber un interruptor de pared al nivel de cada piso y en cada nivel del descanso que incluya una entrada, para controlar las salidas de alumbrado, en todos los casos cuando la escalera entre niveles sea de seis escalones o más.

Excepción a (a), (b) y (c) anteriores: En pasillos, escaleras y accesos exteriores, se permite el control remoto, central o automático del alumbrado.

3) Espacios para almacenamiento o equipo. En desvanes, sótanos, espacios bajo el piso, cuartos utilitarios y cuartos de máquinas, debe instalarse al menos una salida para alumbrado con un interruptor en el portalámpara o controlado por un interruptor de pared, en donde estos espacios se utilizan para almacenamiento o para contener equipo que requiere reparación. Al menos un punto de control debe estar en el punto habitual de entrada a estos espacios. La salida de alumbrado debe instalarse en el o cerca del equipo que requiere servicio.

b) Habitaciones de huéspedes. En las habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes de los hoteles, moteles o lugares similares, debe haber al menos una salida para alumbrado controlada por un interruptor de pared en cada cuarto habitable y en el cuarto de baño.

Excepción 1: En otros lugares diferentes de cuartos de cocina y cuartos de baño se permitirán uno o más contactos controlados mediante un interruptor de pared para cubrir las necesidades de alumbrado.

Excepción 2: Se permitirá que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de presencia que: (1) sean adicionales a los interruptores de pared o (2) estén situados donde se instalan normalmente los interruptores de pared y estén equipados con un control manual adicional que permita que el sensor funcione como interruptor de pared.

c) Otros lugares que no son de vivienda. En los sótanos o espacios bajo el piso que albergan equipos que requieren servicio, tales como los de calefacción, refrigeración o aire acondicionado, debe instalarse al menos una salida de alumbrado con interruptor en el portalámpara o controlada por un interruptor de pared. Al menos un punto de control debe estar en el punto habitual de entrada a estos espacios. La salida de alumbrado debe instalarse en el o cerca del equipo que necesita servicio.

ARTICULO 215

ALIMENTADORES

215-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos de instalación, de protección contra sobrecorriente, de la ampacidad y tamaño mínimo de los conductores, para los alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados.

Excepción: Alimentadores para celdas electrolíticas de los que trata 668-3(c)(1) y (c)(4).

215-2. Capacidad y tamaños mínimos del conductor.

a) Alimentadores hasta de 600 volts.

1) General. Los conductores de los alimentadores deben tener una ampacidad no menor que la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las Partes C, D y E del Artículo 220. El tamaño mínimo del conductor del circuito alimentador antes de la aplicación de cualquier ajuste o de factores de corrección, debe tener una ampacidad permisible no menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua.

Excepción 1: Si el ensamble, incluyendo los dispositivos de sobrecorriente que protegen los alimentadores, está aprobado para operación al 100 por ciento de su valor nominal, se permitirá que la ampacidad permisible de los conductores de los alimentadores no sea menor a la suma de la carga continua más la carga no continua.

Excepción 2: Se permitirá que los conductores puestos a tierra que no están conectados a un dispositivo de protección contra sobrecorriente se dimensionen al 100 por ciento de las cargas continuas y no continuas.

2) Conductor puesto a tierra. El tamaño del conductor puesto a tierra del circuito alimentador no debe ser menor al exigido en 250-122, excepto que no se debe aplicar 250-122(f) cuando los conductores puestos a tierra estén instalados en paralelo.

3) Ampacidad relativa a los conductores de acometida. La ampacidad de los conductores del alimentador no debe ser menor a la de los conductores de acometida cuando los conductores del alimentador lleven el total de la carga alimentada por los conductores de acometida, con una ampacidad de 55 amperes o menos.

4) Conductores de unidades de vivienda individuales o de casas móviles. No es necesario que los conductores de los alimentadores para unidades de vivienda individuales o casas móviles sean mayores que los conductores de acometida. Para definir el tamaño del conductor, se permitirá usar 310-15(b)(6).

NOTA 2: Los conductores de los alimentadores tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño que evite una caída de tensión superior al 3 por ciento en la salida más lejana para cargas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere el 5 por ciento, ofrecerán una eficiencia de funcionamiento razonable.

NOTA 3: Véase 210-19(a), Nota 4, para la caída de tensión de los circuitos derivados.

b) Alimentadores de más de 600 volts. La ampacidad de los conductores debe estar acorde con 310-15 y 310-60, según corresponda. El tamaño del conductor puesto a tierra del circuito alimentador, cuando esté instalado, no debe ser menor al exigido en 250-122, excepto que no se debe aplicar 250-122(f) cuando los conductores puestos a tierra estén instalados en paralelo. Los conductores de los alimentadores de más de 600 volts se deben dimensionar de acuerdo con (1), (2) ó (3) siguientes.

1) Alimentadores que dan suministro a transformadores. Cuando únicamente se alimentan transformadores, la ampacidad de los conductores de los alimentadores no debe ser menor a la suma de las capacidades nominales indicadas en las placas de los transformadores alimentados.

2) Alimentadores que dan suministro a transformadores y a equipo de utilización. La ampacidad de los alimentadores que dan suministro a una combinación de transformadores y equipo de utilización no debe ser menor a la suma de las capacidades nominales indicadas en las placas de los transformadores alimentados, y el 125 por ciento de la carga de diseño prevista del equipo de utilización que funcionará simultáneamente.

3) Instalaciones supervisadas. En instalaciones supervisadas, se debe permitir que las dimensiones del tamaño del conductor del alimentador sean determinadas por personas calificadas bajo la supervisión de ingeniería. Las instalaciones supervisadas se definen como aquellas partes de la instalación en donde se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de diseño e instalación se suministran bajo la supervisión de ingeniería.

(2) Personas calificadas con capacitación y experiencia, documentados, en sistemas de más de 600 volts proveen el mantenimiento, el monitoreo y el servicio del sistema.

215-3. Protección contra sobrecorriente. Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la Parte A del Artículo 240. Cuando un alimentador suministra cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la carga no continua, más el 125 por ciento de la carga continua.

Excepción 1: Cuando el ensamble, incluidos los dispositivos que protegen el alimentador contra sobrecorriente, esté aprobado para funcionamiento al 100 por ciento de su capacidad nominal, se permitirá que la capacidad nominal en amperes del dispositivo de sobrecorriente no sea menor que la suma de la carga continua más la carga no continua.

Excepción 2: La protección contra sobrecorriente para los alimentadores de más de 600 volts debe cumplir con lo establecido en la Parte I del Artículo 240.

215-4. Alimentadores con neutro común

a) Alimentadores con neutro común. Se permitirá que hasta tres grupos de alimentadores de tres hilos o dos grupos de alimentadores cuatro o cinco hilos utilicen un neutro común.

b) En canalizaciones o envolventes metálicas. Cuando estén instalados en una canalización u otra envolvente metálica, todos los conductores de todos los alimentadores con neutro común deben estar encerrados en la misma canalización o envolvente, como se exige en 300-20.

215-5. Diagramas de alimentadores. Antes de la instalación de los circuitos alimentadores debe de elaborarse un diagrama que muestre los detalles de dichos circuitos. Este diagrama debe mostrar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura alimentada por cada alimentador; la carga total conectada antes de aplicar los factores de demanda; los factores de demanda aplicados; la carga calculada después de aplicar los factores de demanda y el tipo y tamaño de los conductores utilizados.

215-6. Conductor de puesta a tierra de equipos del alimentador. Cuando un alimentador suministre energía a circuitos derivados que requieran conductores de puesta a tierra de equipos, el alimentador debe incluir o proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con lo establecido en 250-134, al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra de equipos de los circuitos derivados. Cuando el alimentador suministre energía a un edificio o estructura independiente, se deben aplicar los requisitos de 250-32(b).

215-7. Conductores de fase derivados de sistemas puestos a tierra. Se permite derivar circuitos de corriente continua de dos conductores y de corriente alterna de dos o más conductores de fase, desde los conductores de fase de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión en cada circuito derivado deben tener un polo en cada conductor no puesto a tierra.

215-9. Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra. Se permite que los alimentadores que proporcionen energía a circuitos derivados de 15 y 20 amperes para contactos estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra, o mediante un interruptor diferencial por corriente residual, en vez de lo establecido para tales interruptores en 210-8 y 590-6(a).

215-10. Protección de equipos contra fallas a tierra. Cada desconectador de un alimentador, con una corriente de desconexión de 1000 amperes o más, instalado en un sistema conectado en estrella y sólidamente conectado a tierra, con una tensión de más de 150 volts a tierra, pero que no supere 600 volts entre fases, debe estar dotado de equipo de protección contra fallas a tierra de acuerdo con las disposiciones de 230-95.

NOTA: Para edificios que tienen lugares para cuidado de la salud, ver los requisitos de 517-17.

Excepción 1: Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a medios de desconexión para un proceso industrial continuo, cuando una parada no programada introducirá peligros mayores o adicionales.

Excepción 2: Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar si la protección del equipo contra fallas a tierra se provee en el lado de suministro del alimentador y en el lado de carga de cualquier transformador que suministre al alimentador.

215-11. Circuitos derivados de autotransformadores. Los alimentadores no deben derivarse de autotransformadores, a menos que el sistema alimentado tenga un conductor que esté conectado eléctricamente a un conductor puesto a tierra de la instalación de suministro del autotransformador.

Excepción 1: Se permitirá un autotransformador sin conexión a un conductor puesto a tierra, cuando transforme de 208 a 240 volts o similarmente de 240 a 208 volts.

Excepción 2: En edificios industriales donde se asegure que el mantenimiento y la supervisión de las instalaciones deben hacerse sólo por personal calificado, se permiten autotransformadores que suministren energía a cargas de 600 volts a partir de sistemas de 480 volts y a cargas de 480 volts a partir de sistemas de 600 volts, sin conexión con un conductor similar puesto a tierra similar.

215-12. Identificación de los alimentadores.

a) Conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra de un alimentador se debe identificar según lo establecido en 200-6.

b) Conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta atierra de equipos se debe identificar según lo establecido en 250-119.

c) Conductores de fase. Cuando el sistema de alambrado de los inmuebles tenga alimentadores suministrados por más de una tensión de sistema, cada conductor de fase de un alimentador se debe identificar por fase o línea y por sistema, en todos los puntos de terminación, conexión y empalme. Se debe permitir que los medios de identificación sean por métodos como código de color por separado, cinta de marcado, etiquetado u otros medios aprobados. El método utilizado para conductores que se originen dentro de cada tablero de distribución del alimentador o en un equipo similar de distribución del alimentador, se debe documentar de manera que esté fácilmente disponible o se debe fijar permanentemente a cada tablero de distribución del alimentador o equipo similar.

ARTICULO 220
CALCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS
A. Generalidades

220-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para calcular las cargas de los circuitos derivados, de los alimentadores y de las acometidas. La Parte A proporciona los requisitos generales para los métodos de cálculo. La Parte B suministra los métodos de cálculo para las cargas de los circuitos derivados. Las Partes C y D proporcionan los métodos de cálculo para los alimentadores y acometidas. La Parte E proporciona los métodos de cálculo para instalaciones agrícolas.

NOTA: Ver la Figura 220-1 relacionada con información sobre la organización del Artículo 220.

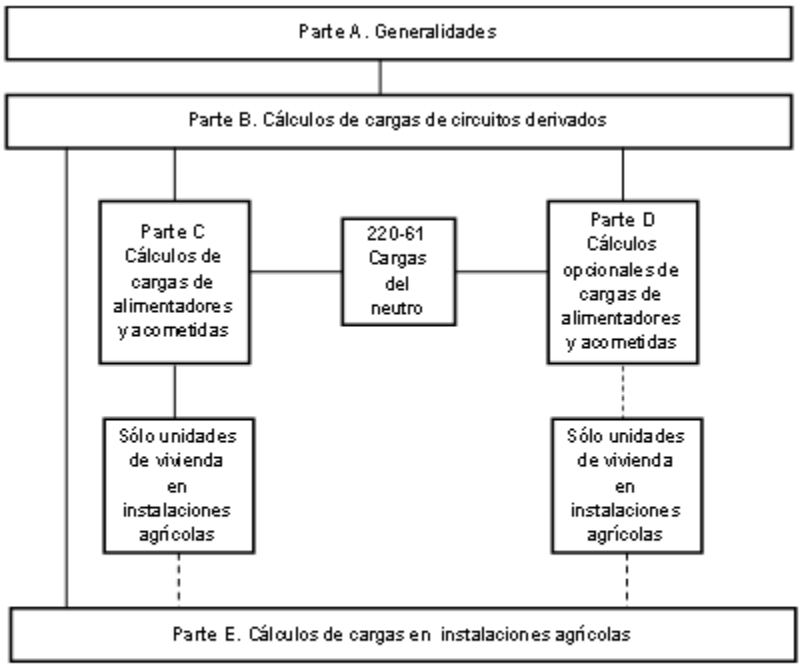


Figura 220-1.- Métodos de cálculo para circuitos derivados, alimentadores y acometidas

220-3. Aplicación de otros Artículos. En otros Artículos que se aplican para el cálculo de cargas en aplicaciones especializadas, existen requisitos proporcionados en la Tabla 220-3 que son adicionales o que modifican a los de este Artículo.

220-5. Cálculos.

a) Tensiones. Si no se especifican otras tensiones, para el cálculo de cargas del alimentador y de los circuitos derivados, deben aplicarse las tensiones de 120, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 240, 347, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 volts.

b) Fracciones de un ampere. Cuando los cálculos den como resultado una fracción decimal se permitirá redondear al ampere entero más cercano. Cuando la fracción decimal es menor que 0.5 se redondeará hacia abajo.

Tabla 220-3.- Referencias para el cálculo de carga adicional

Cálculo	Artículo	Sección o Parte
Alimentadores de tableros de distribución en escenarios - teatros	520	520-27
Bases de cálculo - estacionamientos de vehículos recreativos	551	551-73 (a)
Caída de tensión (cálculo obligatorio) - bombas contra incendios	695	695-7
Caída de tensión (cálculo obligatorio) - equipo eléctrico sensible	647	647-4 (d)
Cálculos de circuitos derivados de más de 600 volts	210	210-19 (b)
Cálculos de la ampacidad- soldadores eléctricos	630	630-11, 630-31
Cálculos de la carga del alimentador y de acometida – marinas y muelles	555	555-12
Cálculos del alimentador de más de 600 volts	215	215-2 (b)
Calentadores de agua tipo almacenamiento	422	422-11 (e)
Capacidad nominal y tamaño - los conductores de grúas y montacargas eléctricos	610	610-14
Carga total para determinar el suministro de energía- casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	550	550-18 (b)
Conductores - convertidores de fase	455	455-6
Dimensionado de los conductores del alimentador para escenarios en estudios de televisión - Estudios de cine, de televisión y lugares similares	530	530-19
Dimensionado del circuito derivado - equipos eléctricos fijos de calefacción para tuberías y recipientes	427	427-4
Dimensionado del circuito derivado - equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente	424	424-3
Dimensionado del circuito derivado -equipos eléctricos fijos exteriores para deshielo y fusión de nieve	426	426-4
Dimensionado del circuito y corriente - sistemas solares fotovoltaicos	690	690-8
Dimensionado del conductor de alimentación - maquinaria industrial	670	670-4 (a)
Dimensionado del conductor del circuito derivado - equipos de aire acondicionado y de refrigeración	440	Parte D
Dimensionado del conductor del circuito derivado - galvanoplastia	669	669-5
Equipos de carga combinada, de motores y de motores múltiples	430	430-25
Espacios electrificados para estacionamiento de camiones	626	
Factores de demanda del alimentador - elevadores	620	620-14
Factores de demanda del alimentador - motores	430	430-26
Factores de demanda permisibles para sistemas de alambrado eléctrico en estacionamientos - casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	550	550-31
Líneas - celdas electrolíticas	668	668-3(c)
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	675-7(a) y 675-22(a)
Motores, varios motores o un(os) motor(es) y otra(s) carga(s)	430	430-24

B. Cálculo de cargas de circuitos derivados.

220-10. Generalidades. Las cargas de los circuitos derivados deben calcularse como se indica en 220-12, 220-14 y 220-16.

220-12. Cargas de alumbrado para lugares específicos. La carga mínima de alumbrado por cada metro cuadrado de superficie del piso, debe ser mayor o igual que la especificada en la Tabla 220-12 para los lugares específicos indicados en la misma. El área del piso de cada planta debe calcularse a partir de las dimensiones exteriores del edificio, unidad de vivienda u otras áreas involucradas. Para las unidades de vivienda, el área calculada del piso no debe incluir los patios abiertos, las cocheras ni los espacios no utilizados o sin terminar, que no sean adaptables para su uso futuro.

NOTA: Los valores unitarios de estos cálculos se basan en condiciones de carga mínima y un factor de potencia del 100 por ciento y puede ser que no provean la capacidad suficiente para la instalación considerada.

Tabla 220-12.- Cargas de alumbrado general por tipo del inmueble

Tipo del inmueble	Carga unitaria (VA/m^2)
Bancos	39[b]
Casas de huéspedes	17
Clubes	22
Cuarteles y auditorios	11
Depósitos (almacenamiento)	3
Edificios de oficinas	39[b]
Edificios industriales y comerciales (lugares de almacenamiento)	22
Escuelas	33
Estacionamientos comerciales	6
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocineta	22
Iglesias	11
Juzgados	22
Lugares de almacenamiento	3
Peluquerías y salones de belleza	33
Restaurantes	22
Tiendas	33
Unidades de vivienda[a]	33
En cualquiera de las construcciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
En cualquiera de las construcciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Vestíbulos, pasillos, closets, escaleras	6
Lugares de reunión y auditorios	11
Bodegas	3

[a] Ver 220-14(j)

[b] Ver 220-14(k)

220-14. Otras cargas para todo tipo de construcciones. En todas las construcciones, la carga mínima de cada salida de contacto de uso general y salidas no utilizadas para alumbrado general, no debe ser menor a las calculadas en (a) hasta (l) siguientes, las cargas indicadas se basan en la tensión de los circuitos derivados:

Excepción: Se deben descartar de los cálculos las salidas que alimentan los conmutadores en centrales telefónicas

a) Aparatos o cargas específicas. Una salida para un aparato específico u otra carga no incluida en 220-14 (b) hasta (l) se debe calcular con base en la corriente del aparato o carga conectada.

b) Secadoras eléctricas y aparatos de cocción en unidades de vivienda. Se permitirá efectuar los cálculos de las cargas como se especifica en 220-54 para secadoras eléctricas y en 220-55, para estufas eléctricas y otros aparatos de cocción.

c) Cargas de motor. Las salidas para cargas de motor se deben calcular de acuerdo con los requisitos de 430-22, 430-24 y 440-6.

d) Luminarias. Una salida que alimenta luminarias se debe calcular con base en el valor máximo en voltamperes del equipo y las lámparas para las que esté designada dicha luminaria.

e) Portalámparas de trabajo pesado. Las salidas para portalámparas de trabajo pesado se deben calcular con un mínimo de 600 voltamperes.

f) Alumbrado de anuncios y de contorno. Las salidas para iluminación de anuncios e iluminación de contorno se deben calcular con una carga mínima de 1200 voltamperes para cada circuito derivado exigido, como se especifica en 600-5(a).

g) Aparadores. Los aparadores se deben calcular de acuerdo con cualquiera de los siguientes numerales:

(1) La carga unitaria por salida, como se exige en otras disposiciones de esta sección.

(2) 200 voltamperes por cada 30 centímetros de aparador.

h) Ensambles fijos de múltiples salidas. Los ensambles fijos de múltiples salidas usados en edificios que no sean unidades de vivienda, habitaciones de huéspedes o suites de huéspedes en hoteles o moteles, se deben calcular de acuerdo con (1) o (2) siguientes. Para los propósitos de esta sección, se permitirá que el cálculo se base en la parte que contiene las salidas de contacto.

(1) En el caso que sea improbable que se usen simultáneamente varios aparatos, por cada sección 1.50 metros o fracción de cada longitud separada y continua, se debe considerar una salida de cuando menos 180 voltamperes.

(2) En el caso de aparatos que sea probable que se usen simultáneamente, cada 30 centímetros o fracción se debe considerar como una salida de cuando menos 180 voltamperes.

i) Salidas para contactos. Excepto como se establece en (j) y (k) siguientes, las salidas de contactos se deben considerar cuando menos de 180 voltamperes para cada contacto sencillo o múltiple instalado en el mismo yugo. Un contacto múltiple compuesto de cuatro o más contactos, se debe calcular con no menos de 90 voltamperes por cada contacto. Esta disposición no se debe aplicar a salidas para contactos especificadas en 210-11c)(1) y (c)(2).

J) Alojamientos. En viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en habitaciones de huéspedes o suites de huéspedes de hoteles y moteles, las salidas especificadas en este mismo subinciso están incluidas en los cálculos de carga de alumbrado general de 220-12. No se deben exigir cálculos de carga adicionales para estas salidas.

(1) Todas las salidas de contactos para uso general de 20 amperes nominales o menos, incluidos los contactos conectados a los circuitos, en 210-11(c)(3).

(2) Las salidas de contactos especificadas en 210-52(e) y (g).

(3) Las salidas de alumbrado especificadas en 210-70(a) y (b).

k) Bancos y edificios de oficinas. En bancos o edificios de oficinas, las cargas de contactos se deben calcular de modo que sean superiores a las que se indican en los numerales (1) o (2), siguientes:

(1) La carga calculada a partir de 220-14(i)

(2) 11 voltamperes/m^2

l) Otras salidas. Otras salidas no cubiertas en (a) hasta (k) de esta sección se deben calcular con base en 180 voltamperes por salida.

220-16. Cargas para ampliación de las instalaciones existentes.

a) Unidades de vivienda. Las cargas agregadas a unidades de vivienda existentes deben cumplir con lo siguiente, según corresponda:

(1) Las cargas para ampliaciones estructurales de una unidad de vivienda existente o de una parte de una unidad de vivienda en la que no existía instalación, si superan 46.50 m^2, se deben calcular de acuerdo con 220-12 y 220-14.

(2) Las cargas de circuitos nuevos o ampliaciones en unidades de vivienda con una instalación existente, se deben calcular de acuerdo con 220-12 ó 220-14, según corresponda.

b) Inmuebles que no sean viviendas. Las cargas para circuitos nuevos o ampliaciones en inmuebles que no sean viviendas, se deben calcular de acuerdo con 220-12 ó 220-14, según corresponda.

220-18. Cargas máximas. La carga total no debe exceder el valor nominal del circuito derivado y no debe exceder las cargas máximas especificadas en (a) hasta (c) siguientes, bajo las condiciones especificadas aquí.

a) Cargas accionadas por motor y combinadas. Cuando un circuito alimenta solamente cargas accionadas por motor, se debe aplicar el Artículo 430. Cuando un circuito alimenta solamente equipo de aire acondicionado, equipo de refrigeración, o ambos, se debe aplicar el Artículo 440.

Para circuitos que alimentan cargas que consisten de un equipo de utilización accionado por motor que está fijo en su sitio y que tiene un motor de más de 93.25 watts (⅛ H.P.) en combinación con otras cargas, la carga total calculada se debe basar en el 125 por ciento de la carga del motor más grande más la suma de las otras cargas.

b) Cargas de alumbrado inductivas y de diodo emisor de luz. Para circuitos que alimentan unidades de alumbrado que tengan balastros, transformadores o autotransformadores o diodos emisores de luz, la carga calculada se debe basar en el valor nominal de corriente total de estas unidades, en amperes, y no en el total de watts de las lámparas.

c) Cargas de estufas. Se permitirá aplicar los factores de demanda para cargas de estufas de acuerdo con la Tabla 220-55, incluida la Nota 4.

C. Cálculos de cargas del alimentador y de la acometida.

220-40. Generalidades. La carga calculada de un alimentador o de una acometida no debe ser menor a la suma de las cargas en los circuitos derivados alimentados, como se determina en la Parte B de este Artículo, después de aplicar cualquier factor de demanda aplicable y permitido por las Partes C o D o exigidos por la Parte E.

NOTA: Véase 220-18(b) para la carga máxima en amperes, permitida para unidades de alumbrado que operan a menos de 100 por ciento del factor de potencia.

220-42. Alumbrado general. Los factores de demanda especificados en la Tabla 220-42 se deben aplicar a la parte de alumbrado general de la carga total calculada del circuito derivado. Esos factores no se deben aplicar para calcular el número de circuitos derivados para iluminación general.

220-43. Alumbrado de aparadores y riel de alumbrado.

a) Aparadores. Para el alumbrado de aparadores debe incluirse una carga no menor a 600 voltamperes/metro lineal de aparador, medido horizontalmente a lo largo de su base.

NOTA: Para los circuitos derivados que alimentan los aparadores, véase 220-14 (g)

b) Rieles de alumbrado. Para rieles de alumbrado en sitios diferentes de unidades de vivienda o habitaciones o alcobas de huéspedes en hoteles o moteles, se debe incluir una carga adicional de 150 voltamperes por cada 60 centímetros o fracción de riel de alumbrado. Cuando se instalan rieles multicircuitos, se debe considerar que la carga está dividida uniformemente entre los circuitos del riel.

Excepción: Si los rieles de alumbrado son alimentados a través de un dispositivo que limita la corriente a los rieles, se permitirá que la carga sea calculada con base en el valor nominal del dispositivo empleado para limitar la corriente.

Tabla 220-42.- Factores de demanda de cargas de alumbrado

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Almacenes	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Hospitales*	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los apartamentos sin cocina para los inquilinos*	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20 001 a 100 000	40
	A partir de 1 00000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	Voltamperes totales	100

* Los factores de demanda de esta Tabla no se deben aplicar a la carga calculada de los alimentadores que dan suministro a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como salas de operaciones, comedores y salas de baile.

220-44. Cargas para contactos en inmuebles que no sean de vivienda. En inmuebles que no sean de vivienda, se permite que las cargas para contactos sean calculadas de acuerdo con 220-14(h) e (i), sujetas a los factores de demanda de la Tabla 220-42 o la Tabla 220-44.

Tabla 220-44.- Factores de demanda para cargas de contactos en inmuebles que no son unidades de vivienda

Parte de la carga de contactos a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

220-50. Motores. Las cargas de motores se deben calcular de acuerdo con 430-24, 430-25 y 430-26. Y con 440-6 para motores de compresores herméticos de refrigeración.

220-51. Calefacción eléctrica fija de ambiente. Las cargas para calefacción eléctrica fija de ambiente se deben calcular al 100 por ciento de la carga total conectada. No obstante, en ningún caso el valor nominal de la corriente de carga de la acometida o del alimentador debe ser menor al valor nominal del circuito derivado alimentado más grande.

Excepción: Cuando resulten cargas menores en los conductores debido a que los equipos funcionan de acuerdo con ciclos de servicio, continua o intermitentemente o no funcionen todos a la vez, los conductores del alimentador y de la acometida pueden tener una ampacidad menor a 100 por ciento, siempre que los conductores tengan una ampacidad para la carga así calculada.

220-52. Cargas de aparatos pequeños y lavadoras en unidades de vivienda.

Excepción: Esta sección no es aplicable a unidades de vivienda de 60 m^2 o menos

a) Cargas del circuito de aparatos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga del alimentador debe calcularse a 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 hilos para aparatos pequeños como se especifica en 210-11(c)(1). Cuando la carga se divida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no menos de 1500 voltamperes por cada circuito de 2 hilos para aparatos pequeños. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-42.

Excepción: Se permite excluir de los cálculos exigidos en esta sección, a los circuitos derivados individuales permitidos por 210-52(b)(1), Excepción 2.

b) Carga del circuito de lavadora. Una carga de cuando menos 1500 voltamperes se debe incluir por cada circuito derivado de 2 hilos para lavadora instalado de tal forma como se establece en 210-11(c)(2). Se permite que esta carga se incluya con la carga de alumbrado general y se le apliquen los factores de demanda permitidos en la Tabla 220-42.

Excepción: Esta sección no es aplicable a unidades de vivienda popular de hasta 60 m^2

220-53. Carga para aparatos en unidades de vivienda. En viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares se permite aplicar un factor de demanda del 75 por ciento a la capacidad nominal indicada en la placa de datos, de cuatro o más aparatos fijos conectados al mismo alimentador, que no sean estufas eléctricas, secadoras de ropa, equipo de calefacción eléctrica o de aire acondicionado .

220-54. Secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda. La carga para secadoras eléctricas de ropa en unidades de vivienda, debe ser de 5000 voltamperes o la potencia nominal indicada en la placa de datos, la que sea mayor, para cada secadora conectada. Se permite aplicar factores de demanda indicados en la Tabla 220-54 Cuando dos o más secadoras monofásicas sean alimentadas por un alimentador de 3 fases, 4 hilos, la carga total se debe calcular con base en el doble del número máximo de secadoras conectadas entre dos fases cualesquiera. Para las cargas calculadas en esta sección, los kilovoltamperes se deben considerar equivalentes a los kilowatts.

Tabla 220-54.- Factores de demanda para secadoras domésticas de ropa

Número de secadoras	Factor de demanda (%)
1-4	100
5	85
6	75
7	65
8	60

Número de secadoras	Factor de demanda (%)
9	55
10	50
11	47
12-23	47% menos 1% por cada secadora que exceda el número de 11
24-42	35% menos 0.5% por cada secadora que exceda el número de 23
De 43 en adelante	25

220-55. Estufas eléctricas y otros aparatos de cocción en unidades de vivienda. Se permite aplicar los factores de demanda de acuerdo con la Tabla 220-55, para calcular la carga de estufas eléctricas domésticas, hornos de pared y otros aparatos de cocción con capacidad individual mayor que 1.75 kilowatts. Para las cargas calculadas en esta sección, los kilovoltampere (kVA) equivalen a kilowatts (kW).

Cuando haya dos o más estufas monofásicas alimentadas por un alimentador o una acometida de 3 fases, 4 hilos, la carga total se debe calcular sobre la base del doble del número máximo de estufas conectadas entre dos fases cualesquiera.

NOTA. 2: Véase la Tabla 220-56 para equipos de cocción comerciales.

Tabla 220-55.- Factores de demanda y cargas para estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, parrillas eléctricas montadas en la superficie del mueble de cocina y otros aparatos de cocción de más de 1.75 kilowatts (kW). (La columna C debe aplicarse en todos los casos, excepto lo permitido de otra forma en la Nota 3).

Número de aparatos	Factor de demanda (%)		Columna C Demanda máxima (kW) no más de 12 kW)
	Columna A (menos de 3 ½ kW)	Columna B (de 3 ½ kW hasta 8 ¾ kW)	
1	80	80	8
2	75	65	11
3	70	55	14
4	66	50	17
5	62	45	20
6	59	43	21
7	56	40	22
8	53	36	23
9	51	35	24
10	49	34	25
11	47	32	26
12	45	32	27
13	43	32	28
14	41	32	29
15	40	32	30
16	39	28	31
17	38	28	32
18	37	28	33
19	36	28	34
20	35	28	35
21	34	26	36
22	33	26	37
23	32	26	38
24	31	26	39
25	30	26	40

Número de aparatos	Factor de demanda (%)		Columna C Demanda máxima (kW) no más de 12 kW)
	Columna A (menos de 3 ½ kW)	Columna B (de 3 ½ kW hasta 8 ¾ kW)	
26-30	30	24	15 kW + 1 kW por cada estufa
31-40	30	22	
41-50	30	20	25 kW + ¾ kW por cada estufa
51-60	30	18	
De 61 en adelante	30	16	

1.- Todas las estufas del mismo valor nominal y de más de 12 kW hasta 27 kW. Para estufas individuales de más de 12 kW pero no más de 27 kW, se debe aumentar la demanda máxima de la columna C un 5 por ciento por cada kW adicional o fracción por encima de los 12 kW.

2.- Las estufas de más de 8.75 kW hasta 27 kW de distinto valor nominal. Para estufas con potencia individual de más de 8.75 kW y de diferente capacidad nominal, pero que no superen los 27 kW, se debe calcular un valor promedio sumando las capacidades nominales de todas las estufas para obtener la carga total conectada (utilizando 12 kW por cada estufa de menos de 12 kW) y dividiendo entre el número total de estufas. Después se debe aumentar la demanda máxima de la columna C un 5 por ciento por cada kW o fracción en que este valor promedio exceda de 12 kW.

3.- De más de 1.75 kW hasta 8.75 kW. En lugar del método de la columna C, se permite añadir la potencia nominal de todos los aparatos de cocción de más de 1.75 kW pero no más de 8.75 kW y multiplicar la suma por los factores de demanda de las columnas A o B, según el número de aparatos. Cuando la potencia nominal de los aparatos de cocción corresponda a las columnas A y B, se deben aplicar los factores de demanda de cada columna a los aparatos de esa columna y sumar los resultados.

4.- Carga del circuito derivado: Se permite calcular la carga del circuito derivado de una estufa según la Tabla 220-55. La carga del circuito de un horno de pared o de una estufa montada en la superficie del mueble de cocina debe ser el valor de la placa de datos del aparato. La carga de un circuito derivado de una estufa montada en la superficie del mueble de cocina y no más de dos hornos de pared, conectados todos al mismo circuito derivado y situados en la misma cocina, debe calcularse sumando los valores de la placa de datos de cada aparato y considerando ese total como equivalente a una estufa.

5.- Esta Tabla se aplica también a aparatos de cocción de más de 1.75 kW utilizados en programas de instrucción.

220-56. Equipos de cocina en inmuebles que no son unidades de vivienda. Se permitirá calcular las cargas de los equipos eléctricos de cocción comerciales, calentadores del agua de los lavaplatos, otros calentadores de agua y otros equipos de cocina, de acuerdo con la Tabla 220-56. Los factores de demanda de esta Tabla se deben aplicar a todos los equipos de cocina controlados por termostato o de uso intermitente. No se deben aplicar a equipos de calefacción eléctrica, ventilación o aire acondicionado.

No obstante, en ningún caso, la carga calculada del alimentador o de la acometida no deberá ser menor que la suma de las cargas de los dos equipos de cocina más grandes.

Tabla 220-56.- Factores de demanda para equipos de cuartos de cocina diferentes a unidades de vivienda.

Número de unidades de equipo	Factor de demanda (%)
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 y más	65

220-60. Cargas no coincidentes. Al calcular la carga total del alimentador o de la acometida, cuando no sea probable que se utilicen simultáneamente dos o más cargas no coincidentes, se puede omitir la más pequeña de las dos.

220-61. Carga del neutro del alimentador o de la acometida.

a) Cálculo básico. La carga del neutro del alimentador o de la acometida debe ser el máximo desequilibrio de la carga determinado por este Artículo. La carga de máximo desequilibrio debe ser la carga neta máxima calculada entre el neutro y cualquier otro conductor de fase.

Excepción. La carga así obtenida, se debe multiplicar por 140 por ciento para sistemas de 2 fases, 3 hilos o 2 fases 5 hilos.

b) Reducciones permitidas. Se permitirá que un alimentador que alimente las siguientes cargas tenga un factor de demanda adicional de 70 por ciento que se aplica a la cantidad indicada en el numeral (1) o una parte de la cantidad indicada en el numeral (2) siguientes, determinada según el cálculo básico:

(1) Para un alimentador que alimente estufas eléctricas domésticas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina y secadoras eléctricas, cuando la carga máxima no equilibrada se ha determinado según la Tabla 220-55 para estufas y la Tabla 220-54 para secadoras.

(2) La parte de la carga desbalanceada mayor de 200 amperes cuando el suministro del alimentador proviene de un sistema de corriente continua de 3 hilos o de corriente alterna de 1 fase; o un sistema de 4 hilos 3 fases, sistema de 3 hilos 2 fases; o un sistema de 5 hilos 2 fases.

c) Reducciones prohibidas. No debe reducirse la ampacidad del conductor neutro o del conductor puesto a tierra que se aplique a la cantidad indicada en el numeral (1) siguiente o la parte de la cantidad indicada en el numeral (2) que abajo se indica, con respecto a la determinada mediante el cálculo básico:

(1) Ninguna parte de un circuito de 3 hilos que esté formado por el conductor neutro y dos conductores de fase de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella.

(2) Aquella parte que conste de cargas no lineales alimentadas por un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella.

NOTA: Un sistema de potencia de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella utilizado para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el sistema de potencia esté proyectado de modo que permita que pasen por el conductor neutro corrientes con alto contenido de armónicas.

D. Cálculos opcionales para cargas de alimentadores y acometidas

220-80. Generalidades. Se permitirán los cálculos opcionales de las cargas del alimentador y de la acometida de acuerdo con esta Parte D.

220-82. Unidades de vivienda.

a) Carga del alimentador y de la acometida. Esta sección se aplica a unidades de vivienda cuya carga total conectada esté alimentada por un sólo conjunto de tres conductores a 120/240 ó 220Y/127 volts en el alimentador o en la acometida con una ampacidad de 100 amperes o más. Está permitido calcular las cargas del alimentador y de la acometida de acuerdo con esta sección en lugar del método especificado en la Parte C de este Artículo. La carga calculada debe ser el resultado de sumar las cargas de 220-82(b) y (c). Se permite que los conductores de los alimentadores y de la entrada de la acometida cuya carga calculada sea determinada por este cálculo opcional, tengan la carga del neutro determinada como se indica en 220-61.

b) Cargas generales. La carga general calculada no debe ser menor al 100 por ciento de los primeros 10 kilovoltamperes más el 40 por ciento del remanente de las siguientes cargas:

(1) 33 voltamperes/m^2 para alumbrado general y contactos de uso general. El área del suelo de cada piso se debe calcular a partir de las dimensiones exteriores de la unidad de vivienda. La superficie calculada del suelo no debe incluir los pórticos abiertos, los estacionamientos ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para su uso futuro.

(2) 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 conductores de 20 amperes para aparatos pequeños aparatos, y por cada circuito derivado para lavadora contemplados en 210-11(c)(1) y (c)(2).

(3) El valor nominal de la placa de datos de los siguientes elementos:

a. Todos los aparatos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.

b. Estufas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.

c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito derivado de lavandería que se especifica en el numeral (2).

d. Calentadores de agua.

(4) El valor nominal de la placa de datos en amperes o en kilovoltamperes de todos los motores conectados permanentemente que no se incluyen en el numeral (3).

c) Cargas de calefacción y aire acondicionado. Se debe incluir la mayor de las seis posibilidades siguientes (carga en kilovoltamperes):

(1) 100 por ciento de los valores nominales de placa de datos del equipo de aire acondicionado y del equipo de refrigeración.

(2) 100 por ciento de los valores nominales de placa de datos de las bombas de calor cuando éstas se utilizan sin ningún calentador eléctrico complementario.

(3) 100 por ciento de los valores nominales de placa de datos del compresor de la bomba de calor y 65 por ciento del calentador eléctrico complementario para los sistemas eléctricos centrales de calefacción de ambiente. Si se evita que el compresor de la bomba de calor funcione al mismo tiempo que el calentador complementario, no es necesario considerar éste en la carga total de la calefacción central de ambiente.

(4) 65 por ciento de los valores nominales de placa de datos de la calefacción eléctrica de ambiente, si son menos de cuatro unidades controladas separadamente.

(5) 40 por ciento de los valores nominales de placa de datos de la calefacción eléctrica de ambiente, si son cuatro o más unidades controladas separadamente.

(6) 100 por ciento de los valores nominales de placa de datos del almacenamiento térmico eléctrico y otros sistemas de calefacción en los que se espera que la carga usual sea continuamente el valor total de la placa de datos. En los sistemas que se calculan considerando esta opción, no se debe aplicar ninguna otra de las opciones anteriores.

220-83. Unidades de vivienda existentes. Se permitirá utilizar esta sección para determinar si el alimentador o la acometida existentes tienen capacidad suficiente para alimentar cargas adicionales. Cuando la unidad de vivienda es alimentada por una acometida de 3 conductores a 120/240 ó 208Y/120 volts, se permite calcular la carga total de acuerdo con los incisos (a) o (b) siguientes:

a) Cuando no se va a instalar equipo adicional de aire acondicionado o de calefacción eléctrica de ambiente. Se deben usar los siguientes porcentajes para cargas existentes y nuevas cargas adicionales.

Carga (kVA)	Porcentaje de carga
Primeros 8 kVA de carga al	100
Carga restante al	40

En los cálculos de la carga se debe incluir lo siguiente:

(1) Iluminación general y contactos de uso general a 33 voltamperes/m^2 determinados según 220-12.

(2) 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 conductores de 20 amperes para pequeños aparatos, y por cada circuito derivado para lavadora, como se especifica en 210-11(c)(1) y (c)(2).

(3) El valor nominal de placa de datos de los siguientes aparatos:

a. Todos los aparatos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.

b. Estufas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.

c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito derivado de la lavadora que se especifica en el numeral (2).

d. Calentadores de agua.

b) Cuando se va a instalar equipo adicional de aire acondicionado o de calefacción eléctrica de ambiente. Se deben usar los siguientes porcentajes para cargas existentes y nuevas cargas adicionales. Se debe usar la mayor carga conectada de aire acondicionado o de calefacción de ambiente, pero no ambas.

Carga	Porcentaje de carga
Equipo de aire acondicionado	100
Equipo de calefacción central eléctrica de ambiente	100
Menos de cuatro unidades de calefacción de ambiente controladas independientemente	100
Primeros 8 kilovoltamperes de todas las demás cargas	100
Resto de todas las demás cargas	40

Las otras cargas deben incluir las siguientes:

(1) Contactos de alumbrado general y contactos de uso general a 33 voltamperes/m^2 determinados según 220-12.

(2) 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 conductores de 20 amperes para pequeños aparatos, y por cada circuito derivado para lavadora, como se especifica en 210-11(c)(1) y (c)(2).

(3) El valor nominal de la placa de datos de los siguientes elementos:

a. Todos los aparatos, que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente o localizados para conectarlos a un circuito específico.

b. Estufas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.

c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito derivado de la lavadora que se especifica en el numeral (2).

d. Calentadores de agua.

220-84. Viviendas multifamiliares

a) Carga del alimentador o de acometida. Se permite calcular la carga del alimentador o de la acometida que alimenta tres o más unidades de una vivienda multifamiliar según se indica en la Tabla 220-84 en lugar de la Parte C de este Artículo, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Ninguna unidad de vivienda esté alimentada por más de un alimentador.

(2) Cada unidad de vivienda tiene equipo eléctrico de cocción.

Excepción: Cuando la carga calculada para viviendas multifamiliares sin aparatos eléctricos de cocción, según la Parte C de este Artículo supere la calculada según la Parte D para igual carga, más los aparatos eléctricos de cocción (con base en 8 kilowatts por unidad), se permite aplicar la menor de las dos cargas.

(3) Cada unidad de vivienda está equipada con calefacción eléctrica de ambiente, aire acondicionado o ambos.

Los conductores de los alimentadores y de la acometida cuya carga calculada sea determinada mediante este cálculo opcional, pueden tener la carga del neutro determinada tal como se establece en 220-61.

b) Cargas de la vivienda. Las cargas de la vivienda se deben calcular según la Parte C de este Artículo y se deben sumar a las cargas de unidades de viviendas calculadas según lo indicado en la Tabla 220-84.

Tabla 220-84.- Cálculo opcional. Factores de demanda para unidades multifamiliares con tres o más viviendas

Número de unidades de vivienda	Factor de demanda (%)
3-5	45
6-7	44
8-10	43
11	42
12-13	41
14-15	40
16-17	39
18-20	38
21	37
22-23	36
24-25	35
26-27	34
28-30	33
31	32
32-33	31
34-36	30
37-38	29
39-42	28
43-45	27
46-50	26
51-55	25
56-61	24
De 62 en adelante	23

c) Cargas calculadas. La carga calculada a la que se aplican los factores de demanda de la Tabla, 220-84, debe incluir lo siguiente:

(1) 33 voltamperes/m^2 para alumbrado general y contactos de uso general.

(2) 1500 voltamperes por cada circuito derivado de 2 conductores de 20 amperes para aparatos pequeños y por cada circuito derivado para lavadora, como se especifica en 210-11(c)(1) y (c)(2)

(3) El valor nominal de placa de datos de los siguientes elementos:

a. Todos los aparatos fijos, conectados permanentemente o colocados para conectarlos a un circuito específico: estufas, hornos de pared, secadoras de ropa y calentadores de agua.

b. Estufas, hornos de pared, estufas montadas en la cubierta del mueble de cocina.

c. Secadoras de ropa que no están conectadas al circuito derivado de la lavadora que se especifica en el numeral (2).

d. Calentadores de agua.

(4) El valor nominal en amperes o en kilovoltamperes de la placa de datos de todos los motores conectados permanentemente y que no se incluyen en el numeral (3).

(5) La mayor de las cargas del equipo de aire acondicionado o de la carga fija eléctrica de calefacción de ambiente.

220-85. Viviendas dúplex. Cuando haya viviendas dúplex alimentadas por un solo alimentador y la carga calculada bajo la Parte C de este Artículo supere la de tres unidades idénticas, calculada según se indica en 220-84, se permite usar la menor de las dos cargas.

220-86. Instituciones de enseñanza. Se permite hacer el cálculo de la carga de un alimentador o una acometida para escuelas según se indica en la Tabla 220-86, en lugar de la Parte C de este Artículo, cuando estén equipadas con calefacción eléctrica de ambiente, aire acondicionado o ambos. La carga conectada a la que se aplican los factores de demanda indicados en la Tabla 220-86 debe incluir todas las cargas de alumbrado interior y exterior, fuerza, calentadores de agua, equipos de cocción, otras cargas y la mayor carga del aire acondicionado o calefacción eléctrica de ambiente del edificio o estructura.

Se permite que los conductores de los alimentadores y las acometidas cuya carga calculada sea determinada por este cálculo opcional, tengan una carga para el conductor neutro determinada como se indica en 220-61. Cuando se calcule la carga del edificio o estructura por este método opcional, los alimentadores dentro del edificio o estructura deben tener la ampacidad como se permite en la Parte C de este Artículo; no obstante, no se requiere que la ampacidad de un alimentador individual sea mayor que la ampacidad de todo el edificio.

Esta Sección no se aplica a edificios portátiles salones de clase.

Tabla 220-86.- Método opcional - Factores de demanda para conductores de alimentadores y de acometidas para instituciones educativas.

Carga conectada en VA/m^2	Factor de demanda (%)
Los primeros 33	100
Desde 33 hasta 220	75
Más de 220	25

220-87. Cargas adicionales en instalaciones existentes. El cálculo de la carga de los alimentadores y las acometidas en instalaciones existentes, se permite hacerlo con la demanda máxima actual a fin de determinar la carga existente, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que existan datos de la demanda máxima de todo un año.

Excepción: Si no existen datos de demanda máxima de todo un año, se permite calcular la carga en base a la demanda máxima (medida como la demanda promedio en periodos de 15 minutos) registrada continuamente durante 30 días consecutivos como mínimo. El equipo registrador debe estar conectado a la fase de mayor carga del alimentador con base en la carga inicial al comienzo del registro. Para que los datos reflejen la demanda máxima verdadera del alimentador, dichas mediciones deben ser tomadas con el edificio ocupado y deben incluir, por medición o por cálculo, la mayor carga de los equipos de calefacción o aire acondicionado y otras cargas que pueden ser de naturaleza periódica debido a condiciones dadas por cambios climáticos o condiciones similares.

(2) Que el 125 por ciento de la demanda máxima más la nueva carga, no supere la ampacidad del alimentador, ni de la acometida.

(3) Que el alimentador tenga un dispositivo de protección contra sobrecorriente según se establece en 240-4 y la acometida tenga una protección contra sobrecarga de acuerdo a 230-90.

220-88. Restaurantes nuevos. Se permite hacer el cálculo de la carga del alimentador de un restaurante nuevo cuando el alimentador suministra la carga total, según se indica en la Tabla 220-88 en lugar de la Parte C de este Artículo.

La protección contra sobrecarga de los conductores debe cumplir lo establecido en 230-90 y 240-4.

No se requiere que los conductores del alimentador sean de mayor ampacidad que los de la acometida.

Los conductores del alimentador cuya carga sea determinada por este cálculo opcional, pueden tener la carga del neutro determinada como se indica en 220-61.

Tabla 220-88.- Método opcional - Cálculos de la carga permitida para los conductores del alimentador para restaurantes nuevos.

Carga total conectada kVA	Restaurante con todo el equipo eléctrico (kilovoltamperes)	Restaurante con equipo eléctrico y no eléctrico (kilovoltamperes)
0-200	80 %	100 %
201-325	10 % (de la diferencia con 200) + 160.0	50% (de la diferencia con 200) + 200.0
326-800	50 % (de la diferencia con 325) + 172.5	45% (de la diferencia con 325) + 262.5
Más de 800	50 % (de la diferencia con 800) + 410.0	20% (de la diferencia con 800) + 476.3

Para calcular la carga total conectada, sume todas las cargas eléctricas, incluyendo tanto las de la calefacción como las de refrigeración. Seleccione de la Tabla el factor de demanda aplicable y calcule la carga permitida.

E. Cálculos de cargas en instalaciones agrícolas

220-100. Generalidades. Las cargas en instalaciones agrícolas se deben calcular según la Parte E.

220-102. Cargas en instalaciones agrícolas - Edificios y otras cargas

a) Unidades de vivienda. La carga del alimentador de una vivienda en una granja, se debe calcular según lo establecido en la Parte C o D de este Artículo. Si la vivienda tiene calefacción eléctrica y la instalación agrícola tiene instalaciones eléctricas para el secado del grano, no se debe aplicar la Parte D de este Artículo para calcular la carga de la vivienda, cuando las cargas de la vivienda y de la instalación agrícola son alimentadas por una acometida común.

b) Unidades diferentes de las de vivienda. Cuando un alimentador o una acometida abastecen a un edificio de la instalación agrícola u otra carga alimentada por dos o más circuitos derivados, la carga de los conductores del alimentador y de la acometida se debe calcular con factores de demanda no menores a los indicados en la Tabla 220-102

Tabla 220-102.- Método para calcular las cargas de instalaciones agrícolas que no sean unidades de vivienda

Carga en amperes a 240 volts máximo	Factor de demanda (%)
Lo mayor de lo siguiente:	
Todas las cargas que se espera operen simultáneamente o 125% de la corriente a plena carga del motor más grande o los primeros 60 amperes de la carga.	100
Siguientes 60 amperes de todas las demás cargas	50
Resto de las demás cargas	25

220-103. Cargas en instalaciones agrícolas - carga total. La carga total de los conductores de acometida y del equipo de acometida de las instalaciones agrícolas, se debe calcular según la carga de la unidad de vivienda de la instalación agrícola y de los factores de demanda especificados en la Tabla 220-103. Cuando haya equipos en dos o más edificios de la instalación agrícola o cargas que tengan la misma función, dichas cargas se deben calcular según la Tabla 220-102 y se permite combinarlas como una sola carga para poder aplicar la Tabla 220-103 y calcular la carga total.

Tabla 220-103.- Método para calcular la carga total de una instalación agrícola

Cargas individuales calculadas según la Tabla 220-102	Factor de demanda (%)
Carga más grande	100
Segunda carga más grande	75
Tercera carga más grande	65
Cargas restantes	50

A esta carga total se suma la carga de la unidad de vivienda de la instalación agrícola calculada según las Partes C o D de este Artículo. Si la unidad de vivienda tiene calefacción eléctrica y la instalación agrícola tiene sistemas de secado eléctrico de grano, no se debe aplicar la Parte D de este Artículo para calcular la carga de la vivienda.

ARTICULO 225
CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES EXTERIORES

225-1. Alcance. Este Artículo cubre de los requisitos que deben cumplir los alimentadores y circuitos derivados exteriores instalados sobre o entre dos edificios, estructuras o postes en los inmuebles; y de los equipos eléctricos y el alambrado para la alimentación de los equipos de utilización que estén situados en, o fijos a, la parte exterior de los edificios, estructuras o postes

225-2. Definiciones.

Subestación. Es un conjunto de equipos (interruptores automáticos, desconectadores, barras principales y transformadores) bajo el control de personas calificadas, a través del cual, la energía eléctrica circula con el propósito de modificar sus características o conectar y desconectar.

225-3. Otros Artículos. La aplicación de otros Artículos, incluidos los requisitos adicionales para casos específicos de equipo y conductores se indica en la Tabla 225-3.

Tabla 225-3.- Otros Artículos

Equipo/Conductores	Artículo
Alambrado sostenido por cable mensajero	396
Alambre a la vista sobre aisladores de	398
Alimentadores	215
Anuncios luminosos eléctricos e iluminación de contorno	600
Casas móviles, casas prefabricadas y estacionamientos de casas móviles	550
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725
Circuitos de comunicaciones	800
Circuitos derivados	210
Conductores para alambrado general	310
Construcciones flotantes	553
Equipo de radio y televisión	810
Equipo eléctrico fijo exterior para deshielo y fusión de nieve	426
Lugares peligrosos(clasificados)	500
Lugares peligrosos (clasificados) - Específicos	510
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675
Marinas y muelles	555
Más de 600 volts, generalidades	490
Piscinas, fuentes e instalaciones similares	680
Protección contra sobrecorriente	240
Sistemas de alarma contra incendios	760
Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión	820
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Unión y puesta a Tierra	250
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200

A. Generalidades

225-4. Cubierta de los conductores. Cuando estén a una distancia de 3.00 metros o menos de cualquier edificio u otra estructura diferente de postes o torres, los conductores aéreos montados en línea abierta deben estar aislados o cubiertos. Los conductores en cables o canalizaciones, excepto los cables de tipo MI, deben llevar cubierta de hule o de tipo termoplástico y en lugares mojados deben cumplir lo establecido en 310-10(c). Los conductores para iluminación con guirnaldas deben estar cubiertos de hule o de aislante termoplástico.

Excepción: Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos y los conductores puestos a tierra de los circuitos estén desnudos o cubiertos, como sea permitido específicamente en otra parte de esta NOM.

225-5. Tamaño de los conductores de 600 volts o menos. La ampacidad de los conductores de los circuitos derivados y de los conductores de alimentadores exteriores debe cumplir lo establecido en 310-15, con base en las cargas determinadas de acuerdo con 220-10 y la Parte C del Artículo 220.

225-6. Tamaño y soporte de los conductores.

a) Claros interpostales. Los conductores en circuitos aéreos abiertos no deben ser de tamaños menores a los siguientes:

(1) Para 600 volts o menos, de cobre tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) o de aluminio 8.37 mm^2 (8 AWG) para claros hasta de 15.00 metros y de cobre tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) o de aluminio 13.3 mm^2 (6 AWG) para un claro más largo, a menos que estén soportados por un alambre mensajero.

(2) Para más de 600 volts, de cobre tamaño 13.30 mm^2 (6 AWG) o de aluminio 21.2 mm^2 (4 AWG) en caso de conductores individuales abiertos, y cobre tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) o aluminio 13.3 mm^2 (6 AWG) cuando están cableados.

b) Iluminación con guirnaldas. Los conductores aéreos de la iluminación con guirnaldas no deben ser menores al tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG), a menos que los conductores estén sostenidos por alambres mensajeros. En todos los tramos de más de 12 metros, los conductores deben ir sostenidos por alambre mensajero. El alambre mensajero debe ir sostenido por aisladores que soporten la tensión mecánica. Los conductores o los alambres mensajeros no deben estar unidos a ninguna salida de emergencia de incendio, ni a un conducto de desagüe ni a tuberías de agua.

225-7. Equipo de alumbrado instalado en el exterior.

a) Generalidades. Los circuitos derivados para la alimentación de equipos de alumbrado instalados en el exterior deben cumplir con el Artículo 210 y los incisos (b) hasta (d).

b) Neutro común. La ampacidad del conductor neutro no debe ser menor a la corriente de la carga neta calculada entre el conductor neutro y todos los conductores de fase conectados a cualquier fase del circuito.

c) 277 volts a tierra. Se pueden emplear circuitos de más de 120 volts entre conductores y que no excedan 277 volts a tierra, para alimentar luminarias para la iluminación de áreas exteriores de edificios industriales, edificios de oficinas, instituciones de enseñanza, tiendas y otros edificios públicos o comerciales.

d) 600 volts entre conductores. Se permitirá emplear circuitos de más de 277 volts a tierra y que no excedan 600 volts entre conductores, para alimentar los equipos auxiliares de lámparas de descarga eléctrica, de acuerdo con 210-6(d)(1).

225-8. Cálculo de cargas de 600 volts o menos.

a) Circuitos derivados. La carga en los circuitos derivados exteriores debe ser como se determina en el Artículo 220-10.

b) Alimentadores. La carga en los alimentadores exteriores debe ser como se determina en la Parte C del Artículo 220.

225-10. Alambrado de los edificios. Se permitirá la instalación de alambrado exterior sobre las superficies de los edificios para circuitos de no más de 600 volts, como línea abierta sobre aisladores, cables multiconductores, cables de Tipos MC, UF, MI, cables sostenidos por mensajeros, en tubo conduit metálico pesado, en tubo conduit metálico semipesado, en tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC), en conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en charolas portacables, en ensambles de cables aislados en envolvente, en canalizaciones, en canales auxiliares, en tubería eléctrica metálica, en tubo conduit metálico flexible, en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos y en electroductos. Los circuitos de más de 600 volts se deben instalar como se indica en 300-37.

225-11. Entradas y salidas de circuitos. Cuando los circuitos alimentadores y circuitos derivados salgan o entren a un edificio, se deben aplicar los requerimientos de 230-52 y 230-54

225-12. Soportes de los conductores a la vista. Los conductores a la vista deben estar soportados en aisladores de vidrio o porcelana, armazones, perchas, abrazaderas o aisladores que soporten tensión mecánica.

225-14. Separación de los conductores de línea abierta.

a) De menos de 600 volts. Los conductores de menos de 600 volts deben cumplir las separaciones establecidas en 230-51(c).

b) De más de 600 volts. Los conductores de más de 600 volts deben cumplir las separaciones establecidas en 110-36 y 490-24.

c) Separación de otros circuitos. Los conductores en línea abierta deben estar separados de los conductores en línea abierta de otros circuitos o sistemas cuando menos 10 centímetros.

d) Conductores en postes. Los conductores en postes, cuando no estén instalados en bastidores o abrazaderas, deben tener una separación no menor a 30 centímetros. Los conductores soportados en postes deben dejar un espacio horizontal para subir, de cuando menos lo siguiente:

(1) Conductores de energía por debajo de conductores de comunicaciones – 75 centímetros.

(2) Conductores de energía solos o sobre conductores de comunicaciones:

a. 300 volts o menos – 60 centímetros

b. Más de 300 volts – 75 centímetros

(3) Conductores de comunicaciones por debajo de los conductores de energía - Igual que (1) anterior.

(4) Conductores de comunicaciones solos - Sin requisitos.

225-15. Soportes sobre edificios. Los soportes sobre edificios deben cumplir con 230-29.

225-16. Fijación en los edificios

a) Punto de fijación. El punto de fijación al edificio debe estar de acuerdo a 230-26.

b) Medios de fijación. Los medios de fijación al edificio deben estar de acuerdo a 230-27.

225-17. Mástiles como soportes. Cuando se usa un mástil para soportar los tramos finales de los alimentadores o de los circuitos derivados, éste debe tener la resistencia adecuada o estar sujeto mediante tirantes o retenidas que soporten con seguridad el esfuerzo impuesto por el tramo aéreo. Cuando se usan mástiles tipo canalización, todos los herrajes de la canalización deben estar identificados para uso con mástiles. Se permitirá que únicamente los conductores del circuito derivado o del alimentador que se especifican en esta sección se fijen al mástil del alimentador y/o al mástil del circuito derivado.

225-18. Libramiento para conductores y cables aéreos. Los tramos aéreos de conductores en línea abierta y cables multiconductores en línea abierta de no más de 600 volts deben tener un libramiento no menor que las siguientes:

(1) 3.00 metros sobre el piso terminado, aceras o cualquier plataforma o saliente desde los que se puedan alcanzar, cuando la tensión no sea mayor que 150 volts a tierra y sean accesibles sólo a los peatones.

(2) 3.70 metros sobre propiedades residenciales y accesos vehiculares y sobre las áreas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión no exceda 300 volts a tierra.

(3) 4.50 metros para las áreas mencionadas en el inciso (2) anterior cuando la tensión sea mayor que 300 volts a tierra.

(4) 5.50 metros sobre calles, callejones, avenidas o carreteras públicas, áreas de estacionamiento con tráfico de camiones, accesos vehiculares a lugares distintos de las propiedades residenciales y otros lugares por donde atraviesan vehículos, como las áreas de cultivo, pastizales, bosques y huertos.

(5) 7.50 metros— sobre los rieles de vías de ferrocarril.

225-19. Libramientos desde los edificios para conductores de 600 volts o menos.

a) Sobre los techos. Los tramos aéreos de conductores de línea abierta y cables multiconductores de línea abierta, deben estar a una distancia vertical no menor a 2.50 metros por encima de la superficie de los techos. La distancia vertical sobre el nivel del techo se debe mantener en una distancia no menor a 90 centímetros hacia afuera del borde del techo en todas las direcciones.

Excepción 1: El área sobre la superficie de un techo por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe tener un libramiento vertical desde la superficie del techo de acuerdo con los requisitos de libramientos de 225-18.

Excepción 2: Cuando la tensión entre conductores no exceda 300 volts y el techo tenga una pendiente de 10 centímetros en 30 centímetros o mayor, se permitirá una reducción en el libramiento de 90 centímetros.

Excepción 3: Cuando la tensión entre conductores no exceda 300 volts, se permitirá una reducción del libramiento a no menos de 45 centímetros únicamente sobre la parte que sobresalga del techo, si: (1) no más de 1.80 metros de los conductores, 1.20 metros horizontalmente, pasan sobre la parte saliente del techo y (2) terminan en una canalización que atraviesa el techo o en un soporte aprobado.

Excepción 4: El requisito de mantener un libramiento vertical de 90 centímetros desde el borde del techo no se debe aplicar al claro final donde los conductores se fijan al edificio.

b) Desde estructuras distintas de edificios o diferentes de puentes. El libramiento vertical, diagonal y horizontal hasta anuncios, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras estructuras que no sean ni edificios ni puentes, no debe ser menor de 90 centímetros.

c) Libramiento horizontal. El libramiento horizontal no debe ser menor de 90 centímetros.

d) Claros finales. Los claros finales de los alimentadores o de los circuitos derivados deben cumplir con lo que se indica en (1), (2) y (3) siguientes.

1) Libramiento desde las ventanas. Se permitirá que los claros finales al edificio al que dan suministro o desde el que se alimentan, se fijen al edificio, pero deben mantenerse cuando menos 90 centímetros de las ventanas que se puedan abrir, de puertas, pórticos, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendios o similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan por encima del nivel superior de una ventana estén a menos de los 90 centímetros exigidos.

2) Libramiento vertical. El libramiento vertical de los claros finales, por encima o dentro de 90 centímetros medidos horizontalmente, hasta plataformas, proyecciones o superficies desde las cuales se puedan alcanzar, se deben mantener de acuerdo con 225-18.

3) Aberturas en edificios. No se deben instalar conductores aéreos de alimentadores o circuitos derivados por debajo de aberturas a través de las que se puedan pasar materiales, como las aberturas de los edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a esas aberturas.

e) Zona para escaleras de incendios. En los edificios que tienen más de tres plantas o más de 15.00 metros de altura, las líneas aéreas se deben tender, siempre que sea posible, de modo que quede un espacio (o zona) libre de cuando menos 1.80 metros de ancho junto al edificio o que comience a no más de 2.50 metros del edificio, para facilitar el uso de escaleras contra incendios cuando sea necesario.

225-20. Protección mecánica de los conductores. La protección mecánica de los conductores en edificios, estructuras o postes, debe cumplir lo establecido para las acometidas en 230-50.

225-21. Cables multiconductores en las superficies externas de las construcciones. Los soportes para cables multiconductores en las superficies exteriores de las construcciones deben estar de acuerdo con lo establecido en 230-51.

225-22. Canalizaciones sobre las superficies exteriores de edificios u otras estructuras. Las canalizaciones sobre las superficies exteriores de edificios u otras estructuras deben disponer de drenajes y ser apropiadas para utilizarse en lugares mojados.

225-24. Portalámparas exteriores. Cuando los portalámparas exteriores estén sujetos como colgantes, las conexiones a los alambres del circuito deben estar escalonadas. Cuando esos portalámparas tengan terminales de un tipo que perfore el aislamiento para hacer contacto con los conductores, se deben conectar únicamente a conductores del tipo trenzado.

225-25. Ubicación de las lámparas exteriores. Las lámparas para alumbrado exterior deben estar situadas por debajo de todos los conductores, transformadores u otros equipos eléctricos de utilización energizados, a menos que aplique una de las siguientes condiciones:

(1) Existan libramientos u otras medidas de seguridad para las operaciones de reemplazo de lámparas.

(2) El equipo está controlado por un medio de desconexión que se pueda bloquear en posición abierta.

225-26. Vegetación como soporte. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como soporte de los claros aéreos de conductores.

225-27. Sellado de canalizaciones. Cuando una canalización entre a un edificio o estructura desde un sistema subterráneo de distribución, se deberá sellar de conformidad con 300-5(g). Las canalizaciones de repuesto o que no se utilicen también se deben sellar. Los selladores deben ser adecuados para usarlos con el aislamiento de cables, la cubierta u otros componentes.

B. Edificios u otras estructuras alimentados por alimentadores o circuitos derivados

225-30. Número de alimentadores. Cuando en una misma propiedad haya más de un edificio u otra estructura bajo la misma administración, cada edificio u otra estructura adicional que sea alimentada por un alimentador o circuito derivado en el lado de carga de los medios de desconexión de acometida, debe ser alimentada por sólo un alimentador o un circuito.

Cuando un alimentador o circuito derivado se origine en estos edificios adicionales u otras estructuras, solamente se permitirá que un solo alimentador o circuito derivado alimente de energía al edificio o estructura original, a no ser que se permita en las disposiciones de (a), (c), (d) y (e).

Para el propósito de esta sección, un circuito derivado multiconductor se debe considerar como un solo circuito.

a) Condiciones especiales. Se permitirá que alimentadores o circuitos derivados adicionales alimenten lo siguiente:

(1) Bombas contra incendio.

(2) Sistemas de emergencia.

(3) Sistemas de reserva legalmente exigidos.

(4) Sistemas de reserva opcionales.

(5) Sistemas paralelos de producción de energía

(6) Sistemas diseñados para conexión de múltiples fuentes de alimentación con el fin de mejorar la confiabilidad.

c) Requisitos de capacidad. Se permitirán alimentadores o circuitos derivados adicionales en donde los requisitos de capacidad excedan 2000 amperes a una tensión de alimentación de 600 volts o menos.

d) Características diferentes. Se permitirán alimentadores o circuitos derivados adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases, o para diferentes usos, tales como el control del alumbrado exterior de varios lugares.

e) Procedimientos documentados de desconexión. Se permitirán alimentadores o circuitos derivados adicionales para alimentar instalaciones bajo la misma administración, en donde se haya establecido y se mantengan procedimientos de interrupción seguros y documentados, para desconexión.

225-31. Medio de desconexión. Se deben instalar medios para desconectar todos los conductores de fase que alimentan o pasan a través del edificio o estructura.

225-32. Ubicación. Los medios de desconexión se deben instalar ya sea en la parte interior o exterior del edificio o estructura alimentada, o donde los conductores pasan a través del edificio o estructura. Los medios de desconexión deben estar en un lugar fácilmente accesible y lo más cercano posible del punto de entrada de los conductores. Para los propósitos de esta sección, se deben utilizar los requerimientos de 230-6.

Excepción 1: Se permitirá que los medios de desconexión estén localizados en cualquier otra parte del inmueble, para instalaciones con una sola administración, en donde, para la desconexión, hay establecidos y se mantienen procedimientos de interrupción seguros y documentados y la instalación es monitoreada por personas calificadas.

Excepción 2: Se permitirá ubicar los medios de desconexión en cualquier otra parte del inmueble, para edificios u otras estructuras calificadas por las disposiciones del Artículo 685.

Excepción 3: Se permitirá que los medios de desconexión estén ubicados en cualquier punto del inmueble, para torres o postes usados como soportes de alumbrado,

Excepción 4: Se permitirá que los medios de desconexión se ubiquen en cualquier punto del inmueble, para postes o estructuras similares usadas solamente para soportar los anuncios instalados de acuerdo con el Artículo 600.

225-33. Número máximo de desconectadores.

a) Generalidades. Los medios de desconexión para cada suministro permitido en 225-30 deben constar de máximo seis interruptores automáticos de circuito o seis interruptores montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separadas o sobre o dentro de un tablero de distribución. No debe haber más de seis desconectadores por suministro agrupados en cualquier lugar.

Excepción: Para el propósito de esta sección, los medios de desconexión usados únicamente para el circuito de control del sistema de protección contra falla a tierra o el circuito de control del medio de desconexión de la alimentación, operado eléctricamente, instalados como parte del equipo aprobado, no se deben considerar como medio de desconexión del suministro.

b) Unidades de un polo. Se permitirán dos o tres interruptores o interruptores automáticos de un polo de operación individual en circuitos multiconductores, un polo para cada conductor de fase, en lugar de un desconectador multipolar, siempre y cuando estén equipados con un enlace de las manijas identificado o una manija maestra para desconectar todos los conductores de fase con no más de seis operaciones de la mano.

225-34. Agrupamiento de desconectadores

a) Generalidades. Los dos a seis desconectadores permitidos en 225-33 deben estar agrupados. Cada desconectador se debe marcar para indicar la carga que alimenta.

Excepción: Se permitirá colocar uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en 225-33, alejado de los otros medios de desconexión, cuando se usa solamente para una bomba de agua, con la intención de brindar protección contra incendios.

b) Medios adicionales de desconexión. Los medios adicionales de desconexión para las bombas contra incendios o para sistemas de emergencia, de reserva legalmente exigidos o de reserva opcionales permitidos en 225-33, se deben instalar lo suficientemente alejados de los uno a seis medios de desconexión del suministro normal, con el fin de reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea del suministro.

225-35. Acceso a los inquilinos. En un edificio con usos múltiples, cada inquilino debe tener acceso a los medios de desconexión de su suministro.

Excepción: En un edificio con múltiples inquilinos, en donde el suministro y el mantenimiento eléctrico los brinda la administración del edificio y en donde se encuentran bajo supervisión continua de la administración, se permitirá que el medio de desconexión del suministro sea accesible solamente a personal autorizado de la administración.

225-36. Adecuado para equipo de acometida. Los medios de desconexión especificados en 225-31 deben ser adecuados para usarlo como equipo de acometida.

Excepción: Para cocheras y anexos en propiedades residenciales, se permitirá como medio de desconexión un interruptor de acción rápida o un conjunto de interruptores de acción rápida de 3 o 4 vías.

225-37. Identificación. Cuando un edificio o estructura tiene una combinación de alimentadores, circuitos derivados o acometidas que pasan a través de ellos o que los alimentan, se debe instalar una placa o directorio permanente en la ubicación de cada desconectador del alimentador y del circuito derivado, que indique todas las otras acometidas, alimentadores o circuitos derivados que alimentan ese edificio o estructura o que pasan a través de ellas, y el área alimentada por cada uno.

Excepción No. 1: No se exigirá una placa o directorio para instalaciones industriales con múltiples edificios de gran capacidad, que funcionan bajo una sola administración, en donde se asegure que la desconexión se puede llevar a cabo estableciendo y manteniendo procedimientos de desconexión seguros.

Excepción No. 2: Esta identificación no se exigirá para circuitos derivados instalados desde una unidad de vivienda a un segundo edificio o estructura.

225-40. Acceso a los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Cuando un dispositivo de protección contra sobrecorriente de un alimentador no es fácilmente accesible, se deben instalar dispositivos de sobrecorriente de circuitos derivados en el lado de carga, en un sitio fácilmente accesible, y su valor nominal en amperes debe ser menor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador.

C. Más de 600 volts

225-50. Tamaño de los conductores. El tamaño de los conductores de más de 600 volts debe estar acorde con 210-19(b) para circuitos derivados y 215-2(b) para alimentadores.

225-51. Interruptores seccionadores. Cuando interruptores en aceite, o interruptores automáticos en aire, aceite, vacío o hexafluoruro de azufre constituyen el medio de desconexión en el edificio, se debe instalar un desconectador con contactos de apertura visibles en el lado fuente del medio de desconexión y todo el equipo asociado, que cumpla con 230-204(b), (c) y (d).

Excepción: No se exigirá el desconectador cuando el medio de desconexión está montado sobre una unidad removible o en unidades de tablero metálico, que no se puedan abrir a menos que el circuito esté desconectado, y que cuando se retiran de su posición de operación normal, desconectan automáticamente el interruptor automático o el desconectador de todas las partes energizadas.

225-52. Medios de Desconexión

a) Ubicación. Un medio de desconexión de un edificio o estructura se debe ubicar de acuerdo con 225-32, o se debe operar eléctricamente mediante un dispositivo de control remoto ubicado en forma similar.

b) Tipo. Cada desconectador de edificio o estructura debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase de la acometida que controla y debe tener un valor nominal de cierre contra falla no menor a la máxima corriente de cortocircuito disponible en sus terminales.

Excepción: Cuando los medios de desconexión individuales consisten en cortacircuitos con fusibles, no se requerirá la desconexión simultánea de todos los conductores de fase de la acometida si hay un medio para desconectar la carga antes de abrir los cortacircuitos. Se debe instalar un letrero legible permanente adyacente a los cortacircuitos con fusibles indicando el requerimiento anterior.

Cuando se instalen interruptores con fusibles incorporados o fusibles montados separadamente, se permitirá que las características del fusible contribuyan para definir el valor nominal de cierre con falla del medio de desconexión.

c) Bloqueo. Los medios de desconexión deben poder bloquearse en posición abierta. Las disposiciones para bloquear deben permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

Excepción: Cuando un medio de desconexión individual consista en desconectadores con fusibles, se debe instalar en un lugar conveniente para los cortacircuitos con fusibles una envolvente adecuada, que pueda ser bloqueada y dimensionada para contener todos los portafusibles.

d) Indicación. Los medios de desconexión deben indicar claramente si están en posición abierta o en posición cerrada.

e) Posición Uniforme. Cuando las manijas de los medios de desconexión se operan verticalmente, la posición superior de la manija debe ser la posición de cerrado.

Excepción: Un dispositivo de interrupción que tiene más de una posición "cerrado", tal como un interruptor de doble tiro, no se exigirá que cumpla con este requerimiento.

f) Identificación. Cuando un edificio o estructura tiene una combinación de alimentadores, circuitos derivados o acometidas que pasan a través de ellos o que los alimentan, se debe instalar una placa o directorio permanente en la ubicación de cada desconectador del alimentador y del circuito derivado, que indique todas las otras acometidas, alimentadores o circuitos derivados que alimentan ese edificio o estructura o que pasan a través de ellas y el área alimentada por cada uno.

225-60. Libramientos sobre carretera, andadores, rieles, agua y áreas abiertas.

a) 22 kilovolts a tierra o menos. Los libramientos sobre carreteras, andadores, rieles, agua y áreas abiertas para conductores y partes energizadas hasta 22 kilovolts a tierra o menos no deben ser menores a los valores que se indican en la Tabla 225-60.

Tabla 225-60.- Libramientos sobre carretera, pasillos, rieles, agua y campo abierto

Ubicación	Libramiento
	metros
Areas abiertas sometidas a paso de vehículos, cultivo o pastoreo	5.60
Areas acuáticas no aptas para botes	5.20
Carretera, vías vehiculares lotes de estacionamiento y callejones	5.60
Espacios y vías para peatones y tráfico restringido	4.40
Pasillos	4.10
Rieles	8.10

b) De más de 22 kilovolts a tierra. Los libramientos de las categorías que se indican en la Tabla 225-60 se deben incrementar en 1 centímetro por cada kilovolt por encima de 22 kilovolts.

c) Casos especiales. Para casos especiales, tales como cruces sobre lagos, ríos o áreas que usan vehículos grandes como los de operaciones en minas, se deben hacer diseños específicos que tomen en consideración las circunstancias especiales.

NOTA: Véase Capítulo 9.

225-61. Libramientos sobre edificios y otras estructuras.

a) 22 kilovolts a tierra o menos. Los libramientos sobre edificios y otras estructuras de conductores y partes vivas hasta de 22 kilovolts a tierra o menos no deben ser menores a los valores que se indican en la Tabla 225-61.

Tabla 225-61.- Libramientos sobre edificios y otras estructuras

Libramientos de conductores o partes vivas provenientes de:	Horizontal	Vertical
	metros	
Balcones, pasarelas y áreas similares accesibles al público	2.30	4.10
Paredes, salientes y ventanas de edificios	2.30	-
Por encima de techos accesibles a camiones	-	5.60
Por encima de techos accesibles a vehículos, pero no a camiones	-	4.10
Por encima o por debajo de techos o salientes no accesibles fácilmente al público	-	3.80
Otras estructuras	2.30	-

b) De más de 22 kilovolt a tierra. Los libramientos para las categorías que se indican en la Tabla 225-61 se deben incrementar en 1 centímetro por cada kilovolt por encima de 22 kilovolts.

NOTA: Véase Capítulo 9.

225-70. Subestaciones

a) Letreros de advertencia

1) Generalidades. Un aviso de advertencia permanente y legible que lleve las palabras "PELIGRO – ALTA TENSION" o similar se deberá colocar en un lugar visible en las siguientes áreas:

a. En las entradas a las bóvedas de equipos eléctricos, y en las áreas, cuartos o envolventes de equipos eléctricos.

b. En los puntos de acceso a los conductores en todos los sistemas de cables y sistemas de tubo conduit de alta tensión.

c. En todas las charolas portacables que contengan conductores de alta tensión, colocando avisos de advertencia cuando menos cada 3.00 metros.

2) Equipo de apertura sin carga. Se deben instalar marcas legibles permanentes en los equipos de apertura sin carga, advirtiendo que no se operen cuando llevan carga, a menos que el equipo esté bloqueado para que no pueda ser operado bajo carga.

3) Ubicación de los fusibles. Se deben colocar letreros de advertencia adecuados en un lugar visible junto a los fusibles, advirtiendo a los operadores que no reemplacen los fusibles mientras el circuito esté energizado.

4) Retroalimentación. Se deben seguir los siguientes pasos cuando exista la posibilidad de retroalimentación:

a. Cada medio de desconexión o cuchilla desconectadora de operación en grupo debe tener un letrero de advertencia, indicando que los contactos de cualquier lado del dispositivo pueden estar energizados.

b. Se debe colocar en un lugar visible y al alcance de la vista en cada punto de conexión, un diagrama unifilar permanente y legible, identificando claramente el arreglo de los puntos de conexión en la sección de alta tensión de la subestación.

5) Tablero con envolvente y blindaje metálico. Cuando se instale un tablero con envolvente metálica, se deben seguir los siguientes pasos:

a. Se debe colocar en un lugar fácilmente visible al alcance de la vista del tablero, un diagrama unifilar permanente y legible del tablero, y este diagrama debe identificar claramente los bloqueos, medios de aislamiento y todas las posibles fuentes de alimentación de la instalación bajo condiciones normales o de emergencia, incluyendo todos los equipos contenidos en cada cubículo, y las indicaciones en el tablero deben coincidir del diagrama.

Excepción: No se requerirán diagramas cuando el equipo consista exclusivamente de una subestación unitaria con un solo tablero o un solo cubículo conteniendo solamente un juego de dispositivos de interrupción de alta tensión.

b. Se deben instalar letreros legibles permanentes en los paneles o puertas que dan acceso a las partes vivas de más de 600 volts, y deben tener la frase “PELIGRO – ALTA TENSION” o similares para advertir sobre el peligro de abrirlas mientras esté energizado el equipo.

c. Cuando el panel brinde acceso a las partes que sólo pueden ser desenergizadas y aisladas visiblemente por la empresa suministradora, la advertencia deberá incluir que el acceso está limitado a la empresa suministradora o una vez que la empresa suministradora haya otorgado la autorización.

ARTICULO 230

ACOMETIDAS

230-1. Alcance. Este Artículo cubre a los conductores de acometida y equipos de recepción del suministro, dispositivos para el control, medición y protección de las acometidas así como de los requisitos para su instalación.

Generalidades	Parte A
Conductores de acometida aérea	Parte B
Conductores de acometida subterránea	Parte C
Conductores de acometida	Parte D
Equipo de acometida - Generalidades	Parte E
Equipo de acometida – Medios de desconexión	Parte F
Equipo de acometida – Protección contra corriente	Parte G
Acometidas de más de 600 volts nominales	Parte H

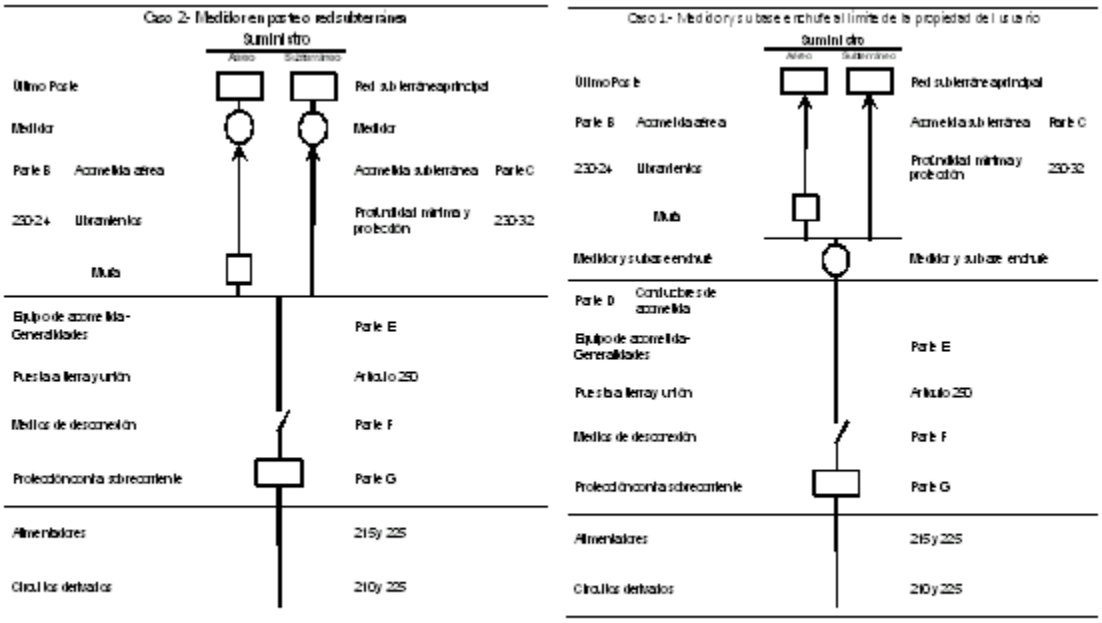


Figura 230-1.- Acometidas

A. Generalidades

230-2. Número de acometidas. En general, un edificio u otra estructura a la que se suministre energía deben tener sólo una acometida, excepto lo que se permita en (a), (c) y (d) siguientes.

a) Condiciones especiales. Se permitirán acometidas adicionales que alimenten a:

(1) Bombas contra incendios.

(2) Sistemas de emergencia.

(3) Sistemas de reserva legalmente obligatorios.

(4) Sistemas de reserva opcionales.

(5) Sistemas generadores en paralelo.

(6) Sistemas diseñados para la conexión a múltiples fuentes de alimentación con el fin de mejorar la confiabilidad.

c) Requisitos de capacidad. Se permiten acometidas adicionales bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los requisitos de capacidad son superiores a 2000 amperes a una tensión de alimentación de 600 volts o menos.

(2) Los requisitos de carga de una instalación monofásica son mayores que los que el suministrador suministra normalmente a través de una sola acometida.

d) Características diferentes. Se permitirán acometidas adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases o para diferentes usos, como por ejemplo diferentes esquemas tarifarios.

e) Identificación. Cuando un edificio o infraestructura esté alimentado por más de una acometida o por una combinación de circuitos derivados, alimentadores y acometidas, se debe instalar una placa o un directorio permanente en cada lugar de conexión de acometida, identificando todas las demás acometidas, los alimentadores y los circuitos derivados que alimenten al inmueble o estructura y el área cubierta por cada uno de ellos. Véase 225-37.

230-3. Un edificio u otra infraestructura no debe estar alimentado desde otro. Los conductores de acometida de un edificio u otra infraestructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o infraestructura.

230-6. Conductores considerados fuera del edificio. Se debe considerar que los conductores están fuera de un inmueble u otra infraestructura en cualquiera de las siguientes circunstancias:

(1) Si están instalados con 5 centímetros o más de concreto por debajo del inmueble u otra infraestructura

(2) Si están instalados en un edificio u otra infraestructura en una canalización empotrada en 5 centímetros o más de concreto o tabique, o

(3) Si están instalados en una bóveda de transformadores que cumpla los requisitos del Artículo 450, Parte C.

(4) Donde sea instalado en una tubería a no menos de 45 centímetros bajo el nivel del piso del edificio o estructura.

(5) Donde sea instalado un mástil para acometida aérea en la superficie exterior del edificio a través del alerón de ese edificio de acuerdo con 230-24

230-7. Otros conductores en canalizaciones o cables. No se deben instalar otros conductores en la misma canalización de la acometida, ni en el cable de acometida, excepto los siguientes.

Excepción 1: Conductores de puesta a tierra y puentes de unión.

Excepción 2: Conductores de equipo de control de carga que tenga protección contra sobrecorriente.

230-8. Aplicado de selladores en las canalizaciones. Cuando una canalización de acometida entra desde un sistema de distribución subterránea, se deben utilizar selladores de acuerdo con 300-5(g). También se deben aplicar selladores a las canalizaciones de reserva o no utilizadas. Los selladores deben estar identificados para utilizarse con el aislamiento, blindaje u otros componentes.

230-9. Distancia encima de los edificios. Los conductores de acometida y los tramos finales deben cumplir con (a), (b) y (c) siguientes.

a) Libramientos. Los conductores de acometida instalados como conductores visibles o cables multiconductores sin una cubierta, deben tener una separación mínima de 90 centímetros de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de incendio o similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan por encima de la parte superior de una ventana estén a menos de los 90 centímetros exigidos.

b) Libramiento vertical. El libramiento vertical de los tramos finales sobre o dentro de 90 centímetros medidos horizontalmente, de plataformas, proyecciones o superficies desde las cuales se puedan alcanzar, se debe mantener de acuerdo con 230-24(b).

c) Aberturas en edificios. Los conductores de acometida aérea no se deben instalar por abajo de claros a través de los cuales puedan moverse materiales, como claros en edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar en donde obstruyan dichos claros.

230-10. Vegetación como soporte. La vegetación, tal como árboles, no se debe utilizar como soporte de los conductores de acometida aérea.

B. Conductores de acometida aérea

230-22. Aislamiento o cubierta. Los conductores individuales deben estar aislados o tener cubierta.

Excepción: Está permitido que el conductor puesto a tierra de un cable multiconductor sea desnudo.

230-23. Tamaño y ampacidad del conductor

a) Generalidades. Los conductores deben tener suficiente ampacidad para conducir la corriente de la carga alimentada de acuerdo con las especificaciones aprobadas del suministrador y deben tener suficiente resistencia mecánica.

b) Tamaño mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño no menor que 8.37 mm^2 (8 AWG) si son de cobre o 13.3 mm^2 (6 AWG) si son de aluminio.

Excepción: En instalaciones que tengan únicamente cargas limitadas de un solo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua de varias fases con regulación de potencia y similares, los conductores no deben ser menores a 3.31 mm^2 (12 AWG) de cobre.

c) Conductores puestos a tierra. Un conductor puesto a tierra debe tener un tamaño del conductor no menor que el requerido por 250-24(c).

230-24. Libramientos. Los conductores de acometida aérea no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas de tensiones menores a 600 volts, deben cumplir con (a) hasta (e) siguientes:

a) Sobre los techos de los inmuebles. Los conductores deben tener una separación vertical no menor que 2.50 metros por encima de la superficie de los techos. El libramiento vertical sobre el nivel del techo se debe mantener a una separación no menor que 90 centímetros del borde del techo en todas las direcciones excepto los siguientes.

Excepción 1: El área por encima de la superficie de un techo por la que pueda haber tráfico de peatones o de vehículos, debe tener una separación vertical desde la superficie del techo según las separaciones establecidas en 230-24(b).

Excepción 2: Cuando la tensión entre conductores no supere 300 volts y el techo tenga una pendiente de ⅓ o mayor se permitirá una reducción del libramiento a 90 centímetros.

Excepción 3: Cuando la tensión entre conductores no supere 300 volts, la separación del techo puede reducirse hasta en 50 centímetros, si:

(1) los conductores de acometida pasan sobre el alero del techo en una longitud no mayor que 1.20 metros y la parte menor de acometida a 1.80 metros, y

(2) terminan en una canalización de entrada o en un soporte aprobado.

NOTA: Para los soportes en postes, véase 230-28.

Excepción 4: Los requisitos de mantener una separación vertical de 90 centímetros de la orilla del techo, no deben aplicarse al remate del conductor donde la acometida aérea esté sujeta a la pared de un inmueble.

Excepción 5: Donde la tensión entre conductores no exceda 300 volts y el área del techo esté resguardada o aislada se permite una reducción al libramiento hasta de 90 centímetros.

b) Libramiento vertical para conductores de acometida aérea. Los conductores de acometida aérea de hasta 600 volts, deben cumplir la siguiente distancia mínima desde el nivel de piso terminado:

(1) 3.00 metros a la entrada de la acometida a los inmuebles y además en el punto más bajo de la curva de goteo del cable aéreo a la entrada eléctrica del inmueble y las áreas sobre el piso terminado, aceras o cualquier plataforma accesible sólo para peatones, medidos desde el nivel final o superficie accesible desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 volts a tierra.

(2) 3.70 metros sobre inmuebles residenciales y sus accesos y sobre las zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión esté limitada a 300 volts a tierra.

(3) 4.50 metros en las zonas de 3.70 metros, cuando la tensión sea superior a 300 volts a tierra.

(4) 5.50 metros sobre la vía pública, calles o avenidas, zonas de estacionamiento con tráfico de vehículos de carga, vialidad en zonas no residenciales y otras áreas atravesadas por vehículos, tales como sembradíos, bosques, huertos o pastizales.

c) Libramientos de puertas, ventanas y similares. Véase el Artículo 230-9.

d) Libramientos de las albercas. Véase el Artículo 680-8.

e) Libramientos para cables y conductores de comunicación: Libramientos para cables y conductores de comunicación deben estar de acuerdo con 800-44(a)(4)

230-26. Punto de sujeción. El punto de sujeción de los conductores de acometida aérea a un inmueble u otra estructura debe estar a la separación mínima especificada en 230-9 y 230-24. En ningún caso, este punto de sujeción debe estar a menos de 3.00 metros del nivel del piso terminado.

230-27. Medios de sujeción. Los cables multiconductores utilizados para conductores de acometidas aéreas se deben sujetar a los inmuebles u otras estructuras, por medio de accesorios aprobados e identificados para su uso con conductores de acometida. Las acometidas con línea abierta deben sujetarse con accesorios aprobados e identificados para el uso con conductores de acometida o aisladores no combustibles ni absorbentes, sujetados sólidamente al inmueble o estructura.

230-28. Mástiles como soporte para acometidas aéreas. Cuando se utilicen mástiles como soporte para la acometida aérea, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto por tirantes o por retenidas que soporten con seguridad los esfuerzos que origina el cable de acometida. Cuando los mástiles que se utilizan sean de tipo canalización, todos los accesorios de la canalización deben ser adecuados para su uso con mástiles de acometida. Sólo los conductores de acometida aérea deben estar sujetos a un soporte de acometida.

230-29. Soportes sobre los inmuebles. Los conductores de acometida aérea que pasen sobre un techo, deben estar debidamente apoyados en estructuras sólidas. Cuando sea posible, dichos soportes deben ser independientes del inmueble.

C. Conductores de acometida subterránea

230-30. Aislamiento. Los conductores de acometida subterránea deben tener aislamiento para la tensión aplicada.

Excepción: Se permite que el conductor puesto a tierra no tenga aislamiento, en los casos siguientes:

(1) Un conductor de cobre desnudo en una canalización.

(2) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.

(3) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, sin tener en cuenta las condiciones del suelo, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo.

(4) Un conductor de aluminio o de cobre revestido de aluminio sin aislamiento o cubierta individual, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo directamente enterrado o dentro de una canalización.

230-31. Tamaño y ampacidad del conductor.

a) Generalidades. Los conductores de acometida subterránea deben tener suficiente ampacidad para conducir la corriente de la carga alimentada, según las especificaciones aprobadas del suministrador y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

b) Tamaño mínimo del conductor. Los conductores deben tener un tamaño no menor que 8.37 mm^2 (8 AWG), si son de cobre y de 13.3 mm^2 (6 AWG) si son de aluminio.

Excepción: Conductores que alimenten sólo cargas limitadas de un solo circuito derivado, como un pequeño calentador de agua polifásico con regulación de potencia y cargas similares, los conductores no deben ser de tamaño menor que 3.31 mm^2 (12 AWG) de cobre.

c) Conductores de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra debe tener un tamaño no menor que el requerido en 250-24(c).

230-32. Protección contra daños. Los conductores de acometida subterránea deben estar protegidos contra daños según el Artículo 300-5. Los conductores de acometida subterránea que entren en un inmueble u otra estructura se deben instalar según se establece en 230-6 o proteger mediante una canalización de las identificadas en 230-43.

230-33. Empalmes de los conductores. Se permitirá que los conductores de acometida se empalmen o deriven de acuerdo con 110-14, 300-5(e), 300-13 y 300-15.

D. Conductores de acometida

230-40. Conjuntos de conductores de acometida. Cada conjunto de conductores de acometida aérea o subterránea sólo se deben conectar a un conjunto de conductores de acometida.

Excepción: Se permite que los inmuebles con más de un local tengan un conjunto de conductores de acometida que vaya hasta cada local o grupo de locales como se indica en 230-2. Cuando un edificio o infraestructura cuente con más de un medio de desconexión y que no exceda de seis o por una combinación de circuitos derivados, alimentadores y acometidas, se debe instalar una placa o un directorio permanente en cada lugar del medio de desconexión, identificando todos los demás medios de desconexión, los alimentadores y los circuitos derivados que alimenten al inmueble o estructura y el área cubierta por cada uno de ellos. Véase 230-2(e).

230-41. Aislamiento de conductores de acometida. Los conductores de acometida que están dentro o en el exterior del inmueble o alguna otra estructura, deben estar aislados.

Excepción: Se permite que haya un conductor puesto a tierra sin aislamiento, en las siguientes condiciones:

(1) Un conductor de cobre desnudo en una canalización o parte de un ensamble de acometida.

(2) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se considera que el cobre es adecuado a las condiciones del suelo.

(3) Un conductor de cobre desnudo, directamente enterrado con independencia de las condiciones del suelo, si forma parte de un cable identificado para uso subterráneo.

(4) Un conductor de aluminio o de aluminio recubierto de cobre sin aislante o cubierta individual, si forma parte de un cable identificado para su uso en una canalización subterránea o directamente enterrado.

(5) Conductores desnudos usados en un canal auxiliar

230-42. Tamaño y ampacidad del conductor.

a) Generalidades. La ampacidad de los conductores de acometida antes de aplicar cualquier factor de ajuste o de corrección, no debe ser menor a lo que se indica en (1) ó (2) siguientes. Las cargas se deben determinar de acuerdo con las Partes C, D o E del Artículo 220, según corresponda. La ampacidad se determinará de acuerdo a 310-15. La corriente máxima permisible de los electroductos (busway) debe ser el valor para el cual fueron aprobados:

(1) La suma de las cargas no continuas más 125 por ciento de las cargas continuas.

Excepción: Se permitirá conductores puestos a tierra no conectados a un dispositivo de protección contra sobrecorriente de un tamaño calculado al 100 por ciento de la carga continua y no continua.

(2) La suma de las cargas no continuas y las cargas continuas si los conductores de acometida llegan a un dispositivo contra sobrecorriente, cuando tanto dispositivo de protección contra sobrecorriente como su ensamble estén aprobados para operar al 100 por ciento de su valor.

b) Instalaciones específicas. Además de los requisitos en 230-42(a), la ampacidad mínima para los conductores de fase para instalaciones específicas, no debe ser menor al valor del medio de desconexión de acometida que se especifica en 230-79 (a) hasta (d).

c) Conductores puestos a tierra. El conductor puesto a tierra debe tener un tamaño no menor del requerido por en 250-24(c).

230-43. Métodos de alambrado para 600 volts o menos. Los conductores de recepción del suministro se deben instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de esta NOM, relativos a los métodos de alambrado utilizados y limitados a los siguientes:

(1) Línea abierta sobre de aisladores

(2) Cables de tipo IGS

(3) Tubo conduit tipo pesado

(4) Tubo conduit tipo semipesado

(5) Tubo conduit metálico tipo ligero

(6) Tubo conduit no metálico (ENT)

(7) Cables para entrada de suministro

(8) Ductos

(9) Electroductos

(10) Canales auxiliares

(11) Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC)

(12) Soportes tipo charola para cables

(13) Cables de tipo MC

(14) Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica

(15) Tubo conduit metálico flexible no mayores que 1.80 metros de longitud o tubo conduit metálico flexibles hermético a los líquidos no mayores que 1.80 metros de longitud entre canalizaciones o entre una canalización y el equipo de acometida, con el puente de unión de equipo llevado con el tubo conduit metálico flexible o el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, según lo previsto en 250-102(a), (b), (c) y (e)

(16) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos.

(17) Tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE)

(18) Tubo conduit no metálicos subterráneo con conductores (NUCC)

(19) Tubo conduit reforzado con resina (RTRC)

230-44. Charolas portacables. Los sistemas de charolas portacables para soportar los conductores de recepción del suministro. También puede ser permitido a través de las siguientes formas. Se permitirán charolas portacables para soportar los conductores de acometida. Las charolas portacables usadas como soporte de conductores de acometida sólo deben contener conductores de acometida y se limitarán a los siguientes métodos:

(1) Cable tipo SE

(2) Cable tipo MC

(3) Cable tipo MI

(4) Cable tipo IGS

(5) Cable tipo aislado tamaño 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y más grandes y aprobado para uso en charolas portacables

Las charolas deben ser identificadas permanentemente con etiquetas con las palabras “conductores de acometida”. Las etiquetas deberán estar colocadas de tal forma que sean visibles después de la instalación y se deben colocar de manera que los conductores de acometida sean fácilmente localizados a lo largo de toda la charola portacables.

Excepción: Se permitirá que los conductores que no sean de acometida se instalen en una charola portacables con conductores de acometida, siempre y cuando se instale una barrera sólida fija de un material compatible con la charola portacables para separar los conductores de acometida de otros conductores instalados en la misma charola.

230-46. Empalmes. Se permitirá que los conductores de acometida se empalmen o deriven de acuerdo con 110-14, 300-5(e), 300-13 y 300-15.

230-50. Protección contra daño físico.

a) Conductores de acometida subterráneos. Los conductores de acometida subterráneos, se deben proteger contra daño físico según lo establecido en 300-5

b) Conductores diferentes a los de acometida. Conductores diferentes a los de acometida, que no sean de acometida subterránea, deben estar protegidos contra daños físicos tal como se especifica en (1) ó (2) siguientes:

1. Cables de recepción del suministro. Los cables de acometida cuando estén sujetos a daño físico, deben estar protegidos por cualquier de los siguientes medios:

(1) Tubo conduit tipo pesado

(2) Tubo conduit tipo semipesado

(3) Tubo conduit cédula 80 PVC

(4) Tubo conduit metálico tipo ligero

(5) Tubo conduit reforzado con resina (RTRC)

(6) Por otro medio aprobado

2. Otros conductores que no sean los de recepción del suministro. Los cables y conductores abiertos individuales y distintos a los conductores de recepción del suministro, no se deben instalar a menos de 3.00 metros del nivel del piso terminado o donde estén expuestos a daño físico.

Excepción: Se permite instalar cables de tipo MI y MC a menos de 3.00 metros del nivel del piso terminado cuando no estén expuestos a daño físico o cuando estén protegidos de acuerdo con 300-5(d).

230-51. Soportes de montaje. Los cables de acometida o conductores individuales de acometida abiertos, deben ir sujetos como se especifica en (a), (b) o (c) siguientes:

a) Cables de acometida. Los cables de acometida deben sujetarse con abrazaderas u otro medio adecuado, situados a menos de 30 centímetros de cada mufa o conexión a una canalización o envolvente y a intervalos no mayores a 75 centímetros.

b) Otros cables. Los cables no aprobados para instalarse en contacto con un inmueble u otra estructura, deben instalarse sobre soportes aislantes a intervalos no mayores de 4.50 metros y de manera que tengan una separación no menor que 50 centímetros de la superficie sobre la que pasan.

c) Conductores abiertos individuales. Los conductores abiertos individuales deben instalarse según se indica en la Tabla 230-51(c). Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben instalarse sobre aisladores o sobre soportes aislantes unidos a bastidores, soportes angulares u otro dispositivo aprobado. Si no están expuestos a la intemperie, los conductores deben instalarse sobre los aisladores de vidrio o porcelana.

Tabla 230-51(c).- Soportes y separación de los conductores individuales de recepción del suministro expuestos

Tensión eléctrica máxima volts	Separación máxima entre soportes (metros)	Libramiento mínimo (centímetros)	
		Entre conductores	Desde la superficie
600	2.70	15.5	5.0
600	4.50	30.0	5.0
300	1.40	7.5	5.0
600*	1.40*	6.5*	2.5*

* No expuestos a la intemperie

230-52. Conductores individuales que entran en inmuebles o en otras estructuras. Los conductores abiertos individuales que entren a un inmueble u otra estructura, deben hacerlo a través de pasacables para techo o de pared, con una inclinación ascendente por medio de tubos aislados individuales, no combustibles y no absorbentes. En ambos casos deben dejarse bucles de goteo en el conductor, antes de entrar en los tubos.

230-53. Drenaje de las canalizaciones. Las canalizaciones que estén expuestas a la intemperie y que contengan a los conductores de recepción del suministro deben ser herméticas a la lluvia y tener drenaje. Cuando estén embebidas en concreto, las canalizaciones se deben arreglar de tal modo que tengan drenaje.

230-54. Localización de conductores para recepción del suministro para acometida aérea.

a) Mufa. Las canalizaciones de acometida deben estar equipadas con una mufa en el punto de transición de acometida aérea o de los conductores de acometida. Las mufas deben ser aprobadas para su uso en lugares mojados.

b) Cables de acometida equipados con mufa. Los cables de acometida deben estar equipados con una mufa. La mufa será aprobada para su uso en lugares mojados.

Excepción: Se permitirá que el cable tipo SE forme una curva de goteo protegida por cinta aislante, autosellante, termoplástica, resistente a la intemperie.

c) Mufa arriba de la sujeción de los conductores de acometida aérea. Las mufas de los conductores de recepción del suministro deben ubicarse por encima del punto de sujeción de los conductores de acometida aérea al inmueble u otra infraestructura.

Excepción: Cuando no sea práctico instalar la mufa por encima del punto de sujeción, se permite colocar la mufa a una distancia no mayor que 60 centímetros del punto de sujeción.

d) Sujeción. Los conductores de recepción del suministro deben sujetarse firmemente en su lugar.

e) Pasacables separados. Cuando conductores de diferente potencial salgan de la mufa, deberán salir por diferentes orificios con pasacables.

Excepción: Cables multiconductores de acometida con cubierta metálica sin empalmes.

f) Curvas de goteo. En conductores individuales deben formarse curvas de goteo. Para impedir la entrada de humedad, los conductores de recepción del suministro deben conectarse a los de acometida aérea ya sea:

(1) Por debajo del nivel de la mufa de acometida, o

(2) Por debajo del nivel de la terminación de la cubierta del cable de recepción del suministro.

g) Disposición para que el agua no penetre en la canalización o equipo de recepción del suministro. Los conductores tanto de acometida aérea como de acometida deben estar dispuestos de tal manera que se impida la penetración de agua a la canalización o al equipo de recepción del suministro.

230-56. Conductor de recepción del suministro con la mayor tensión a tierra. En una acometida de cuatro hilos conectada en delta, en la cual el punto medio de una fase esté puesto a tierra, el conductor de recepción del suministro cuya tensión a tierra sea el mayor, se debe marcar de manera permanente y duradera con un acabado exterior de color anaranjado o mediante otro medio eficaz, en cada terminal o punto de unión.

E. Equipo de acometida - Generalidades

230-62. Equipo de recepción del suministro cubierto o resguardado. Las partes energizadas del equipo de recepción del suministro deben cubrirse como se especifica en el inciso (a) o resguardarse como se especifica en (b) siguiente:

a) Cubiertos. Las partes energizadas deben estar cubiertas de manera que no queden expuestas a contactos accidentales o deben estar resguardadas como se especifica en (b) siguiente.

b) Resguardadas. Las partes energizadas que no estén cubiertas deben instalarse dentro de un tablero de distribución, tablero de fuerza y alumbrado o de control, y deben estar resguardadas de acuerdo con 110-18 y 110-27. Cuando las partes energizadas se resguarden como se indica en 110-27(a)(1) y (a)(2) deben estar provistas de un medio para cerrar o sellar las puertas con llave que dan acceso a las partes energizadas.

230-66. Marcado. El equipo de recepción del suministro de 600 volts o menos, se debe marcar para identificar que es adecuado para su uso como equipo de acometida. Todo equipo de acometida debe estar aprobado. No se considera equipo de acometida las envolventes de las bases para medidores.

F. Equipo de acometida - Medios de desconexión

230-70. Generalidades. En un inmueble u otra infraestructura debe proporcionarse de un medio para desconectar todos los conductores de recepción del suministro.

a) Ubicación. Los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro deben ser instalados de acuerdo a (1), (2) y (3) siguientes:

1) Ubicación fácilmente accesible. Los medios de desconexión de acometida se deben instalar, ya sea dentro o fuera de un edificio u otra infraestructura, en un lugar fácilmente accesible en el punto más cercano de entrada de los conductores de recepción del suministro y a una distancia no mayor que 5.00 metros del equipo de medición.

2) Baños. Los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro no se deben instalar en cuartos de baño.

3) Control Remoto. Cuando se usen dispositivos de control remoto para operar al medio de desconexión de acometida, este medio de desconexión se debe ubicar de acuerdo con (a) (1) anterior.

b) Marcado. Cada medio de desconexión debe estar marcado permanentemente para ser identificado como tal.

c) Apropiado para el uso. Todos los medios de desconexión de acometida deben ser adecuados para las condiciones que se den en la misma. El equipo de desconexión instalado en áreas peligrosas (clasificadas) debe cumplir los requisitos de los Artículos 500 hasta 517.

230-71. Número máximo de medios de desconexión.

a) Generalidades. El medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro para cada una de ellas que se permita en 230-2 o para cada grupo de conductores de acometida que se permita en 230-40, Excepción, debe consistir en seis o menos interruptores o seis interruptores automáticos de circuitos instalados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes independientes o dentro o sobre un tablero de distribución. No debe haber más de seis conjuntos de medios de desconexión por acometida agrupados en un solo lugar.

Para lo establecido en esta Sección, los medios de desconexión utilizados únicamente en el circuito de control del sistema de protección contra fallas a tierra instalado como parte del equipo aprobado, no debe considerarse medio de desconexión de recepción del suministro:

(1) Equipo de monitoreo de potencia.

(2) Dispositivos de protección contra sobretensión.

(3) Circuito de control del sistema de protección contra falla a tierra.

(4) Medios de desconexión de acometida operados eléctricamente.

b) Dispositivos unipolares. En circuitos con multiconductores se permitirá dos o tres interruptores o interruptores automáticos de un polo, que puedan operar individualmente, un polo para cada conductor de fase, como medio de desconexión de varios polos, siempre que estén equipados con mecanismos de operación manuales o con un mecanismo de operación principal para desconectar todos los conductores de acometida sin hacer más de seis operaciones con la mano.

NOTA: Véase 408-36, Excepción 1 y 3 para equipo de acometida en tableros de alumbrado y control, véase el Artículo 430-95 para equipo de acometida en centros de control de motores.

230-72. Agrupamiento de medios de desconexión.

a) Generalidades. Los dos a seis medios de desconexión como se permite en 230-71 deben estar agrupados. Cada medio de desconexión debe estar marcado para indicar la carga que soporta.

Excepción: Se permite que uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en 230-71, cuando se utiliza sólo para una bomba de agua que sirva también como bomba contra incendios se permitirá esté instalando en forma remota de los restantes medios de desconexión. Si es instalado en forma remota de acuerdo con esta excepción, se debe colocar una placa en la ubicación de los medios de desconexión agrupados restantes indicando su ubicación.

b) Medios de desconexión adicionales de los conductores de recepción del suministro El medio o medios adicionales de desconexión adicionales para bombas contra incendios, emergencia, medios de reserva legalmente obligatorios o medios de reserva opcionales permitidos en 230-2, se deben instalar a una separación suficiente de uno a seis medios de desconexión de acometida normal, para reducir al mínimo la posibilidad de corte simultáneo de suministro.

c) Medios de desconexión al alcance de los habitantes. En inmuebles con diversas actividades y ocupantes, los medios de desconexión de los conductores de acometida deben estar al alcance de los habitantes.

Excepción: En inmuebles con múltiples actividades en los que el servicio y mantenimiento de la instalación eléctrica estén a cargo de la administración del inmueble, y se encuentren bajo supervisión continua de la misma, el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro de más de una de las actividades debe estar accesible únicamente a personal calificado.

230-74. Apertura simultánea de los polos. Cada medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase controlados por la instalación del usuario.

230-75. Desconexión del conductor puesto a tierra. Cuando el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro no desconecte el conductor puesto a tierra de la instalación del usuario, debe instalarse otro medio en el equipo de acometida. Para tal fin, se permitirá instalar una terminal o barra a la que se conecten todos los conductores puestos a tierra mediante conectores de presión. En un tablero de distribución dividido en varias secciones se permitirá un medio de desconexión para el conductor puesto a tierra para cada una de las secciones, siempre que así se indique mediante una marca.

230-76. Operación manual o eléctrica. Los medios de desconexión de los conductores de fase de recepción del suministro deben consistir en:

(1) Un medio de desconexión de operación manual o un interruptor automático, equipado con una palanca u otro medio adecuado para su operación, o

(2) Un medio de desconexión operado eléctricamente o un interruptor automático equipado de forma que se pueda abrir manualmente en el caso de falla de suministro de energía.

230-77. Indicación de la posición. Los medios de desconexión deben indicar claramente si está en posición abierta (off) o cerrada (on).

230-79. Capacidad del equipo de desconexión. Los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro deben tener una capacidad no menor que la carga a servir determinada según las Partes C, D y F del Artículo 220, como sean aplicables. En ningún caso ese valor debe ser menor que el especificado en los siguientes incisos:

a) Instalación de un solo circuito. Para instalaciones que alimenten únicamente a cargas limitadas de un circuito derivado, el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro debe tener una capacidad no menor que 15 amperes.

b) Instalaciones para dos circuitos. En instalaciones que alimenten hasta dos circuitos derivados de dos conductores, los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro deben tener una capacidad no menor que 30 amperes.

c) Viviendas unifamiliares. En viviendas unifamiliares, el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro debe tener una capacidad según la carga conectada.

En viviendas populares de hasta 60 m^2 no debe ser menor que 30 amperes.

d) Todos los demás casos. En todas las demás instalaciones, el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro debe tener una capacidad no menor que 60 amperes.

230-80. Capacidades combinadas de los medios de desconexión. Cuando el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro consista en más de un desconectador o interruptor automático, tal como se permite en 230-71, la capacidad combinada de todos los interruptores o interruptores automáticos usados no debe ser menor que la que se establece en 230-79.

230-81. Conexión a las terminales. Los conductores de recepción del suministro deben conectarse a los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro, mediante conectores a presión, mordazas u otros accesorios adecuados. No se deben utilizar conexiones que dependan de soldaduras.

230-82. Equipo conectado en el lado línea del medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro. Sólo se permite conectar en el lado línea de los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro lo siguiente:

(1) Los fusibles limitadores para cables u otros dispositivos limitadores de corriente.

(2) Medidores y sus bases enchufe con una tensión no mayor que 600 volts y que todas las cajas metálicas y envolventes de acometida estén puestos a tierra de acuerdo con la Parte G y unidos de acuerdo a la Parte E del Artículo 250.

(3) Interruptores de los medios de desconexión de los medidores con valor no mayor que 600 volts que tengan valor de corriente de cortocircuito igual o mayor que la corriente de cortocircuito de la instalación, siempre que todas las cajas metálicas y envolventes de acometida estén puestos a tierra de acuerdo con la Parte G y unidas de acuerdo con la Parte E del Artículo 250. Un interruptor del medio de desconexión del medidor debe ser capaz de interrumpir la carga alimentada.

(4) Los transformadores de medición (corriente y tensión), derivaciones de alta impedancia, dispositivos de control de carga, apartarrayos y dispositivos de protección contra sobretensiones Tipo 1.

(5) Derivaciones utilizadas únicamente para alimentar a dispositivos de control de carga, circuitos de sistemas de emergencia, sistemas de potencia de reserva, equipos para bombas contra incendios y alarmas contra incendios y sistemas de rociadores automáticos, si están dotados de equipo de acometida e instalados siguiendo los requisitos de los conductores de recepción del suministro

(6) Los sistemas solares fotovoltaicos, sistemas de celdas de combustibles o fuentes de producción de energía interconectadas. Véanse los Artículos 690 y 705 en lo que afecta a estos sistemas.

(7) Cuando los medios de desconexión de los conductores de recepción del suministro sean accionados eléctricamente, se permite que el circuito de control esté conectado antes del medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro si dispone de medios de desconexión y protección contra sobrecorriente

(8) Los sistemas de protección contra fallas a tierra o dispositivos de protección contra sobretensiones Tipo 2, si están instalados como parte del equipo aprobado y si disponen de medios de desconexión y protección contra sobrecorriente adecuados.

(9) Conexiones utilizadas sólo para alimentar equipo de comunicaciones bajo el control exclusivo del suministrador, si la protección contra sobrecorriente y los medios de desconexión adecuados son proporcionados. Para instalaciones del equipo del suministrador, no se requiere un medio de desconexión si el suministro está instalado como parte de la base de medición, de tal manera que el acceso sólo pueda ser con el medidor retirado.

G. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente

230-90. Cuando es necesario. Todos los conductores de fase de la acometida deben tener protección contra sobrecarga.

a) Conductores de fase. Dicha protección debe consistir en un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de fase de acometida que tenga una capacidad o ajuste no mayor que la ampacidad del conductor. Se entiende por conjunto de fusibles a todos los fusibles necesarios para proteger todos los conductores de fase de un circuito. Los interruptores automáticos de un polo agrupados según lo establecido en 230-71(b), se deben considerar como un dispositivo de protección.

Excepción 1: Para corrientes de arranque de motores, se permiten capacidades que cumplan lo establecido en 430-52, 430-62 y 430-63.

Excepción 2: Los fusibles e interruptores automáticos con una capacidad o ajuste que cumpla lo establecido en 240-4(b) o (c) y en 240-6.

Excepción 3: Se permiten de dos hasta seis interruptores automáticos de circuito o juegos de fusibles como dispositivo de protección contra sobrecorriente. Se permite que la suma de las capacidades de los interruptores automáticos o fusibles supere la ampacidad de los conductores de acometida, siempre que la carga no supere la ampacidad de los mismos.

Excepción 4: El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores de recepción del suministro para bombas contra incendios debe cumplir con 695-4(b)(2)(a).

Excepción 5: Se permitirá la protección contra sobrecarga en la recepción del suministro monofásico de 3 hilos, 120/240 volts para viviendas, de acuerdo con 310-15(b)(7).

b) No en el conductor puesto a tierra. En un conductor de recepción del suministro puesto a tierra no se debe intercalar ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente, excepto un interruptor automático que abra simultáneamente a todos los conductores del circuito.

230-91. Ubicación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe formar parte integral del medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro o debe estar situado en un lugar adyacente a ellos.

230-92. Dispositivos de protección contra sobrecorriente de los conductores de recepción del suministro bajo llave. Cuando los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los conductores de recepción del suministro estén sellados, bajo llave o no sean accesibles fácilmente a los habitantes, se deben instalar dispositivos de sobrecorriente de los circuitos derivados o alimentadores en el lado línea, instalados en un lugar accesible fácilmente y deben ser de menor capacidad que el dispositivo de sobrecorriente de los conductores de recepción del suministro.

230-93. Protección de circuitos específicos. Cuando sea necesario evitar la manipulación indebida, se permite sellar o poner bajo llave el dispositivo automático de protección contra sobrecorriente que proteja a los conductores de recepción del suministro que alimenten sólo a una carga específica cuando se ubiquen en un lugar accesible, por ejemplo un calentador de agua.

230-94. Ubicación relativa del dispositivo de protección contra sobrecorriente y otros equipos de los conductores de recepción del suministro. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe proteger a todos los circuitos y dispositivos, excepto los siguientes:

Excepción 1: El medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro se permite instalarse del lado línea.

Excepción 2: Los circuitos en derivación de alta impedancia, pararrayos, dispositivos de protección contra sobretensión Tipo 1, capacitores de protección contra sobretensión y los transformadores de medición (de corriente y de tensión), se permitirá conectarse e instalarse del lado línea o de los medios de desconexión, tal como lo permite el Artículo 230-82.

Excepción 3: Se permite que los dispositivos de control de cargas se conecten en el lado del suministro, cuando lleven protección contra sobrecorriente independiente.

Excepción 4: Se permite que los circuitos utilizados únicamente para el funcionamiento de alarmas contra incendios, otros sistemas de señales de protección o para la alimentación de los equipos de las bombas contra incendios, se conecten en el lado línea del dispositivo de protección contra sobrecorriente, cuando lleven protección contra sobrecorriente independiente.

Excepción 5: Los medidores con tensión no mayor que 600 volts, siempre que todas las cajas metálicas y envolventes estén puestas a tierra según el Artículo 250.

Excepción 6: Cuando el equipo de recepción del suministro se accione eléctricamente, se permite que el circuito de control esté conectado antes del medio de desconexión, si dispone de dispositivos adecuados de desconexión y protección contra sobrecorriente.

230-95. Equipo de protección contra falla a tierra. Se debe proporcionar protección a los equipos contra fallas a tierra en los conductores de recepción del suministro de sistemas en estrella sólidamente puestos a tierra con tensión a tierra no mayor que 150 volts, pero que no supere 600 volts entre fases para cada dispositivo de desconexión de los conductores de recepción del suministro de 1000 amperes o más. El conductor puesto a tierra para sistemas en estrella puestos a tierra sólidamente se debe conectar directamente a la tierra a través de un sistema de electrodos de puesta a tierra, de acuerdo con 250-50, sin insertar ninguna resistencia ni dispositivo de impedancia.

Se debe considerar que la capacidad permisible del medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro es la del mayor fusible que se pueda instalar o la mayor corriente de disparo, a la que se pueda ajustar el dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el interruptor automático del circuito.

Excepción: Las disposiciones de protección contra fallas a tierra de esta sección no se aplican a un medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro para procesos industriales continuos, en los que un paro inesperado puede crear condiciones de peligro.

a) Configuración y Ajuste. El sistema de protección contra fallas a tierra debe funcionar haciendo que el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro abra todos los conductores de fase del circuito con falla. El máximo ajuste de esa protección debe ser de 1200 amperes y el retardo máximo debe ser de un segundo para corrientes de falla a tierra iguales o mayores que 3000 amperes.

b) Fusibles. Cuando se use una combinación de medios de desconexión y fusibles, los fusibles utilizados deben ser capaces de interrumpir cualquier corriente mayor que la capacidad de interrupción del medio de desconexión, antes de que el sistema de protección contra fallas a tierra provoque la apertura del medio de desconexión.

c) Pruebas de funcionamiento. Una vez instalado, se debe probar el funcionamiento del sistema de protección contra fallas a tierra. La prueba se debe hacer siguiendo las instrucciones que se dan con el equipo. Se debe hacer un informe escrito de esta prueba.

NOTA 1: La protección contra fallas a tierra que funcione abriendo el desconectador de los conductores de recepción del suministro, no ofrece protección contra fallas en el lado línea del dispositivo de protección. Sólo sirve para limitar daño a los conductores y equipos en el lado carga, si se produjera una falla a tierra que diera lugar a un arco en el lado carga del elemento de protección.

NOTA 2: Esta protección adicional del equipo de recepción del suministro puede hacer necesario revisar toda la instalación para coordinar adecuadamente los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Puede ser necesario instalar nuevos equipos de protección contra fallas a tierra en los circuitos alimentadores y en los circuitos derivados, cuando la continuidad en el servicio sea muy necesaria.

NOTA 3: Cuando exista dispositivo de protección contra fallas a tierra para el medio de desconexión de los conductores de recepción del suministro y se conecte con otro sistema de alimentación a través de un dispositivo de transferencia, pueden ser necesarios otros medios o dispositivos que aseguren la detección de las fallas a tierra por el equipo de protección de falla a tierra.

NOTA 4: Véase 517-7(a) para información sobre dónde se requiere un paso adicional de la protección contra fallas a tierra en hospitales y otros edificios con áreas críticas o equipo de soporte para la vida.

H. Acometidas de más de 600 volts

230-200. Generalidades. Los conductores y equipos de recepción del suministro utilizado en circuitos de más de 600 volts deben cumplir las disposiciones aplicables de todas las secciones anteriores de este Artículo y las siguientes, que complementan o modifican a las anteriores. En ningún caso se deben aplicar lo establecido en la Parte H a los equipos instalados en el lado línea del punto de recepción del suministro.

230-202. Conductores de acometida. Los conductores de acometida a inmuebles o construcciones se deben instalar conforme a lo siguiente:

a) Tamaño de los conductores. Los conductores de acometida no deben ser menores a 13.3 mm^2 (6 AWG), excepto en cables multiconductores. Los cables multiconductores no deben ser menores a 8.37 mm^2 (8 AWG).

b) Métodos de alambrado. Los conductores de acometida se deben instalar según alguno de los métodos de alambrado que se indican en 300-37 y 300-50.

230-204. Desconectadores de aislamiento.

a) Cuando se requieren. Cuando el medio de desconexión de acometida sea un interruptor automático en hexafluoruro de azufre o un desconectador en aceite, aire o al vacío, debe instalarse un desconectador de aislamiento en aire, que sea visible cuando está abierto, en el lado línea del medio de desconexión y el equipo de acometida asociado.

Excepción: No se exigirá un desconectador de aislamiento cuando el desconectador o interruptor automático está montado en paneles removibles o tableros metálicos, cuando se apliquen las dos condiciones siguientes:

(1) No se puedan abrir a menos que el circuito esté desconectado.

(2) Todas las partes energizadas se desconectan automáticamente cuando el interruptor o desconectador automático es movido de su posición de operación normal.

b) Fusibles utilizados como interruptor de aislamiento. Cuando los fusibles sean del tipo que permita operarlos como medio de desconexión, un grupo de dichos fusibles se puede utilizar como desconectador de aislamiento.

c) Accesible sólo a personas calificadas. El desconectador de aislamiento sólo debe ser accesible a personas calificadas.

d) Conexión de puesta a tierra. Los desconectadores de aislamiento deben estar provistos de medios para conectar los conductores del lado carga directamente al sistema de electrodos de puesta a tierra, a una barra colectora de puesta a tierra o a una estructura metálica puesta a tierra, cuando se desconecten de la fuente de alimentación.

No se exigirá un medio para puesta a tierra de los conductores del lado carga a un sistema de electrodos de puesta a tierra, una barra colectora para puesta a tierra del equipo o a una estructura de acero puesta a tierra para cualquier desconectador de aislamiento duplicado, que sea instalado y mantenido por el suministrador.

230-205. Medios de desconexión.

a) Ubicación. Los medios de desconexión de acometida deben estar localizados según lo establecido en 230-70.

Para sistemas de distribución primaria subterráneos o aéreos en una propiedad privada, se permite que el desconectador de acometida se ubique en un lugar que no sea fácilmente accesible, si el medio de desconexión puede ser operado mediante un mecanismo desde un punto accesible fácilmente o electrónicamente de acuerdo con (c) siguiente, cuando aplique.

b) Tipo. Cada medio de desconexión de acometida debe desconectar simultáneamente a todos los conductores de fase de la acometida que dependan de él, y debe tener una corriente de interrupción no menor que la corriente máxima de cortocircuito posible en las terminales de alimentación.

Cuando se instalen interruptores con fusibles o fusibles de montaje separado, se permite que las características del fusible contribuyan a fijar la capacidad de cierre bajo falla del medio de desconexión.

c) Control remoto. Para edificaciones múltiples e instalaciones industriales bajo una sola administración, se permitirá que el medio de desconexión de acometida esté ubicado en un edificio o estructura separada. En estos casos, se permitirá que el medio de desconexión de acometida sea operado eléctricamente por un dispositivo de control remoto fácilmente accesible.

230-206. Dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados como medio de desconexión. Puede considerarse como el medio de desconexión de acometida, un interruptor automático de un circuito o un medio alternativo utilizado según se indica en 230-208 como dispositivo de sobrecorriente de acometida, cuando cumplan los requisitos indicados en 230-205.

230-208. Requisitos de protección contra sobrecorriente. Un dispositivo de protección contra cortocircuito debe ser provisto en el lado carga o como parte integral del medio de desconexión de acometida, y debe proteger a todos los conductores de fase que dependan de él. El dispositivo de protección debe ser capaz de detectar e interrumpir cualquier corriente que supere su ajuste de disparo o punto de fusión que pueda producirse en donde está ubicado. Se debe considerar que un fusible de capacidad continua que no supere al triple de la ampacidad del conductor o un interruptor automático con un ajuste de disparo que no supere en seis veces la ampacidad de los conductores, ofrecen protección adecuada contra cortocircuito.

NOTA: Para ampacidad de conductores de 2001 volts en adelante, véanse las Tablas 310-60(c)(67) hasta 310-60(c)(86).

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

a) Tipo de equipo. Los equipos utilizados para proteger los conductores de acometida, deben cumplir los requisitos indicados en el Artículo 490, Parte B.

b) Dispositivos de sobrecorriente cerrados. La limitación de 80 por ciento de la capacidad de un dispositivo de sobrecorriente dentro de una cubierta o envolvente para cargas continuas, no se debe aplicar si están instalados en sistemas que operen a más de 600 volts.

230-209. Apartarrayos. En cada conductor de fase de acometida aérea, se permite instalar apartarrayos de acuerdo con el Artículo 280.

230-210. Equipo de recepción del suministro. Generalidades. El equipo de recepción del suministro, incluidos los transformadores de medición, debe cumplir lo establecido en el Artículo 490, Parte A.

230-211. Tableros en envolventes metálicas. Deben consistir en una estructura metálica sólida y una cubierta envolvente de chapa metálica. Cuando se instale sobre suelo combustible, debe ir protegido.

230-212. Acometidas de más de 35 000 volts. Cuando la tensión entre conductores sea no mayor que 35 000 volts, debe entrar, a través de un interruptor ya sea a través de cubiertas metálicas o en una bóveda de transformadores, que cumplan los requisitos de acuerdo a 450-41 a 450-48.

ARTICULO 240

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

A. Generalidades

240-1. Alcance. Las Partes A hasta G de este Artículo establecen los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente para tensiones hasta de 600 volts. La Parte H establece los requisitos sobre la protección contra sobrecorriente para aquellas partes de instalaciones industriales supervisadas que operan a 600 volts o menos. La Parte I establece los requisitos de protección contra sobrecorriente para tensiones mayores que 600 volts.

NOTA: La protección contra sobrecorriente para conductores y equipos se instala para que abra el circuito, si la corriente alcanza un valor que cause una temperatura excesiva o peligrosa en los conductores o en su aislamiento. Ver también 110-9, para los requerimientos de capacidad de interrupción, y 110-10, para los requisitos de protección contra corrientes de falla.

240-2. Definiciones

Conductores en derivación. Tal como se usa en este Artículo, un conductor en derivación se define como un conductor, que no sea de acometida, que tiene protección contra sobrecorriente adelante de su punto de alimentación, que supera el valor permitido para conductores similares que están protegidos como se describe en otra parte de 240-4.

Dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente. Dispositivo que, cuando interrumpe corrientes dentro de su rango de limitación de corriente, reduce la corriente que fluye en el circuito con falla a una magnitud significativamente menor que la que se tendría en el mismo circuito, si el dispositivo fuera reemplazado por un conductor sólido de impedancia comparable.

Instalación industrial supervisada. Para los propósitos de la Parte H, son las partes industriales de una instalación donde se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garantizan que únicamente personas calificadas tienen a su cargo el monitoreo y mantenimiento del sistema.

(2) El sistema de alambrado del inmueble tiene una carga de 2500 kilovoltamperes o más usada en procesos industriales, actividades de manufactura, o ambas, calculada según el Artículo 220.

(3) El inmueble tiene por lo menos una acometida o un alimentador de más de 150 volts a tierra y más de 300 volts entre fases.

Esta definición excluye a las instalaciones en edificios usados para instalaciones industriales de oficinas, bodegas, garajes, talleres de maquinaria y servicios recreativos que no son parte integral de la planta industrial, subestación o centro de control.

240-3. Otros Artículos. El equipo se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo de esta NOM que cubre el tipo de equipo que se especifica en la Tabla 240-3.

Tabla 240-3.- Otros artículos

Equipo	Artículo
Acometidas	230
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600
Aparatos	422
Elevadores, elevadores montaplatos, escaleras y pasillos móviles; elevadores para sillas de ruedas y elevadores de sillas de ruedas para escaleras.	620
Bombas contra incendios	695
Capacitores	460
Celdas electrolíticas	668
Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725
Circuitos derivados	210
Contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión	406
Convertidores de fase	455
Electroductos	368
Equipo de aire acondicionado y refrigeración	440
Equipo de calefacción eléctrica fija de tuberías y recipientes	427
Equipo de calentamiento dieléctrico y por inducción	665
Equipo eléctrico exterior fijo de deshielo y fusión de la nieve	426
Equipo eléctrico fijo de calefacción de ambiente	424
Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señal de audio	640
Equipos de rayos X	660
Estudios de cine y de televisión y lugares similares	530
Generadores	445
Grúas y polipastos	610
Instalaciones en lugares de atención de la salud	517
Lugares de reunión	518

Luminarias, portalámparas y lámparas	410
Maquinaria industrial	670
Motores, circuitos de motores y controladores	430
Organos eléctricos de tubos	650
Sistemas de alarma contra incendios	760
Sistemas de emergencia	700
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Soldadores eléctricos	630
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control	408
Teatros, áreas de espectadores en estudios cinematográficos y estudios de televisión y lugares similares	520
Transformadores y bóvedas de transformadores	450

240-4. Protección de los conductores. Los conductores que no sean cordones flexibles, cables flexibles ni alambres de luminarias, se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en 310-15, excepto los casos permitidos o exigidos en los incisos (a) hasta (g) siguientes:

a) Peligro por pérdida de energía. No se debe exigir protección contra sobrecarga de los conductores cuando la interrupción del circuito pueda crear un riesgo, por ejemplo en los circuitos magnéticos de manejo de materiales o en bombas contra incendios. En estos casos se debe proporcionar protección contra cortocircuito.

b) Dispositivos de sobrecorriente de 800 amperes o menos. Se permitirá el uso de un dispositivo de protección contra sobrecorriente, de valor estándar inmediato superior (sobre la ampacidad de los conductores que proteja), siempre que se cumplan en su totalidad las siguientes condiciones:

(1) Que los conductores protegidos no formen parte de un circuito derivado que alimenta más de un contacto para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija.

(2) Que la ampacidad de los conductores no corresponda a la corriente estándar de un fusible o de un interruptor automático sin ajuste para disparo por sobrecarga por encima de su valor nominal (pero se permitirá que tenga otros ajustes de disparo o valores nominales).

(3) Que el valor estándar inmediato superior seleccionado no supere 800 amperes.

c) Dispositivos de sobrecorriente de más de 800 amperes. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente sea de más de 800 amperes, la ampacidad de los conductores que protege debe ser igual o mayor que la corriente nominal del dispositivo, tal como se define en 240-6.

d) Conductores pequeños. A menos que se permita específicamente en (e) o (g) siguientes, la protección contra sobrecorriente no debe exceder lo exigido por (1) a (7) después de que se ha aplicado cualquier factor de corrección por temperatura ambiente y por número de conductores.

1) 0.824 mm^2 (18 AWG) de cobre. 7 amperes, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Las cargas continuas no excedan 6 amperes.

(2) La protección contra sobrecorriente la proporciona uno de los siguientes elementos:

a. Interruptores automáticos con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 0.824 mm^2 (18 AWG).

b. Fusibles con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 0.824 mm^2 (18 AWG).

c. Fusibles clase CC, J o T.

2) 1.31 mm^2 (16 AWG) de cobre. 10 amperes, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Las cargas continuas no excedan 8 amperes.

(2) La protección contra sobrecorriente la proporciona uno de los siguientes elementos:

a. Interruptores automáticos con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 1.31 mm^2 (16 AWG).

b. Fusibles con valor nominal para circuito derivado y marcados para usarse con alambre de cobre 1.31 mm² (16 AWG).

c. c. Fusibles clase CC, J o T.

3) 2.08 mm^2 (14 AWG) de cobre. 15 amperes.

5) 3.31 mm^2 (12 AWG) de cobre. 20 amperes.

7) 5.26 mm^2 (10 AWG) de cobre. 30 amperes

e) Conductores en derivación. Se permitirá que los conductores de derivación estén protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con:

(1) 210-19(a)(3) y (a)(4), estufas y aparatos de cocción domésticos y otras cargas.

(2) 240-5(b)(2), cables de artefacto.

(3) 240-21, ubicación en el circuito.

(4) 368-17(b), reducción en la ampacidad de electroductos.

(5) 368-17(c), alimentador o circuitos derivados (derivaciones de electroductos).

(6) 430-53(d), derivaciones de un motor.

f) Conductores del secundario de transformadores. Los conductores del secundario de transformadores monofásicos (excepto los de 2 hilos) y polifásicos (excepto los de 3 hilos, conexión delta - delta) no se deben considerar protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario. Se permitirá que los conductores alimentados desde el secundario de un transformador monofásico con secundario de 2 hilos (una sola tensión) o trifásico con conexión delta - delta con secundario de 3 hilos (una sola tensión), estén protegidos mediante el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario (lado fuente) del transformador, siempre que esa protección cumpla lo establecido en 450-3 y no exceda el valor resultante de multiplicar la ampacidad del conductor del secundario por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.

g) Protección contra sobrecorriente para aplicaciones de conductores específicos. Se permitirá que la protección contra sobrecorriente para conductores específicos se proporcione de acuerdo como se indica en la Tabla 240-4(g).

Tabla 240-4(g).- Aplicaciones de conductores específicos

Conductor	Artículo	Sección
Conductores de alimentación de convertidores de fase	455	455-7
Conductores de circuitos de aparatos operados por motor	422, Parte B	
Conductores de circuitos de capacitores	460	460-8(b) y 460-25(a) hasta (d)
Conductores de circuitos de control e instrumentación (Tipo ITC)	727	727-9
Conductores de circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada	725	725-43, 725-45, 725-121 y Capítulo 10, Tablas 11(a) y 11(b)
Conductores de circuitos de equipo de aire acondicionado y refrigeración	440, Partes C y F	
Conductores de circuitos de motores y control de motores	430, Parte C, D, E, F y G	
Conductores de circuitos de sistemas de alarma contra incendio	760	760-43, 760-45, 760-121 y Capítulo 10 Tablas 12(a) y 12(b)
Conductores de circuitos para soldadoras eléctricas	630	630-12 y 630-32
Conductores de enlace secundario	450	450-6

240-5. Protección de los cordones flexibles, cables flexibles y cables para artefactos. Los cordones flexibles y cables flexibles, incluidos los decorativos y las extensiones, y los cables de artefactos, se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con (a) o (b).

a) Ampacidades. El cordón flexible y el cable flexible se deben proteger con un dispositivo de sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en las Tablas 400-5(a)(1) y (a)(2). Los cables de artefactos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, tal como se especifica en la Tabla 402-5. Se permitirá que la protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se establece en 240-10, sea un medio aceptable para proporcionar esta protección.

b) Dispositivo de sobrecorriente de circuitos derivados. Los cordones flexibles se deben proteger cuando sean alimentados por un circuito derivado, de acuerdo con uno de los métodos descritos en (1), (3) o (4) siguientes. Los cables de artefactos, cuando están alimentados por un circuito derivado, se deben proteger de acuerdo con (2).

1) Cordón de alimentación de aparatos o luminarias aprobadas. Cuando los cordones flexibles o cordones decorativos están aprobados para y son usados con un aparato específico o una luminaria aprobada, se considerará que están protegidos cuando se aplican cumpliendo los requisitos de aprobado para el aparato o la luminaria. Para los propósitos de esta sección, una luminaria puede ser portátil o fija.

2) Cable de artefactos eléctricos. Se permitirá que el cable para artefactos eléctricos se derive del conductor del circuito derivado de acuerdo con lo siguiente:

(1) Circuitos de 20 amperes 0.824 mm^2 (18 AWG), hasta 15.00 metros.

(2) Circuitos de 20 amperes 1.31 mm^2 (16 AWG), hasta 30.00 metros.

(3) Circuitos de 20 amperes 2.08 mm^2 (14 AWG) y tamaño mayores.

(4) Circuitos de 30 amperes 2.08 mm^2 (14 AWG) y tamaño mayores.

(5) Circuitos de 40 amperes 3.31 mm^2 (12 AWG) y tamaño mayores.

(6) Circuitos de 50 amperes 3.31 mm^2 (12 AWG) y tamaño mayores.

3) Conjunto de cordones de extensión. Se debe considerar que el cordón flexible usado en conjuntos de cordones de extensión aprobados está protegido cuando se aplica cumpliendo los requisitos de aprobación del cordón de extensión.

4) Conjuntos de cordones de extensión ensamblados en el sitio. Se permitirá que el cordón flexible usado en cordones de extensión hechos con componentes aprobados e instalados individualmente, sea alimentado por un circuito derivado de acuerdo con lo siguiente:

Circuitos de 20 amperes tamaño 1.31 mm^2 (16 AWG) y tamaños mayores.

240-6. Capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos.

a) Fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo. Los valores de corriente normalizados para los fusibles e interruptores automáticos de circuito de tiempo inverso, son: 15, 16, 20, 25, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 60, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 y 6000 amperes. Los valores en amperes estandarizados adicionales para fusibles deben ser de 1, 3, 6, 10 y 601. Se permitirá el uso de fusibles e interruptores automáticos de tiempo inverso con valores en amperes no estandarizados.

b) Interruptores automáticos de disparo ajustable. La capacidad nominal de corriente de los interruptores automáticos de disparo ajustable que tengan medios externos para ajustar la corriente (ajuste de disparo de tiempo largo) que no cumplan los requisitos de (c), debe ser el valor máximo de ajuste posible.

c) Interruptores automáticos de disparo ajustable y acceso restringido. Se permitirá que un interruptor automático que tiene acceso restringido al medio de ajuste, tenga un valor nominal en amperes, que sea igual al ajuste de la corriente de disparo (ajuste de tiempo largo). El acceso restringido se debe definir como la ubicación detrás de alguno de los siguientes:

(1) Cubiertas removibles y sellables sobre los medios de ajuste.

(2) Puertas de la envolvente del equipo atornilladas.

(3) Puertas con cerradura, accesibles solamente a personal calificado.

240-8. Fusibles o interruptores automáticos en paralelo. Se permitirá que los fusibles e interruptores automáticos estén conectados en paralelo si son ensamblados en paralelo de fábrica y aprobados como una sola unidad. Los fusibles individuales, interruptores automáticos o combinaciones de ellos no se deben conectar en paralelo.

240-9. Dispositivos térmicos. Los relevadores térmicos y otros dispositivos, que no están diseñados para abrir cortocircuitos o fallas a tierra, no se deben usar para la protección de los conductores contra sobrecorriente producidas por cortocircuitos o fallas a tierra, pero sí se permitirá su uso para proteger a los conductores del circuito derivado de un motor contra sobrecarga si están protegidos de acuerdo con 430-40.

240-10. Protección suplementaria contra sobrecorriente. Cuando se utilice protección suplementaria contra sobrecorriente en luminarias, aparatos y otros equipos o para circuitos y componentes internos de los equipos, no se debe usar como sustituto de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados ni en lugar de la protección de los circuitos derivados. No se exigirá que los dispositivos suplementarios contra sobrecorriente sean fácilmente accesibles.

240-12. Coordinación del sistema eléctrico. Cuando se requiera una interrupción ordenada para minimizar el riesgo o riesgos para las personas y equipos, se permite un sistema de coordinación basado en las dos condiciones siguientes:

(1) Coordinación de protecciones contra cortocircuito.

(2) Indicación de sobrecarga basada en sistemas o dispositivos de monitoreo.

NOTA: El sistema de monitoreo puede causar que esa condición produzca una alarma que permita tomar acciones correctivas o una interrupción ordenada del circuito, minimizando los peligros para las personas y daños a los equipos.

240-13. Protección de los equipos contra fallas a tierra. La protección de los equipos contra fallas a tierra se debe proporcionar de acuerdo a los requerimientos en 230-95, para sistemas eléctricos en estrella, puestos a tierra sólidamente, de más de 150 volts a tierra pero que no superen los 600 volts entre fases, para cada dispositivo individual utilizado como medio principal de desconexión de un edificio o estructura, con capacidad nominal de 1000 amperes o más.

Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a los medios de desconexión para:

(1) Procesos industriales continuos, en donde una parada no ordenada introducirá riesgos adicionales o los incrementará

(2) Instalaciones en las que la protección contra fallas a tierra está prevista por otros requisitos para acometidas o alimentadores.

(3) Bombas contra incendios

240-15. Conductores de fase.

a) Dispositivo de protección contra sobrecorriente requerido. Se debe conectar un fusible o una unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor automático, en serie con cada conductor de fase. Se considerará que una combinación de transformador de corriente y un relevador de sobrecorriente equivale a una unidad de disparo por sobrecorriente.

NOTA: Para los circuitos de motores Ver las partes C, D, E y K del Artículo 430.

b) Interruptor automático como dispositivo de protección contra sobrecorriente. Los interruptores automáticos deben abrir todos los conductores de fase de los circuitos, tanto manual como automáticamente, a menos que permita algo diferente en (1) a (4) siguientes:

1) Circuito derivado multiconductor. Se permitirán los interruptores automáticos monopolares individuales con o sin enclavamientos mecánicos con identificación en las manijas, como protección para cada conductor no puesto a tierra de circuitos derivados multiconductores que alimentan solamente cargas monofásicas de línea a neutro.

2) Circuitos de corriente alterna monofásicos puestos a tierra. En sistemas puestos a tierra, se permitirán interruptores automáticos monopolares individuales con identificación en las manijas, como protección para cada conductor de fase para cargas conectadas de línea a línea, en circuitos monofásicos.

3) Sistemas trifásicos y bifásicos. Para cargas de línea a línea en sistemas 3 fases, 4 hilos o sistemas de 2 fases, 5 hilos, que tienen un punto neutro puesto a tierra y ningún conductor opera a una tensión que exceda de 120 volts, se permitirán interruptores automáticos monopolares individuales con identificación en las manijas, como protección para cada conductor de fase.

4) Circuitos de 3 hilos de corriente continua. En circuitos de corriente continua que se alimenten de un sistema con neutro puesto a tierra, se permitirán interruptores automáticos monopolares individuales con un valor de 125/250 volts de corriente continua con identificación en las manijas, como protección para cada conductor no puesto a tierra para cargas conectadas de línea a línea en circuitos de corriente continua de 3 conductores suministrados desde un sistema con un neutro puesto a tierra donde la tensión a tierra no excede los 125 volts.

B. Ubicación

240-21. Ubicación en el circuito. Se debe proporcionar protección contra sobrecorriente en cada conductor de fase del circuito, y debe estar ubicada en el punto en el que los conductores reciben su alimentación, excepto como se especifica de (a) hasta (h) siguientes.

Los conductores alimentados de acuerdo con (a) hasta (h) no deben alimentar otro conductor, excepto a través de un dispositivo de protección contra sobrecorriente que cumpla los requisitos de 240-4.

a) Conductores de un circuito derivado. Se permitirá que los conductores en derivación de un circuito derivado que cumplan con los requisitos especificados en 210-19, tengan protección contra sobrecorriente tal como se especifica en 210-20.

b) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores se deriven de un alimentador, sin protección contra sobrecorriente en la derivación, como se especifica en (1) hasta (5) siguientes. Las disposiciones de 240-4(b) no se deben permitir para conductores de derivación.

1) Derivaciones no mayores a 3.00 metros. Si la longitud de los conductores de derivación no excede los 3.00 metros y los conductores de derivación cumplan con todo lo siguiente:

(1) La ampacidad de los conductores de derivación sea:

a. No menor a las cargas calculadas combinadas en los circuitos alimentados por los conductores de derivación, y

b. No menor al valor nominal del dispositivo alimentado por los conductores de derivación o no menor al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en las terminaciones de los conductores de derivación.

(2) Los conductores de derivación no se extienden más allá del tablero de distribución, tablero de alumbrado y control o medios de desconexión o los dispositivos de control que alimentan.

(3) Excepto en el punto de conexión al alimentador, los conductores de derivación están alojados en una canalización, la cual se debe extender desde la derivación a la envolvente de un tablero de distribución cerrado o tablero de alumbrado y control o dispositivos de control o a la parte posterior de un tablero de distribución abierto.

(4) Para instalaciones en campo, si los conductores de derivación salen de la envolvente o bóveda, en los cuales se hace la derivación, la ampacidad de los conductores en derivación no debe ser menor a 1/10 del valor del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege a los conductores alimentadores.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente de tableros de distribución, ver 408-36.

2) Derivaciones no mayores a 8.00 metros. Cuando la longitud de los conductores en derivación no exceda los 8.00 metros y cumplan con todas las siguientes condiciones:

(1) La ampacidad de los conductores en derivación no es menor que 1/3 del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.

(2) Los conductores en derivación terminan en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que limita la carga a la ampacidad de los conductores en derivación. Se permite que este dispositivo alimente cualquier número de dispositivos de protección contra sobrecorriente adicionales en el lado de carga.

(3) Los conductores en derivación están protegidos contra daño físico por estar alojados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

3) Derivaciones que alimentan un transformador (la suma de las longitudes del primario más el secundario no deben medir más de 8.00 metros). Cuando los conductores en derivación alimenten un transformador y cumplan con todas las condiciones siguientes:

(1) Los conductores que alimentan al primario del transformador tienen una ampacidad de por lo menos 1/3 del valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores del alimentador.

(2) Los conductores alimentados por el secundario del transformador deben tener una ampacidad que no sea menor al valor de la relación de la tensión del primario al secundario multiplicada por 1/3 del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.

(3) La longitud total del conductor del primario más el conductor del secundario, excluyendo cualquier parte del conductor del primario que esté protegido a su ampacidad, no es mayor de 8.00 metros.

(4) Los conductores del primario y del secundario están protegidos contra daño físico por estar alojados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

(5) Los conductores del secundario terminan en un solo interruptor automático o conjunto de fusibles que limitan la corriente de la carga a un valor no mayor a la ampacidad del conductor que está permitido por 310-15.

4) Derivaciones de más de 8.00 metros. Cuando el alimentador está en naves industriales de gran altura, con paredes de más de 11.00 metros de altura y la instalación cumple con todas las siguientes condiciones:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que los sistemas serán atendidos únicamente por personal calificado.

(2) Los conductores en derivación no miden más de 8.00 metros de longitud horizontal y no más de 30.00 metros de longitud total.

(3) La ampacidad de los conductores en derivación no es menor que 1/3 del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores del alimentador.

(4) Los conductores en derivación terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limitará la carga a la ampacidad de los conductores en derivación. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos adicionales de sobrecorriente en el lado carga.

(5) Los conductores en derivación están protegidos contra daño físico por estar alojados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

(6) Los conductores en derivación son continuos de un extremo a otro, sin empalmes.

(7) Los conductores en derivación son de cobre de tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o de aluminio de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayores.

(8) Los conductores en derivación no atraviesan paredes, pisos, ni techos.

(9) La derivación está hecha a no menos de 9.00 metros del piso.

5) Derivaciones exteriores de longitud ilimitada. Cuando los conductores están localizados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de la carga, y cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Los conductores están protegidos contra daño físico de una manera aprobada.

(2) Los conductores terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limita la carga a la ampacidad de los conductores. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos de sobrecorriente adicionales en el lado carga.

(3) El dispositivo de sobrecorriente para los conductores es parte integral de un medio de desconexión o se debe ubicar inmediatamente adyacente a él.

(4) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar fácilmente accesible, y cumple con una de las siguientes condiciones:

a. En el exterior del edificio o estructura.

b. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

c. Cuando se instala de acuerdo a 230-6 lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

c) Conductores del secundario de un transformador. Se permitirá que un conjunto de conductores que alimenten una sola carga o cada conjunto de conductores que alimente cargas separadas estén conectados al secundario de un transformador sin protección contra sobrecorriente en el secundario, como se especifica de (1) hasta (6) siguientes. No se deben permitir las disposiciones de 240-4(b) para los conductores del secundario de un transformador.

NOTA: Véase 450-3 para los requisitos de protección contra sobrecorriente para transformadores.

1) Protección por un dispositivo de sobrecorriente en el primario. Se permitirá que los conductores, alimentados desde el lado secundario de un transformador de 1 fase, 2 hilos (de una sola tensión), o un transformador de 3 fases conectado en delta-delta con un secundario de 3 hilos (de una sola tensión) estén protegidos mediante la protección contra sobrecorriente suministrada en el lado primario (alimentación) del transformador, siempre y cuando esta protección esté de acuerdo con 450-3 y no exceda el valor obtenido de multiplicar la ampacidad del conductor del secundario, por la relación de transformación del secundario al primario.

Los conductores del secundario de transformadores monofásicos (diferentes de los de dos conductores) y polifásicos (diferentes de los de tres conductores delta-delta) no se consideran protegidos por el dispositivo protección contra sobrecorriente del primario.

2) Conductores del secundario del transformador de longitud no mayor a 3.00 metros. Cuando la longitud del conductor del secundario no excede los 3.00 metros y cumple con todo lo siguiente:

(1) La ampacidad de los conductores del secundario es:

a. No menor a las cargas combinadas calculadas en los circuitos alimentados por los conductores del secundario, y

b. No menor al valor nominal del dispositivo alimentado por los conductores del secundario, o no menor al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente en la terminación de los conductores del secundario.

(2) Los conductores del secundario no se extienden más allá del tablero de distribución, del tablero de alumbrado y control, del medio de desconexión o de los dispositivos de control a los que alimentan.

(3) Los conductores del secundario están encerrados en una canalización que se debe extender desde el transformador hasta la envolvente de un tablero de distribución cerrado, tablero de alumbrado y control o los dispositivos de control, o a la parte posterior de un tablero de distribución abierto.

(4) Para instalaciones en campo, donde los conductores del secundario salen de la envolvente o bóveda, en los cuales se hace la conexión de alimentación, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege al primario del transformador multiplicado por la relación de tensión del primario al secundario del transformador no debe ser mayor a 10 veces la ampacidad del conductor del secundario.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente de tableros de alumbrado y control, ver 408-36.

3) Conductores del secundario de longitud no mayor a 8.00 metros en instalaciones industriales. Para instalaciones industriales solamente, en donde la longitud de los conductores del secundario no supere los 8.00 metros y cumpla con todas las siguientes condiciones:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que los sistemas serán atendidos únicamente por personal calificado.

(2) La ampacidad de los conductores del secundario no es menor al valor nominal de corriente del secundario del transformador, y la suma de los valores nominales de los dispositivos de sobrecorriente no supera la ampacidad de los conductores del secundario.

(3) Todos los dispositivos de sobrecorriente están agrupados.

(4) Los conductores del secundario están protegidos contra daño físico por estar encerrados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

4) Conductores del secundario en exteriores. Cuando los conductores están ubicados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de la carga, y cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Los conductores están protegidos de daño físico de una manera aprobada.

(2) Los conductores terminan en un solo interruptor automático o en un solo conjunto de fusibles que limita la carga a la ampacidad de los conductores. Se permitirá que este único dispositivo de sobrecorriente alimente cualquier número de dispositivos de sobrecorriente adicionales en el lado de carga.

(3) El dispositivo de sobrecorriente para los conductores es una parte integral del medio de desconexión o debe estar ubicado inmediatamente adyacente a éste.

(4) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar fácilmente accesible, y cumple una de las siguientes condiciones:

a. En el exterior del edificio o estructura.

b. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

c. Cuando se instalan de acuerdo a 230-6 lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

5) Conductores del secundario de un transformador derivado de un alimentador. Se permitirá que los conductores del secundario de transformadores instalados de acuerdo con 240-21(b)(3), tengan protección contra sobrecorriente como se especifica en esa sección.

6) Conductores del secundario de no más de 8.00 metros. Cuando la longitud de los conductores del secundario no exceda los 8.00 metros y cumplan con todas las condiciones siguientes:

(1) Los conductores del secundario deben tener una ampacidad que no sea menor al valor de la relación de transformación del primario al secundario multiplicado por un 1/3 del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que protege al primario del transformador.

(2) Los conductores del secundario terminan en un solo interruptor automático o conjunto de fusibles que limita la corriente de la carga a un valor no mayor a la ampacidad del conductor que permite 310-15.

(3) Los conductores del secundario están protegidos contra daño físico por estar alojados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

d) Conductores de acometida. Se permitirá que los conductores de acometida estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de acuerdo a 230-91.

e) Derivaciones desde electroducto. Se permitirá que los electroductos y las derivaciones de los electroductos estén protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con 368-17.

f) Derivaciones de circuitos de motor. Se permitirá que los conductores de los circuitos alimentadores y circuitos derivados de motores estén protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con 430-28 y 430-53 respectivamente.

g) Conductores desde las terminales de generadores. Se permitirá que los conductores que salen de las terminales de generadores y que cumplen con el tamaño requerido en 445-13, estén protegidos contra sobrecarga por el dispositivo de protección contra sobrecarga del generador requerido por 445-12.

h) Conductores de baterías. Se debe permitir que la protección contra sobrecorriente esté instalada lo más cerca que sea posible de las terminales de la batería de acumuladores en un lugar no clasificado. La instalación de la protección contra sobrecorriente dentro de un lugar peligroso (clasificado) también se debe permitir.

240-22. Conductor puesto a tierra. Ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe conectar en serie con un conductor que esté intencionalmente puesto a tierra, a menos que se cumpla una de las dos condiciones siguientes:

(1) El dispositivo de sobrecorriente abre todos los conductores del circuito, incluido el conductor puesto a tierra, y está diseñado de manera que ningún polo pueda operar independientemente.

(2) Cuando sea exigido por 430-36 ó 430-37, para protección contra sobrecarga del motor.

240-23. Cambio en el tamaño del conductor puesto a tierra. Cuando se produzca un cambio de tamaño en el conductor no puesto a tierra, se permitirá hacer un cambio similar en el tamaño del conductor puesto a tierra.

240-24. Ubicación en o sobre los inmuebles.

a) Accesibilidad. Los dispositivos de sobrecorriente deben estar fácilmente accesibles y se deben instalar de manera que el centro de la manija de operación del interruptor o del interruptor automático, cuando está en su posición más alta, no quede a más de 2.00 metros por encima del piso o de la plataforma de trabajo, a menos que se presente alguna de las situaciones siguientes:

(1) Para electroductos, de acuerdo con 368-17(c).

(2) Para protección suplementaria contra sobrecorriente, tal como se describe en 240-10.

(3) Para dispositivos de sobrecorriente, como se describe en 225-40 y 230-92.

(4) Para dispositivos de sobrecorriente adyacentes al equipo de utilización al que alimentan, se permitirá acceso por medios portátiles.

b) Ocupación. Cada ocupante debe tener fácil acceso a todos los dispositivos de sobrecorriente que protegen los conductores que alimentan el lugar que ocupa, a menos que se permita algo diferente en (1) y (2).

1) Dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador y de la acometida. Cuando la administración del edificio suministra el servicio y mantenimiento eléctrico, y están bajo su supervisión continua, se permitirá que los dispositivos de sobrecorriente del alimentador que alimentan más de un lugar sean accesibles solamente a personal autorizado de la administración, en:

(1) En edificios de varios lugares con distintos usos.

(2) En habitaciones de huéspedes y suites de huéspedes.

2) Dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Cuando la administración del edificio suministra el servicio y mantenimiento eléctrico, y están bajo su supervisión continua, se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado que alimenta las habitaciones o suites de huéspedes sin disponibilidad permanente de cocina sean accesibles únicamente a personas autorizadas.

c) No expuesto a daño físico. Los dispositivos de sobrecorriente se deben ubicar en donde no queden expuestos a daño físico.

NOTA: Ver 110-11, Agentes deteriorantes.

d) No en la cercanía de material fácilmente inflamable. Los dispositivos de sobrecorriente no se deben ubicar en la cercanía de material fácilmente inflamable, como por ejemplo en closets de ropa.

e) No ubicados en cuartos de baño. En unidades de vivienda, dormitorios y habitaciones o suites de huéspedes, los dispositivos de sobrecorriente diferentes de la protección suplementaria contra sobrecorriente, no se deben ubicar en cuartos de baño.

f) No ubicados sobre los peldaños. Los dispositivos de sobrecorriente no se deben ubicar sobre los peldaños de escaleras.

C. Envolventes

240-30. Generalidades.

a) Protección contra daño físico. Los dispositivos de sobrecorriente se deben proteger contra daño físico mediante alguno de los siguientes:

(1) Instalación en envolventes, gabinetes, cajas de corte o ensambles de equipos.

(2) Montaje en tableros de distribución del tipo abierto, en tableros de alumbrado y control o en tableros de control que se encuentren en habitaciones o envolventes libres de humedad y de material fácilmente inflamable, y que sean accesibles solamente a personal calificado.

b) Palanca de operación. Se permitirá que la palanca de operación de un interruptor automático sea accesible sin tener que abrir una puerta o cubierta.

240-32. Sitios húmedos o mojados. Las envolventes para dispositivos de sobrecorriente en sitios húmedos o mojados deben cumplir con 312-2**.**

240-33. Posición vertical. Las envolventes para dispositivos de sobrecorriente se deben instalar en posición vertical, a menos que se demuestre que sea impráctico. Se permitirá que las envolventes de los interruptores automáticos estén instaladas horizontalmente cuando dicho interruptor está instalado de acuerdo con 240-81. Se permitirá instalar las unidades enchufables para electroductos aprobados, en las orientaciones correspondientes a la posición de montaje del electroducto.

D. Desconexión y resguardo

240-40. Medios de desconexión para fusibles. Los fusibles de cartucho en circuitos de cualquier tensión cuando son accesibles a personas no calificadas, y todos los fusibles en circuitos de más de 150 volts a tierra se deben instalar con un medio de desconexión del lado de alimentación de modo que cada circuito que tenga fusibles se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica. En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida, se permitirá un dispositivo limitador de corriente sin un medio de desconexión como se permite en 230-82. Se permitirá un solo medio de desconexión en el lado de alimentación de más de un juego de fusibles, como se permite en 430-112, excepción, para la operación en grupo de motores, y 424-22(c) para equipo eléctrico fijo de calefacción ambiental.

240-41. Partes que forman arco eléctrico o que se mueven repentinamente. Las partes que forman arco eléctrico o que se mueven repentinamente deben cumplir con las disposiciones de (a) y (b).

a) Ubicación. Los fusibles e interruptores automáticos deben estar ubicados o blindados de manera que su operación no ponga en riesgo a las personas de sufrir quemaduras, ni otro tipo de lesiones.

b) Partes que se mueven repentinamente. Las manijas o palancas de los interruptores automáticos y otras partes similares, que se puedan mover repentinamente de modo que puedan golpear y herir a las personas que estén en su cercanía, deben estar separadas o resguardadas.

E. Fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores

240-50. Generalidades.

a) Tensión máxima. Se permitirá el uso de fusibles de tapón en los siguientes circuitos:

(1) Circuitos que no exceden los 125 volts entre conductores.

(2) Circuitos alimentados por un sistema que tiene un punto neutro a tierra, en donde la tensión de línea a neutro no supere los 150 volts.

b) Marcado. Cada fusible, portafusible y adaptador se debe marcar con su capacidad en amperes.

c) Forma. Los fusibles de tapón con valor nominal de 15 amperes y menos, se deben identificar por la forma hexagonal de la ventanilla, tapa u otra parte prominente que los distinga de los fusibles de mayor capacidad nominal de corriente.

d) Sin partes energizadas. Los fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores no deben presentar partes energizadas expuestas después de que los fusibles o los fusibles y los adaptadores han sido instalados.

e) Casquillo roscado. El casquillo roscado de los portafusibles del tipo tapón se debe conectar del lado de carga del circuito.

240-51. Fusibles con base Edison.

a) Clasificación. Los fusibles de tapón con base tipo Edison se deben clasificar para no más de 125 volts y 30 amperes y menos.

b) Sólo para reemplazo. Los fusibles de tapón con base tipo Edison se deben usar sólo como reemplazo en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencia de empleo de fusibles de capacidad sobredimensionada, o de alteraciones en su instalación.

240-52. Portafusibles con base Edison. Los portafusibles con base tipo Edison se deben instalar sólo cuando estén hechos para aceptar fusibles Tipo S mediante el uso de adaptadores.

240-53. Fusibles Tipo S. Los fusibles Tipo S deben ser del tipo tapón y deben cumplir con las disposiciones de (a) y (b).

a) Clasificación. Los fusibles Tipo S se deben clasificar a no más de 125 volts y de 0 a 15 amperes, de 16 a 20 amperes y de 21 a 30 amperes

b) No intercambiables. Los fusibles Tipo S de las clasificaciones en amperes como se especifica en el inciso anterior, no se deben intercambiar con fusibles de menor clasificación de corriente nominal. Deben estar diseñados de manera que no se puedan utilizar sino en portafusibles Tipo S o en un portafusible que tenga insertado un adaptador Tipo S.

240-54. Fusibles, adaptadores y portafusibles de Tipo S.

a) Para montar en portafusibles con base Edison. Los adaptadores Tipo S deben poder montarse en portafusibles con base Edison.

b) Sólo para montar fusibles Tipo S. Los portafusibles y adaptadores Tipo S deben estar diseñados de modo que el propio portafusible o un portafusible con un adaptador Tipo S insertado, sólo se pueda usar con un fusible Tipo S.

c) No removibles. Los adaptadores Tipo S deben estar diseñados de modo que, una vez instalados en un portafusible, no se puedan remover.

d) No alterables. Los fusibles, portafusibles y adaptadores Tipo S deben estar diseñados de modo que resulte difícil alterarlos o hacerles una conexión en puente.

e) Intercambiabilidad. Las dimensiones de los fusibles, portafusibles y adaptadores Tipo S se deben estandarizar para que se puedan intercambiar, cualquiera que sea el fabricante.

F. Fusibles tipo cartucho y portafusibles

240-60. Generalidades.

a) Tensión máxima - Tipo 300 volts. Se permitirá la utilización de los fusibles tipo cartucho y portafusibles de 300 volts en los siguientes circuitos:

(1) Circuitos que no superen los 300 volts entre conductores.

(2) Circuitos monofásicos de línea a neutro, alimentados por una fuente de 3 fases, 4 hilos con el neutro sólidamente puesto a tierra, en donde la tensión de línea a neutro no sea mayor a 300 volts.

b) No intercambiables - portafusibles de cartucho de 0 a 6000 amperes. Los portafusibles deben estar diseñados de modo que resulte difícil instalar un fusible de cualquier clase dada en un portafusibles diseñado para una corriente menor o una tensión mayor que el fusible en cuestión. Los portafusibles de fusibles limitadores de corriente no deben permitir la inserción de fusibles que no sean limitadores de corriente.

c) Marcado. Los fusibles deben estar claramente marcados, mediante impresión en el cuerpo del fusible o mediante una etiqueta pegada a éste, que indique lo siguiente:

(1) Corriente nominal en amperes

(2) Tensión nominal en volts

(3) Valor de interrupción cuando sea distinta de 10 000 amperes

(4) Limitación de corriente, en donde sea aplicable

(5) La marca registrada o nombre del fabricante

No se exigirá que valor nominal de interrupción vaya marcado en los fusibles usados para protección suplementaria.

d) Fusibles renovables. Se permite el uso de fusibles de cartucho clase H únicamente como reemplazo en las instalaciones existentes, cuando no haya evidencia de empleo de fusibles de capacidad sobredimensionada, o de alteraciones en su instalación.

240-61. Clasificación. Los fusibles de cartucho se deben clasificar de acuerdo a su tensión y su corriente. Se permitirá el uso de fusibles de 600 volts o menos, a tensiones iguales o menores a su tensión nominal.

G. Interruptores automáticos

240-80. Método de operación. Los interruptores automáticos deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se permitirá que su modo normal de funcionamiento sea diferente del manual, por ejemplo eléctrico o neumático, si además cuenta con medios para su operación manual.

240-81. Indicación. Los interruptores automáticos deben indicar claramente si están en posición abierta (off) o cerrada (on).

Cuando las palancas de los interruptores automáticos se accionen verticalmente y no de forma rotacional ni horizontal, la posición de circuito cerrado (on) debe ser con la palanca hacia arriba.

240-82. No alterables. Un interruptor automático debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo requerido para su operación, exija desarmar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes distintos de los previstos.

240-83. Marcado

a) Duradero y visible. Los interruptores automáticos deben estar marcados con su capacidad de corriente de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permitirá que tales marcas sean visibles al remover la tapa o la cubierta.

b) Ubicación. Los interruptores automáticos de 100 amperes o menos y de 600 volts o menos deben tener su valor nominal en amperes moldeado, estampado, grabado o marcado de algún modo similar en sus palancas o en el área que rodee la palanca.

c) Valor nominal de interrupción. Todos los interruptores automáticos con valor nominal de interrupción distinta de 5000 amperes, deben llevar visible su valor de interrupción. No se debe exigir que este valor nominal de interrupción vaya marcada en interruptores automáticos usados para protección suplementaria.

d) Usados como desconectadores. Los interruptores automáticos usados como desconectadores en circuitos de alumbrado fluorescente de 120 volts y 277 volts deben estar aprobados y marcados con las letras "SWD" o “HID”. Los interruptores automáticos usados como desconectadores en circuitos de alumbrado de descarga de alta intensidad deben ser aprobados y estar marcados con las letras “HID”.

e) Marcado de la tensión. Los interruptores automáticos deben estar marcados con una tensión no menor a la tensión nominal del sistema, que es indicativa de su capacidad para interrumpir corrientes de falla entre fases o entre fase y tierra.

240-85. Aplicaciones. Se permitirá la instalación de un interruptor automático con una sola tensión nominal, por ejemplo 240 volts o 480 volts, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda la tensión del interruptor automático. No se debe utilizar un interruptor automático de dos polos para proteger circuitos trifásicos conectados en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que el interruptor automático esté marcado como 1Φ - 3 Φ, para indicar dicha compatibilidad.

Se permitirá la instalación de un interruptor automático con dos tensiones separadas por una diagonal, por ejemplo de 120/240 volts o 480Y/277 volts, en un circuito puesto a tierra sólidamente, en el que la tensión de cualquier conductor a tierra no supere el menor de los dos valores de tensión del interruptor automático y además la tensión entre dos conductores cualesquiera no supere la mayor tensión del interruptor automático.

NOTA: Para la aplicación adecuada de interruptores automáticos de caja moldeada en sistemas trifásicos, que no sean en estrella sólidamente puestos a tierra, particularmente en sistemas en delta con una esquina puesta a tierra, considera la capacidad de interrupción, de cada polo individualmente, del interruptor automático.

240-86. Valores nominales en serie. Cuando un interruptor automático se usa en un circuito que tiene una corriente de falla disponible más alta que su capacidad nominal de interrupción marcada, al estar conectado en el lado carga de un dispositivo protección contra sobrecorriente aceptable que tiene el mayor valor nominal, el interruptor automático debe satisfacer los requisitos que se indican en (a) o (b), y (c).

a) Seleccionando bajo la supervisión de ingeniería en instalaciones existentes. Esta combinación en serie de valores nominales, incluyendo la identificación del dispositivo del lado fuente, se debe marcar en campo sobre el equipo para uso final.

Para aplicaciones calculadas, el ingeniero debe garantizar que los interruptores automáticos del lado carga que forman parte de la combinación en serie, permanezcan inactivos durante el periodo de interrupción del dispositivo limitador de corriente con valor nominal total en el lado de la línea.

b) Combinaciones probadas. La combinación del dispositivo de protección de sobrecorriente del lado línea y los interruptores automáticos en el lado carga se prueban y se marcan en el equipo para uso final, tales como tableros de distribución y tableros de alumbrado y control.

NOTA para (a) y (b): Ver 110-22 con relación al marcado de los sistemas de combinación en serie.

c) Contribución del motor. Los valores nominales en serie no se deben usar cuando:

(1) Los motores están conectados en el lado carga del dispositivo de sobrecorriente de mayor valor y en el lado línea del dispositivo de sobrecorriente con menor valor.

(2) La suma de las corrientes a plena carga del motor excede el 1 por ciento del valor de interrupción del interruptor automático con el menor valor.

240-87. Disparo no instantáneo

Cuando un interruptor automático es utilizado sin disparo instantáneo, la documentación estará disponible para los encargados del diseño, operación o inspección de las instalaciones, en el lugar de los interruptores del circuito.

Cuando un interruptor automático se utilice sin disparo instantáneo, uno de los siguientes medios o medios equivalentes aprobados, deben de proveerse:

(1) Inter-bloqueo de zona selectiva

(2) Relevador diferencial

(3) Deshabilitando la función de retardo de tiempo de disparo en el interruptor automático, mientras se efectúa un mantenimiento y habilitándolo cuando se terminan los trabajos de mantenimiento. El control del interruptor debe tener un indicador que el disparo retardado está deshabilitado.

NOTA: Deshabilitando la función de retardo de tiempo de disparo en el interruptor automático para el mantenimiento, permite a un trabajador ajustar el disparo del interruptor automático a "no retardo intencional" para reducir el tiempo de apertura del interruptor, mientras que el trabajador está trabajando dentro de un límite del arco eléctrico y a continuación, restablecer la unidad de disparo nuevamente a su ajuste normal después de que el trabajo potencialmente peligroso se ha completado.

H. Instalaciones industriales supervisadas

240-90. General. La protección contra sobrecorriente en áreas de instalaciones industriales supervisadas debe cumplir con todas las disposiciones aplicables de las otras secciones de este Artículo, excepto como se establece en la parte H. Sólo se permitirá la aplicación de las disposiciones de la parte H a aquellas partes del sistema eléctrico de la instalación industrial supervisada, usadas exclusivamente para actividades de manufactura o de control de procesos.

240-91. Protección de los conductores. Los conductores deben ser protegidos de acuerdo a (a) o (b).

a) General. Los conductores deben ser protegidos de acuerdo a 240-4.

b) Dispositivos de más de 800 amperes. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente es de más de 800 amperes, la ampacidad de los conductores a proteger debe ser igual o mayor que el 95 por ciento de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente especificado en 240-6 de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

(1) Los conductores están protegidos dentro de límites reconocidos de tiempo-corriente, para las corrientes de cortocircuito.

(2) Todos los equipos en los cuales los conductores terminan estén aprobados y marcados para la aplicación.

240-92. Ubicación en el circuito. Se debe conectar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en cada conductor de fase del circuito, tal como se exige en (a) hasta (e) siguientes.

a) Conductores de alimentadores y circuitos derivados. Los conductores de alimentadores y circuitos derivados se deben proteger en el punto en que los conductores reciben la alimentación, tal como se permite en 240-21, o según se permita algo diferente en (b), (c), (d), o (e).

b) Derivaciones del alimentador. En las derivaciones del alimentador que se especifican en 240-21(b)(2), (b)(3) y (b)(4), se debe permitir que los conductores de derivación sean dimensionados de acuerdo con la Tabla 240-92(b).

Tabla 240-92(b).- Corriente nominal de cortocircuito de conductores de derivación

Se considera que los conductores de derivación están protegidos bajo condiciones de cortocircuito cuando no se excede su límite de temperatura de cortocircuito. El calentamiento del conductor en condiciones de cortocircuito está determinado por (1) o (2):
(1) Fórmula de cortocircuito para conductores de cobre
$\left(\frac{I^2}{A^2}\right) t = 0.0297 \log_{10}\left[\frac{(T_2 + 234)}{(T_1 + 234)}\right]$
(2) Fórmula de cortocircuito para conductores de aluminio
$\left(\frac{I^2}{A^2}\right) t = 0.0125 \log_{10}\left[\frac{(T_2 + 228)}{(T_1 + 228)}\right]$
Donde: I = corriente de cortocircuito en amperes A = área del conductor en circular mil t = tiempo del cortocircuito en segundos (para tiempos iguales o menores a 10 segundos) T_1 = temperatura inicial del conductor en grados Celsius T_2 = temperatura final del conductor en grados Celsius
Conductor de cobre con aislamiento de papel, hule, tela bamizada, T_2 = 200 Conductor de cobre con aislamiento termoplástico, T_2 = 150 Conductor de cobre con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, T_2 = 250 Conductor de cobre con aislamiento de hule propileno etileno, T_2 = 250
Conductor de aluminio con aislamiento de papel, hule, tela barnizada, T_2 = 200 Conductor de aluminio con aislamiento de polietileno de cadena cruzada, T_2 = 250 Conductor de aluminio con aislamiento de hule propileno etileno, T_2 = 250

c) Conductores del secundario del transformador de sistemas derivados separados. Se permitirá que los conductores estén conectados al secundario de un transformador de un sistema derivado separado, sin protección contra sobrecorriente en la conexión, si se cumplen las condiciones (c)(1), (c)(2) y (c)(3).

1) Protección contra cortocircuito y fallas a tierra. Los conductores se deben proteger de las condiciones de cortocircuito y fallas a tierra, cumpliendo con una de las siguientes condiciones:

(1) La longitud de los conductores del secundario no sea mayor a 30.00 metros y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del primario del transformador tiene un valor nominal o ajuste, que no sea mayor al 150 por ciento del valor obtenido al multiplicar la ampacidad del conductor del secundario, por la relación de transformación de tensión del secundario al primario.

(2) Los conductores están protegidos por un relevador diferencial con un ajuste de disparo igual o menor a la ampacidad del conductor.

NOTA: Se conecta un relevador diferencial para que detecte únicamente las corrientes de cortocircuito o de falla dentro de la zona protegida, y normalmente se ajusta muy por debajo de la ampacidad del conductor. El relevador diferencial se conecta para disparar los dispositivos de protección que desenergiza los conductores protegidos si se presenta una condición de cortocircuito.

(3) Se debe considerar que los conductores están protegidos si los cálculos, realizados bajo supervisión de ingeniería, determinan que los dispositivos de sobrecorriente del sistema protegerán los conductores dentro de los límites reconocidos de tiempo contra corriente, para todas las condiciones de cortocircuito y de falla a tierra.

2) Protección contra sobrecarga. Los conductores se deben proteger contra las condiciones de sobrecarga, cumpliendo una de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores que terminan en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente, que limitará la carga a la ampacidad del conductor.

(2) La suma de los dispositivos de sobrecorriente en la terminación del conductor limita la carga a la ampacidad del conductor. Los dispositivos de sobrecorriente deben constar de un máximo de seis interruptores automáticos o conjuntos de fusibles, montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separadas o en un tablero de distribución. No debe haber más de seis dispositivos de sobrecorriente agrupados en un solo sitio.

(3) La protección con relevadores de sobrecorriente se conecta (con transformadores de corriente, si es necesario) para detectar toda la corriente del conductor del secundario y limitar la carga a la ampacidad del conductor, abriendo los dispositivos del lado fuente o del lado carga.

(4) Los conductores se deben considerar protegidos si los cálculos, realizados bajo supervisión de ingeniería, determinan que los dispositivos de sobrecorriente del sistema protegerán los conductores de las condiciones de sobrecarga.

3) Protección física. Los conductores del secundario se protegen contra daño físico si están alojados en una canalización aprobada o por otros medios aprobados.

d) Derivaciones del alimentador en exteriores. Se permitirá que los conductores en exteriores se deriven de un alimentador o estén conectados al secundario del transformador, sin protección contra sobrecorriente en la derivación o conexión, si se cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) Los conductores están protegidos adecuadamente contra daño físico.

(2) La suma de los dispositivos de sobrecorriente en el extremo del conductor limita la carga a la ampacidad del conductor. Los dispositivos de sobrecorriente deben constar de un máximo de seis interruptores automáticos o conjuntos de fusibles, montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separadas o en un tablero de distribución. No debe haber más de seis dispositivos de sobrecorriente agrupados en un solo sitio.

(3) Los conductores de derivación están instalados en el exterior de un edificio o estructura, excepto en el punto de terminación de carga.

(4) El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los conductores es parte integral de un medio de desconexión o se debe ubicar inmediatamente adyacente a él.

(5) El medio de desconexión para los conductores está instalado en un lugar de fácil acceso que cumpla con lo uno de los siguientes:

a. En el exterior del edificio o estructura

b. Adentro, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

c. Cuando se instalan de acuerdo a 230-6, lo más cerca del punto de entrada de los conductores.

e) Protección por un dispositivo de sobrecorriente del primario. Se permitirá que los conductores alimentados desde el lado secundario de un transformador, estén protegidos contra sobrecorriente por la protección contra sobrecorriente suministrada en el lado del primario (alimentación) del transformador, siempre que la característica de protección tiempo-corriente del dispositivo primario, multiplicada por la máxima relación de transformación de tensión del primario al secundario, proteja eficazmente los conductores del secundario.

I. Protección contra sobrecorriente a más de 600 volts

240-100. Alimentadores y circuitos derivados.

a) Ubicación y tipo de protección. Los conductores de los alimentadores y de los circuitos derivados deben tener protección contra sobrecorriente en cada conductor de fase, ubicada en el punto en el cual el conductor recibe su alimentación, o en otra ubicación alternativa en el circuito, cuando esté diseñada bajo supervisión de ingeniería que incluya, pero no se limite a, considerar los estudios adecuados de fallas y el análisis de coordinación tiempo - corriente de los dispositivos de protección y las curvas de daño del conductor. Se permitirá que la protección contra sobrecorriente sea suministrada por alguno de los elementos indicados en (1) o (2) siguientes.

1) Relevadores de sobrecorriente y transformadores de corriente. Los interruptores automáticos usados para protección contra sobrecorriente de circuitos trifásicos deben tener un mínimo de tres elementos de relevadores de sobrecorriente operados por tres transformadores de corriente. Se permitirá que los elementos separados de sobrecorriente (o funciones de protección) sean parte de una sola unidad electrónica de relevador de protección.

Se permitirá que en circuitos de 3 fases, 3 hilos, un elemento del relevador de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente, reemplace uno de los elementos del relevador de fase.

Se permitirá un elemento del relevador de sobrecorriente operado por un transformador de corriente que enlace todas las fases de un circuito de 3 fases, 3 hilos, para reemplazar el relevador residual y uno de los transformadores de corriente del conductor de fase. Si el conductor neutro no está puesto a tierra nuevamente en el lado de carga del circuito, como se permite en 250-184(b), se permitirá que el transformador de corriente enlace todos los conductores de las tres fases y el conductor puesto a tierra del circuito (neutro).

2) Fusibles. Se debe conectar un fusible en serie con cada conductor de fase.

b) Dispositivos de protección. Los dispositivos de protección deben ser capaces de detectar e interrumpir todos los valores de corriente que puedan ocurrir donde se encuentran ubicados, en exceso de ajuste de disparo o punto de fusión.

c) Protección del conductor. Se deben coordinar el tiempo de operación del dispositivo de protección, la corriente de cortocircuito disponible y el conductor usado, para evitar daño o temperaturas peligrosas en los conductores o en el aislamiento de los conductores bajo condiciones de cortocircuito.

240-101. Requisitos adicionales para los alimentadores.

a) Valor nominal o ajuste de los dispositivos de sobrecorriente. La corriente nominal continua de un fusible no debe exceder tres veces la ampacidad de los conductores. El ajuste del elemento de disparo de tiempo largo de un interruptor automático o el ajuste de disparo mínimo de un fusible accionado electrónicamente, no debe exceder de seis veces la ampacidad del conductor. Para bombas contra incendios, se permitirá que los conductores estén protegidos contra sobrecorriente, de acuerdo con 695-4(b)(2).

b) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores derivados de un alimentador estén protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del alimentador, cuando este dispositivo también protege el conductor de derivación.

ARTÍCULO 250
PUESTA A TIERRA Y UNION
A. Generalidades

250-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos generales para la puesta a tierra y unión de instalaciones eléctricas y los requisitos específicos indicados en (a) hasta (f).

a) Sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o no se permite que estén puestos a tierra.

b) El conductor del circuito que debe ser puesto a tierra en sistemas puestos a tierra.

c) Ubicación de las conexiones de puesta a tierra.

d) Tipos y tamaños de los conductores de unión y de puesta a tierra y electrodos de puesta a tierra.

e) Métodos de puesta a tierra y unión.

f) Condiciones bajo las cuales los protectores, la separación o el aislamiento eléctrico pueden ser sustituidos por la puesta a tierra.

NOTA: Ver la Figura 250-1 con respecto a información sobre la organización del Artículo 250 que comprende los requisitos de puesta a tierra y unión.

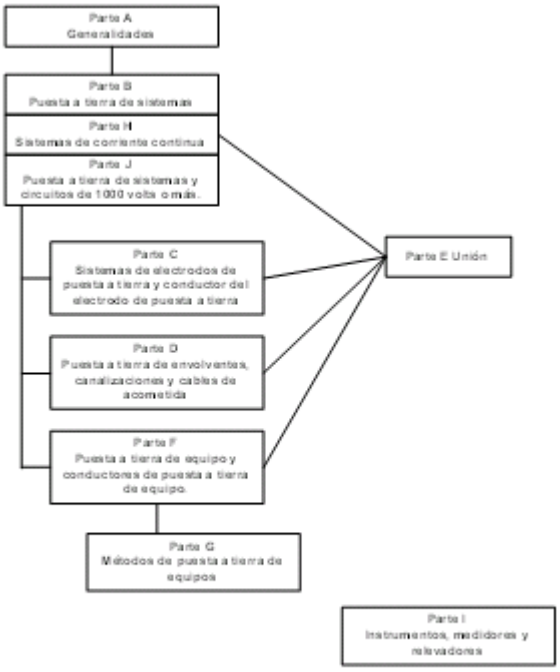


Figura 250-1.- Puesta a tierra y unión

250-2. Definiciones.

Puente de unión, lado línea. Un conductor instalado del lado del suministro de una acometida o en las envolventes del equipo de acometida, o de un sistema derivado separado, que asegura la conductividad eléctrica requerida entre las partes metálicas que se requiere que estén conectadas eléctricamente.

Trayectoria de la corriente de falla a tierra. Trayectoria eléctricamente conductora desde el punto de falla a tierra en un sistema de alambrado a través de conductores o equipo que normalmente no transportan corriente o la tierra, hasta la fuente de alimentación eléctrica.

NOTA: Ejemplos de trayectorias de corriente de falla a tierra podrían consistir en cualquier combinación de conductores de puesta a tierra de equipos, canalizaciones metálicas, cubiertas metálicas de cables, equipo eléctrico y cualquier otro material eléctricamente conductor tal como tuberías metálicas de agua y gas, elementos estructurales de acero, mallas metálicas para recubrimiento de paredes, ductos metálicos, refuerzos de acero, blindajes de cables de comunicaciones y la propia tierra.

Trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra. Trayectoria construida intencionalmente, eléctricamente conductora, de baja impedancia, diseñada para transportar la corriente bajo condiciones de falla a tierra desde el punto de falla a tierra en un sistema de alambrado hasta la fuente de alimentación eléctrica y que facilita el funcionamiento del dispositivo de protección contra sobrecorriente o de los detectores de falla a tierra en sistemas puestos a tierra de alta impedancia.

250-3. Aplicación de otros Artículos. Para otros Artículos que aplican a casos particulares de instalación de conductores y equipo, en la Tabla 250-3 se identifican los requisitos de puesta a tierra y unión que son adicionales o modifican a los de este Artículo.

Tabla 250-3.- Requisitos adicionales de unión y puesta a tierra

Conductor/Equipo	Artículo	Sección
Acometidas	230	
Albercas, fuentes e instalaciones similares	680	
Anuncios eléctricos e iluminación de contorno	600	
Bucle cerrado y distribución programada de potencia		780-3
Cajas de salida, de dispositivos, de jalado y de empalmes, caja de conexiones y herrajes		314-4, 314-25
Capacitores		460-10, 460-27
Casas móviles y estacionamientos para casas móviles	550	
Celdas electrolíticas	668	
Charolas portacables	392	392-60
Circuitos de comunicaciones	800	
Circuitos derivados		210-5, 210-6, 406-3
Circuitos y equipos que operan a menos de 50 volts	720	
Conductores para alambrado general	310	
Contactos del tipo de puesta a tierra, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión		406-9
Contactos y conectores de cordón		406-3
Cordones y cables flexibles		400-22, 400-23
Cuerpos de agua naturales y artificiales	682	682-30, 682-31, 682-32, 682-33
Construcciones agrícolas		547-9 y 547-10
Construcciones flotantes		553-8, 553-10, 553-11

Conductor/Equipo	Artículo	Sección
Elevadores, montaplatos, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de sillas de ruedas y elevadores para sillas de ruedas	620	
Ensamble de cables con aislamiento en envolvente metálica		370-9
Equipo de calentamiento dieléctrico y por inducción	665	
Equipo de radio y televisión	810	
Equipo de rayos X	660	517-78
Equipo de tecnología de la información		645-15
Equipo eléctrico fijo para descongelar y derretir nieve		426-27
Equipo fijo de calefacción eléctrica, para tuberías y recipientes		427-29, 427-48
Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio		640-7
Estudios de cine y televisión y lugares similares		530-20, 530-64(b)
Grúas y montacargas	610	
Instituciones del cuidado de la salud	517	
Interruptores		404-12
Lugares peligrosos (clasificados)	500-517	
Luminarias y equipo de iluminación		410-40, 410-42, 410-46, 410-155(b)
Luminarias, portalámparas y lámparas	410	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de irrigación impulsadas o controladas eléctricamente		675-11(c), 675-12, 675-13, 675-14, 675-15
Marinas y muelles		555-15
Métodos de alambrado subterráneo para más de 600 volts		300-50(c)
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Organos de tubos	650	
Tableros de distribución		408-40
Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión		820-93,820-100, 820-103
Sistemas intrínsecamente seguros		504-5
Sistemas solares fotovoltaicos		690-41, 690-42, 690-43, 690-45, 690-47
Tableros de distribución y tableros de alumbrado y control		408-3(d)
Teatros, áreas de espectadores en estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-81
Transformadores y bóvedas de transformadores		450-10
Uso e identificación de conductores puestos a tierra	200	

Conductor/Equipo	Artículo	Sección
Vehículos de recreo y estacionamientos para vehículos de recreo	551	

(Continúa en la Segunda Sección-Vespertina)

SEGUNDA SECCION
SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Tercera Sección)

(Viene de la Primera Sección-Vespertina)

250-4. Requisitos generales para puesta a tierra y unión. Los siguientes requisitos generales identifican lo que se exige que cumplan la puesta a tierra y unión de los sistemas eléctricos.

a) Sistemas puestos a tierra.

1) Puesta a tierra de los sistemas eléctricos. Los sistemas eléctricos que son puestos a tierra se deben conectar a tierra de manera que limiten la tensión impuesta por descargas atmosféricas, sobretensiones en la línea, o contacto no intencional con líneas de tensión mayor y que estabilicen la tensión a tierra durante la operación normal.

NOTA: Una consideración importante para limitar la tensión impuesta es el direccionar los conductores de unión y del electrodo de puesta a tierra, de modo tal que no sean más largos de lo necesario para completar la conexión sin perturbar las partes permanentes de la instalación, así como evitar dobleces y bucles innecesarios.

2) Puesta a tierra del equipo eléctrico. Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra en estos materiales.

3) Unión en el equipo eléctrico. Los materiales conductores que normalmente no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

4) Unión de materiales eléctricamente conductivos y otros equipos. Los materiales eléctricamente conductivos que normalmente no transportan corriente, que tienen probabilidad de energizarse, se deben conectar entre sí y a la fuente de alimentación eléctrica de manera que establezcan una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

5) Trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra. Los equipos y el alambrado eléctrico y otros materiales eléctricamente conductivos que tienen la probabilidad de energizarse, se deben instalar de forma que establezcan un circuito de baja impedancia, que facilite la operación del dispositivo de protección contra sobrecorriente o del detector de falla a tierra para sistemas puestos a tierra a través de una alta impedancia. Deben tener la capacidad de transportar con seguridad la corriente máxima de falla a tierra que probablemente sea impuesta sobre él desde cualquier punto del sistema de alambrado en donde pueda ocurrir una falla a tierra hasta la fuente de alimentación eléctrica. La tierra no se debe considerar como una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

b) Sistemas no puestos a tierra.

1) Puesta a tierra del equipo eléctrico. Los materiales conductivos que no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, deben estar conectados a tierra con el fin de limitar la tensión a tierra impuesta por descargas atmosféricas o contacto no intencional con líneas de mayor tensión y limitar la tensión a tierra en estos materiales.

2) Unión del equipo eléctrico. Los materiales conductivos que no transportan corriente, que alojan a los conductores o equipo eléctrico, o que forman parte de dicho equipo, se deben conectar entre sí y al equipo puesto a tierra del sistema de alimentación, de manera que establezcan una trayectoria de baja impedancia para la corriente de falla a tierra, y que sean capaces de transportar la máxima corriente de falla que probablemente sea impuesta sobre ellos.

3) Unión de materiales eléctricamente conductivos y otros equipos. Los materiales eléctricamente conductivos que tienen probabilidad de energizarse, se deben conectar entre sí y al equipo puesto a tierra del sistema de alimentación, de manera que establezcan una trayectoria de baja impedancia para la corriente de falla a tierra, y que tenga la capacidad de transportar la máxima corriente de falla, que probablemente sea impuesta sobre ellos.

4) Trayectoria para la corriente de falla. Los equipos y el alambrado eléctrico y otros materiales eléctricamente conductivos que tienen probabilidad de energizarse, se deben instalar de forma que establezcan un circuito de baja impedancia desde cualquier punto del sistema de alambrado hasta la fuente

de alimentación para que facilite la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente si ocurriera una segunda falla a tierra desde una fase diferente en el sistema de alambrado. El terreno natural o el suelo o la Tierra no se deben considerar como una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra.

250-6. Corriente indeseable.

a) Arreglo para prevenir una corriente indeseable. La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores del circuito, apartarrayos, dispositivos de protección contra sobretensión y partes metálicas conductivas del equipo que normalmente no transportan corriente, se deben instalar y disponer de manera que se impida una corriente indeseable.

b) Modificaciones para eliminar una corriente indeseable. Si el uso de múltiples conexiones de puesta a tierra da como resultado una corriente indeseable, se permitirá hacer una o más de las siguientes modificaciones, siempre y cuando se cumplan los requisitos de 250-4(a)(5) o (b)(4):

(1) Desconectar una o más de estas conexiones de puesta a tierra, pero no todas.

(2) Cambiar la ubicación de las conexiones de puesta a tierra.

(3) Interrumpir la continuidad del conductor o de la trayectoria conductiva que causa la corriente indeseable.

(4) Tomar otra acción correctiva adecuada y aprobada.

c) Corrientes temporales no clasificadas como corrientes indeseables. Las corrientes temporales resultantes de condiciones anormales, tales como corrientes de falla a tierra, no se deben clasificar como corrientes indeseables para los propósitos que se especifican en (a) y (b) anteriores.

d) Limitaciones a las modificaciones permisibles. Los requerimientos de esta sección no deben considerase como permitidos para el equipo electrónico operado en sistemas de corriente alterna o circuitos derivados que no están conectados a los conductores de puesta a tierra de equipos según se exige en este Artículo. Las corrientes que introducen ruidos o errores en los datos en el equipo electrónico no se deben considerar como las corrientes indeseables mencionadas en esta sección.

e) Aislamiento de corrientes a tierra de corriente continua indeseables. Cuando se requiera aislar las corrientes a tierra de corriente continua indeseables de los sistemas de protección catódica, se permitirá un dispositivo de acoplamiento de corriente alterna/de aislamiento de corriente continua en el conductor de puesta a tierra de equipos, para proporcionar una trayectoria efectiva de retorno para las corrientes de falla a tierra de corriente alterna, mientras se bloquea la corriente de corriente continua.

250-8. Conexión del equipo de puesta a tierra y de unión.

a) Métodos permitidos. Los conductores de puesta a tierra, los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se deben conectar mediante uno de los siguientes medios:

(1) Conectores a presión.

(2) Barras terminales.

(3) Conectores a presión aprobados para puesta a tierra de equipos y para unión.

(4) Procesos de soldadura exotérmica.

(5) Abrazaderas tipo tornillo que enrosquen por lo menos dos hilos o que se aseguren con una tuerca.

(6) Pijas que entren cuando menos dos hilos en la envolvente.

(7) Conexiones que son parte de un ensamble.

(8) Otros medios aprobados.

b) Métodos no permitidos. No se deben usar dispositivos de conexión o accesorios que dependan únicamente de soldadura de bajo punto de fusión.

250-10. Protección de abrazaderas y accesorios de puesta a tierra. Las abrazaderas de puesta a tierra y otros accesorios deben ser aprobados para uso general sin protección, o se deben proteger del daño físico como se indica en (1) o (2) siguientes:

(1) En instalaciones en las que no es probable que sufran daño.

(2) Cuando están encerradas en metal, madera o una cubierta protectora equivalente.

250-12. Superficies limpias. Los recubrimientos no conductores (tales como pintura, laca o esmalte) en el equipo que va a ser puesto a tierra, se deben remover de las roscas y de las otras superficies de contacto para asegurar una buena continuidad eléctrica, o se deben conectar por medios o herrajes diseñados para hacer innecesaria la remoción de estos recubrimientos.

B. Puesta a tierra de sistemas

250-20. Sistemas de corriente alterna que deben ser puestos a tierra. Los sistemas de corriente alterna deben ser puestos a tierra como se indica en (a), (b), (c) o (d) siguientes. Se permitirá que sean puestos a tierra otros sistemas. Si dichos sistemas están puestos a tierra, deben cumplir con las disposiciones aplicables de este Artículo.

NOTA: Un ejemplo de un sistema que se permite que sea puesto a tierra es un transformador con conexión en delta con una esquina puesta a tierra. Ver 250-26(4), relativa al conductor para ser puesto a tierra.

a) Sistemas de corriente alterna de menos de 50 volts. Los sistemas de corriente alterna de menos de 50 volts deben ser puestos a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

(1) Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador es de más de 150 volts a tierra.

(2) Cuando son alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador no está puesto a tierra.

(3) Cuando están instalados como conductores aéreos en exteriores.

b) Sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1000 volts. Los sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1000 volts que alimentan el alambrado de los inmuebles y los sistemas de alambrado de éstos, deben ser puestos a tierra si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

(1) Cuando el sistema puede ser puesto a tierra, de manera que la tensión máxima a tierra en los conductores de fase no sea mayor de 150 volts.

(2) Cuando el sistema es de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, en el cual el conductor neutro se utiliza como un conductor de circuito.

(3) Cuando el sistema es de 3 fases, 4 hilos conectado en delta, en el cual el punto medio del devanado de una fase se usa como un conductor de circuito.

c) Sistemas de corriente alterna de 1 kV o más. Los sistemas de corriente alterna que alimentan equipo portátil o móvil deben ser puestos a tierra como se especifica en 250-188. Cuando se alimentan otros sistemas diferentes de los portátiles y móviles, se permitirá que sean puestos a tierra.

d) Sistemas con neutro puesto a tierra con impedancia. Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia deben ser puestos a tierra de acuerdo a lo indicado en 250-36 o 250-186.

250-21. Sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1000 volts que no requieren ser puestos a tierra.

a) Generalidades. Se permitirá, pero no se exigirá que los siguientes sistemas de corriente alterna de 50 a menos de 1000 volts estén puestos a tierra.

(1) Los sistemas eléctricos usados exclusivamente para alimentar hornos eléctricos industriales para fusión, refinación, templado y similares.

(2) Los sistemas derivados separados usados exclusivamente para rectificadores que alimentan variadores de velocidad industriales.

(3) Los sistemas derivados separados alimentados por transformadores con una tensión en el primario menor a 1000 volts, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. El sistema se usa exclusivamente para circuitos de control.

b. Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado darán servicio a la instalación.

c. Se requiere continuidad de la energía para control.

(4) Otros sistemas que no se exige que sean puestos a tierra, según los requerimientos de 250-20(b).

b) Detectores de tierra. Deben ser instalados detectores de tierra de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

(1) Los sistemas de corriente alterna no puestos a tierra, tal como se permite en (a)(1) hasta (a)(4) anteriores, que operan a 120 volts o más, pero no exceden los 1000 volts deben tener detectores de tierra instalados en el sistema.

(2) El equipo sensor de detección de tierra deberá conectarse lo más cercano como sea práctico a donde el sistema recibe la alimentación.

c) Marcado. Los sistemas no puestos a tierra deben estar marcados de manera legible con la leyenda "Sistema no puesto a tierra" en la fuente o en el primer medio de desconexión. El marcado deberá tener suficiente durabilidad para soportar el ambiente al que está expuesto.

250-22. Circuitos que no se deben poner a tierra. Los siguientes circuitos no deben ser puestos a tierra:

(1) Circuitos para grúas eléctricas que operan sobre fibras combustibles en lugares Clase III, como se establece en 503-155.

(2) Circuitos en lugares de atención a la salud, como se establece en 517-61 y 517-160.

(3) Circuitos para equipo dentro de la zona de trabajo de celdas electrolíticas, como se establece en el Artículo 668.

(4) Circuitos secundarios de sistemas de alumbrado, como se establece en 411-5(a).

(5) Circuitos secundarios de sistemas de alumbrado, como se establece en 680-23(a)(2).

250-24. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados por una acometida.

a) Conexiones de puesta a tierra del sistema. Un sistema de alambrado de inmuebles, que es alimentado por una acometida de corriente alterna que está puesta a tierra, debe tener un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado al conductor puesto a tierra de acometida, para cada servicio, según (1) hasta (5) siguientes:

1) Generalidades. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer en cualquier punto accesible desde el lado carga de la acometida hasta e incluyendo, la terminal o barra en la cual está conectado el conductor puesto a tierra de acometida a los medios de desconexión de acometida.

2) Transformador exterior. Cuando el transformador que alimenta la acometida esté ubicado en el exterior del edificio, se debe hacer al menos una conexión de puesta a tierra adicional desde el conductor puesto a tierra de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otra parte fuera del edificio.

Excepción. La conexión adicional del conductor del electrodo de puesta a tierra no se debe hacer en sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. El sistema debe cumplir con los requisitos de 250-36.

3) Edificios con doble alimentación. Para edificios con doble alimentación que tienen dos acometidas en una envolvente común o agrupadas en envolventes separadas y que emplean un enlace secundario, se permitirá una sola conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al punto de enlace de los conductores puestos a tierra de cada fuente de alimentación.

4) Puente de unión principal como un conductor o barra. Cuando el puente de unión principal especificado en 250-28 es un alambre o una barra y está instalado desde la barra terminal del conductor puesto a tierra a la barra terminal del conductor de puesta a tierra de equipos o a la barra del equipo de acometida, se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se conecte a la terminal o barra al cual está conectado el puente de unión principal.

5) Conexiones de puesta a tierra del lado de la carga. No se debe conectar un conductor puesto a tierra a las partes metálicas que normalmente no transportan corriente del equipo, ni al conductor de puesta a tierra de equipos, ni se debe reconectar a tierra del lado carga del medio de desconexión de acometida, excepto si otra cosa es permitida en este Artículo.

NOTA: Ver 250-30 para sistemas derivados separados, 250-32 para conexiones en edificios o estructuras separadas y 250-142 para el uso del conductor del circuito puesto a tierra para poner a tierra equipos.

b) Puente de unión principal. Para un sistema puesto a tierra, se debe utilizar un puente de unión principal sin empalmes para conectar el (los) conductor(es) de puesta a tierra de equipos y la envolvente del medio de desconexión de acometida, al conductor puesto a tierra dentro de la envolvente, para cada medio de desconexión de acometida, de acuerdo a 250-28.

Excepción 1: Cuando más de un medio de desconexión de acometida está ubicado en un ensamble para uso como equipo de acometida, un puente de unión principal sin empalmes deberá unir el conductor puesto a tierra con la envolvente del ensamble

Excepción 2: Se permitirá la conexión de los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia, como se indica en 250-36 y 250-186.

c) Conductor puesto a tierra llevado al equipo de acometida. Cuando un sistema de corriente alterna operando a menos de 1000 volts está puesto a tierra en cualquier punto, el conductor puesto a tierra debe tenderse junto con los conductores de fase hasta cada medio de desconexión de acometida, y se debe conectar a cada terminal o barra del conductor puesto a tierra de cada medio de desconexión. Un puente de unión principal debe conectar el conductor puesto a tierra a cada envolvente de los medios de desconexión de cada acometida. El conductor puesto a tierra se debe instalar de acuerdo de (1) a (4) siguientes:

Excepción: Cuando más de un medio de desconexión de la acometida está localizado en un solo ensamble de equipo de acometida, se permitirá conectar el conductor puesto a tierra hasta la terminal o barra común del conductor puesto a tierra del ensamble. El ensamble debe incluir un puente de unión principal para conectar los conductores puestos a tierra a la envolvente del ensamble.

1) Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización. El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el requerido para el conductor del electrodo de puesta a tierra especificado en la tabla 250-66, pero no se exigirá que sea mayor que el conductor de acometida de fase más grande. Adicionalmente, para grupos de conductores de acometida de fase mayores a 557 mm^2 (1100 kcmil) de cobre o de 887 mm^2 (1750 kcmil) de aluminio, el conductor puesto a tierra no debe ser menor al 12.50 por ciento del área en milímetros cuadrados del grupo de conductores de fase de mayor tamaño de la acometida.

2) Conductores en paralelo en 2 o más canalizaciones. Si los conductores de fase de acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización deberá estar basado en el área total de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones, como se indica en (c)(1) anterior, pero no debe ser menor al tamaño 53.5 mm^2 (1/0 AWG).

NOTA: Ver 310-10(h) para los conductores puestos a tierra conectados en paralelo.

3) Acometida conectada en Delta. El conductor puesto a tierra de una acometida en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase.

4) Alta impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia debe ser puesto a tierra de acuerdo a 250-36.

d) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se deberá de utilizar un conductor del electrodo de puesta a tierra para conectar los conductores de puesta a tierra de equipos, las envolventes del equipo de acometida, y, cuando el sistema esté puesto a tierra, el conductor puesto a tierra de acometida al (los) electrodo(s) de puesta a tierra requeridos por la Parte C de este Artículo. El tamaño de este conductor debe estar de acuerdo con 250-66.

Las conexiones de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una ata impedancia se deben hacer como se indica en 250-36.

NOTA: Para las conexiones de puesta a tierra de un sistema de corriente alterna ver 250-24(a).

e) Conexiones de puesta a tierra de un sistema no puesto a tierra. Un sistema de alambrado de un inmueble que está alimentado por una acometida de corriente alterna no puesta a tierra debe tener, en cada servicio, un conductor de electrodo de puesta a tierra conectado al (los) electrodo(s) de puesta a tierra requerido(s) por la Parte C de este Artículo.

El conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectarse a la envolvente metálica de los medios de desconexión de acometida, cualquier punto accesible del lado carga de acometida.

250-26. Conductor que debe ser puesto a tierra – Sistemas de corriente alterna. Para sistemas de alambrado de inmuebles, el conductor que debe ser puesto a tierra debe ser como se especifica a continuación:

(1) 1 fase, 2 hilos – un conductor.

(2) 1 fase, 3 hilos – el conductor del neutro.

(3) Sistemas polifásicos con un conductor común a todas las fases – el conductor común.

(4) Sistemas polifásicos en los que una fase está puesto a tierra – un conductor de fase.

(5) Sistemas polifásicos en los que se usa una fase como en (2) – el conductor del neutro.

250-28. Puente de unión principal y puente de unión del sistema. Para un sistema puesto a tierra, los puentes de unión principal y los puentes de unión del sistema se deben instalar de la siguiente manera:

a) Material. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema deben ser de cobre u otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión principal y un puente de unión del sistema deberán ser un conductor, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

b) Construcción. Cuando un puente de unión principal o un puente de unión del sistema es solamente un tornillo, este tornillo se debe identificar con un acabado verde que sea visible una vez instalado el tornillo.

c) Fijación. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben conectar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de 250-8.

d) Tamaño. Los tamaños de los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema se deben determinar según 250-28(d)(1) hasta (d)(3) siguientes.

1) General. Los puentes de unión principales y los puentes de unión del sistema no deben tener un tamaño menor a los indicados en la Tabla 250-66. Cuando los conductores de alimentación son mayores de 557 mm^2 (1100 kcmil), de cobre o 887 mm^2 (1750 kcmil), de aluminio, el puente de unión debe tener un área no menor al 12.50 por ciento del área del mayor conductor de fase, excepto cuando los conductores de fase y el puente de unión son de materiales diferentes (cobre o aluminio), el tamaño o sección transversal mínima del puente de unión se debe basar suponiendo el uso de conductores de fase del mismo material que el puente de unión, y con una ampacidad equivalente a la de los conductores de fase instalados.

2) Puente de unión principal para acometidas con más de una envolvente. Cuando una acometida tiene más de una envolvente, el tamaño del puente de unión principal para cada envolvente se deben determinar según 250-28(d)(1), basado en el mayor conductor de fase de acometida que sirve a dicha envolvente.

3) Sistemas derivados separados con más de una envolvente. Cuando un sistema derivado separado alimenta a más de una envolvente, el tamaño del puente de unión del sistema para cada envolvente se debe determinar de acuerdo con (1) anterior, con base en el conductor de fase de mayor tamaño del alimentador que sirve a esa envolvente, o se debe instalar un solo puente de unión del sistema en la fuente de alimentación, y los tamaños deben estar de acuerdo con lo indicado en (1) anterior, con base en el tamaño equivalente del mayor conductor de alimentación determinado por la suma mayor de las áreas de los conductores correspondientes para cada conjunto.

250-30. Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna derivados separados.

Además de cumplir con (a) para sistemas puestos a tierra y con (b) para sistemas no puestos a tierra, los sistemas derivados separados deben cumplir con 250-20, 250-21, 250-22 y 250-26.

NOTA 1: Una fuente alterna de energía de corriente alterna, como un generador en sitio, no es un sistema derivado separado si el conductor puesto a tierra está sólidamente interconectado al conductor puesto a tierra de acometida. Un ejemplo de esta situación es cuando el equipo de trasferencia de la fuente alterna no incluye la acción de interrumpir también el conductor puesto a tierra y éste continúa conectado sólidamente al conductor puesto a tierra de acometida, cuando la fuente alterna está operando y alimentando la carga.

NOTA 2: Véase 445-13 para el tamaño mínimo de los conductores que llevan corriente de falla.

a) Sistemas puestos a tierra. Un sistema de corriente alterna derivado separado que está puesto a tierra, debe cumplir con lo que se establece en (1) hasta (8) siguientes. A menos que se permita algo diferente en este Artículo, un conductor puesto a tierra no se debe conectar a las partes metálicas del equipo que normalmente no transporta corriente, ni a los conductores de puesta a tierra de equipos, ni se deben reconectar a tierra en el lado carga del puente de unión del sistema.

NOTA: Ver 250-32 para las conexiones en edificios o estructuras separadas y 250-142 sobre el uso del conductor puesto a tierra del circuito para la puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las conexiones de puesta a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia se deben hacer como se especifica en 250-36 ó 250-186, lo que sea aplicable.

1) Puente de unión del sistema. El puente de unión del sistema sin empalmes, debe cumplir con 250-28(a) a (d). Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separado que no tenga medio de desconexión ni dispositivos de sobrecorriente, de acuerdo con (a) o (b) siguientes. El puente de unión del sistema debe estar dentro de la envolvente donde se origina. Si la fuente está ubicada fuera del edificio o estructura que alimenta, un puente de unión del sistema debe instalarse en la conexión al electrodo de puesta a tierra en cumplimiento con 250-30(c).

Excepción 1: Para sistemas instalados de acuerdo a 450-6 se permitirá una sola conexión del puente de unión del sistema al punto de unión de los conductores puestos a tierra del circuito desde cada fuente de alimentación.

Excepción 2: Se permitirá un puente de unión del sistema tanto en la fuente como en el primer medio de desconexión, cuando al hacerlo así no se establece una trayectoria paralela para el conductor puesto a tierra. Si el conductor puesto a tierra se usa de esta manera, su tamaño no debe ser menor al especificado para el puente de unión del sistema, pero no se exigirá que sea mayor que el del conductor de fase. Para los propósitos de esta excepción, no se considera que la conexión a través de la tierra provea una trayectoria paralela.

Excepción 3: El tamaño del puente de unión para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se deriva de un transformador con una capacidad no mayor de 1000 voltamperes, no debe ser menor a los conductores de fase derivados y tampoco debe ser menor a 2.08 mm^2 (14 AWG) de cobre.

a. Instalado en la fuente. El puente de unión del sistema debe conectar el conductor puesto a tierra al puente de unión del lado fuente y a la envolvente metálica que normalmente no transporta corriente.

b. Instalado en el primer medio de desconexión. El puente de unión del sistema debe conectar el conductor puesto a tierra al puente de unión del lado fuente, a la envolvente del medio de desconexión y los conductores de puesta a tierra de equipos.

2) Puente de unión del lado línea. Si la fuente de un sistema derivado separado y el primer medio de desconexión están ubicados en envolventes separadas, se deberá instalar un puente de unión del lado fuente de la alimentación junto con los conductores del circuito desde la envolvente de la fuente de alimentación al primer medio de desconexión. No se requerirá que el puente de unión del lado fuente sea de mayor tamaño que los conductores derivados de fase. Se permite que el puente de unión del lado fuente sea del tipo canalización metálica no flexible, o del tipo de alambre o tipo barra como se indica a continuación:

a. El puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo alambre debe cumplir con 250-102(c), basado en el tamaño de los conductores de fase derivados.

b. El puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo barra debe tener un área no menor que el puente de unión del lado fuente del alimentador del tipo conductor como se determina en 250-102(c).

3) Conductor puesto a tierra. Si se instala un conductor puesto a tierra y la conexión del puente de unión del sistema no está ubicado en la fuente, se deberá aplicar (a) hasta (d) siguientes.

a. Tamaño del conductor puesto a tierra para una sola canalización. El conductor puesto a tierra no debe ser menor que el requerido para el conductor del electrodo de puesta a tierra especificado en la tabla 250-66, pero no se exigirá que sea de mayor tamaño que el conductor más grande de los conductores derivados de fase. Adicionalmente, para grupos de conductores de fase de la acometida mayores a 557 mm^2 (1100 kcmil) de cobre o de 887 mm^2 (1750 kcmil) de aluminio, el conductor puesto a tierra no debe ser menor al 12.50 por ciento del área en kcmil del mayor grupo de conductores de fase derivados.

b. Conductores en paralelo en dos o más canalizaciones. Si los conductores de fase de la acometida están instalados en paralelo en dos o más canalizaciones, el conductor puesto a tierra también se deberá instalar en paralelo. El tamaño del conductor puesto a tierra en cada canalización deberá estar basado en el área total de los conductores de fase en paralelo en las canalizaciones, como se indica en 250-24(c), pero no debe ser menor al tamaño 53.5 mm^2 (1/0 AWG).

NOTA: Ver 310-10(h) para los conductores puestos a tierra en paralelo.

c. Sistema conectado en Delta. El conductor puesto a tierra de un sistema conectado en delta, 3 fases, 3 hilos, deberá tener una ampacidad no menor que los conductores de fase.

d. Sistema puesto a tierra a través de una impedancia. El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe ser instalado de acuerdo a 250-36 ó 250-186 como sea aplicable.

4) Electrodo de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe estar tan cerca como sea posible y preferentemente en la misma área, de la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al sistema. El electrodo de puesta a tierra debe ser el más cercano de uno de los siguientes:

(1) La tubería metálica para agua utilizada como electrodo de puesta a tierra, como se específica en 250-52(a)(1).

(2) La estructura metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra como se especifica en 250-52(a)(2).

Excepción 1: Se debe utilizar cualquiera de los otros electrodos identificados en 250-52(a) cuando no estén cerca los electrodos que se especifican en (a) (4) de esta sección.

Excepción 2 a (1) y (2): Si un sistema derivado separado se origina en un equipo adecuado para uso como equipo de acometida, se permitirá el electrodo de puesta a tierra utilizado para el equipo del alimentador o de acometida, como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

NOTA 1: Ver 250-104(d) para los requisitos de unión utilizando la tubería metálica interior para agua en el área servida por sistemas derivados separados.

NOTA 2: Ver 250-50 y 250-58 para los requerimientos de unión de todos los electrodos si están ubicados en el mismo edificio o estructura.

5) Conductor del electrodo de puesta a tierra, sistema derivado separado único. El conductor del electrodo de puesta a tierra, para un sistema derivado separado único, debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66 para los conductores derivados de fase. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe usar para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra, como se especifica en (a)(4). Esta conexión se debe hacer en el mismo punto en el sistema derivado separado en donde el puente de unión del sistema está conectado.

Excepción 1: Si el puente de unión del sistema que se especifica en (a)(1) es un conductor o una barra, se permitirá conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra a la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos, siempre que la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado.

Excepción 2: Si un sistema derivado separado se origina en un equipo adecuado como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra de equipos del alimentador o de acometida al electrodo de puesta a tierra se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, siempre y cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado. Si la barra interna de puesta a tierra de equipos no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido para el sistema derivado separado, se debe permitir que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado se haga en la barra.

Excepción 3: No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3, y que se deriva de un transformador con una capacidad no mayor de 1000 voltamperes, siempre y cuando el conductor puesto a tierra esté unido al chasis o la envolvente del transformador por un puente, dimensionado de acuerdo con (a)(1), Excepción 3 de esta sección y que el chasis o la envolvente del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en 250-134.

6) Conductor del electrodo de puesta a tierra, múltiples sistemas derivados separados. Se permitirá un conductor del electrodo de puesta a tierra común para varios sistemas derivados separados. Si un conductor del electrodo de puesta a tierra está instalado, se debe utilizar para conectar el conductor puesto a tierra de los sistemas derivados separados al electrodo de puesta a tierra como se especifica en (a)(4) de esta sección. Deberá instalarse una derivación del conductor del electrodo de puesta a tierra de cada sistema derivado separado al conductor común del electrodo de puesta a tierra. Cada conductor derivado conectará al conductor puesto a tierra del sistema derivado separado, al conductor común del electrodo de puesta a tierra.

Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde está instalado el puente de unión del sistema.

Excepción 1: Si el puente de unión del sistema que se especifica en (a)(1) es un conductor o una barra principal, se permitirá que se conecte al conductor derivado del electrodo de puesta a tierra a la terminal, barra o barra principal de puesta a tierra de equipos, siempre que la terminal, barra, o barra principal de puesta a tierra de equipos tenga el tamaño suficiente para el sistema derivado separado.

Excepción 2: No se exigirá un conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema que alimenta un circuito Clase 1, Clase 2 o Clase 3 y que se derive de un transformador con una capacidad de no más de 1000 voltamperes, siempre y cuando el conductor puesto a tierra del sistema esté unido al chasis o a la envolvente del transformador por un puente dimensionado de acuerdo con (a)(1), Excepción 3 anterior, y el chasis o envolvente del transformador estén puestos a tierra por uno de los medios especificados en 250-134.

a. Conductor del electrodo de puesta a tierra común. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra común sea uno de los siguientes:

(1) Un conductor no menor al tamaño 85 mm^2 (3/0 AWG) de cobre o de tamaño 250 kcmil de aluminio.

(2) El acero estructural del edificio que cumpla con 250-52(a)(2) o que esté conectado al sistema de electrodos de puesta a tierra por un conductor de tamaño no menor a 85 mm^2 (3/0 AWG) de cobre o de tamaño no menor a 250 kcmil de aluminio.

b. Tamaño del conductor derivado. El tamaño de cada conductor derivado debe estar de acuerdo con 250-66, basado en los conductores derivados de fase del sistema derivado separado que alimenta.

Excepción: Si un sistema derivado separado se origina en un equipo adecuado como equipo de acometida, el conductor del electrodo de puesta a tierra desde el equipo de acometida o del alimentador hasta el electrodo de puesta a tierra, se permitirá como conductor del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, siempre y cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra tenga un tamaño suficiente para el sistema derivado separado. Si la barra de puesta a tierra de equipos dentro del equipo, no es menor que el conductor del electrodo de puesta a tierra requerido para el sistema derivado separado, se permitirá que la conexión del electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado, se haga en la barra.

c. Conexiones. Todas las conexiones de las derivaciones, al conductor del electrodo de puesta a tierra común, se deben hacer en un lugar accesible mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión.

(2) Conexiones aprobadas para barras principales de aluminio o cobre no menores que 6 x 50 milímetros. Si se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con lo indicado en 250-64(a).

(3) Por proceso de soldadura exotérmica.

Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común de manera tal que el conductor del electrodo de puesta a tierra común permanezca sin empalmes o uniones.

7) Instalación. La instalación de todos los conductores del electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo indicado en 250- 64(a), (b), (c) y (e).

8) Unión. El acero estructural y la tubería metálica se deben conectar al conductor puesto a tierra de un sistema derivado separado, según se indica en 250-104(d).

b) Sistemas no puestos a tierra. El equipo de un sistema derivado separado no puesto a tierra debe ser puesto a tierra y unido como se especifica en (1) hasta (3) siguientes.

1) Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se debe usar un conductor del electrodo de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con 250-66 para el conductor derivado de fase más grande o conjuntos de conductores de fase derivados, para conectar las envolventes metálicas del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra como se especifica en (a)(5) o (a)(6) de esta sección, como sea aplicable. Esta conexión se debe hacer en cualquier punto en el sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión del sistema. Si la fuente está localizada fuera del edificio o estructura que alimenta, la conexión del electrodo de puesta a tierra se debe hacer de acuerdo con el inciso (c) siguiente.

2) Electrodo de puesta a tierra. Excepto como se permite en 250-34 para generadores portátiles y montados en vehículos, el electrodo de puesta a tierra debe cumplir con lo dispuesto en (a)(4) de esta sección.

3) Trayectoria de la unión y del conductor. Se debe instalar un puente de unión del lado fuente desde la fuente de un sistema derivado separado hasta el primer medio de desconexión de acuerdo con (a)(2) de esta sección.

c) Fuente en el exterior. Si la fuente de un sistema derivado separado se encuentra en el exterior del edificio o estructura que alimenta, se debe hacer una conexión del electrodo de puesta a tierra en la fuente a uno o más electrodos de puesta a tierra de acuerdo con 250-50. Adicionalmente, la instalación debe cumplir con el inciso (a) para sistemas puestos a tierra o con el inciso (b) para sistemas no puestos a tierra.

Excepción: La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia debe cumplir con 250-36 ó 250-186, como sea aplicable.

250-32. Edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o por circuitos derivados

a) Electrodo de puesta a tierra. Los edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o circuitos derivados, deben tener un electrodo de puesta a tierra o un sistema de electrodos de puesta a tierra, instalado de acuerdo con la Parte C del Artículo 250. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con (b) o (c) de esta sección. Cuando no existan electrodos de puesta a tierra, se debe instalar el electrodo de puesta a tierra requerido en 250-50.

Excepción: No se exigirá un electrodo de puesta a tierra cuando un solo circuito derivado, incluyendo un circuito derivado multiconductor, alimenta al edificio o estructura y el circuito derivado incluye un conductor de

puesta a tierra de equipos para poner a tierra las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente.

b) Sistemas puestos a tierra.

1) Alimentado por un circuito alimentador o derivado. Un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250-118, se debe llevar con los conductores de la alimentación y ser conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe usar para la puesta a tierra o la unión de equipos, estructuras o carcasas que se requiere que estén puestos a tierra o sean unidos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe estar dimensionado según 250-122. Ningún conductor puesto a tierra ya instalado se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos ni a los electrodos de puesta a tierra.

Excepción: Para instalaciones hechas cumpliendo ediciones anteriores de esta NOM, se permitirá que el conductor puesto a tierra que vaya junto con la alimentación del edificio o de la estructura sirva como trayectoria de retorno de falla a tierra si se siguen cumpliendo todos los requisitos que se indican a continuación:

(1) Un conductor de puesta a tierra de equipos no va con la alimentación del edificio o estructura.

(2) No existan trayectorias metálicas continuas unidas al sistema de puesta a tierra en cada edificio o estructura considerada.

(3) No ha sido instalada la protección contra falla a tierra del equipo en el lado fuente del alimentador.

Si el conductor puesto a tierra se usa para la puesta a tierra de acuerdo con las disposiciones de esta excepción, el tamaño del conductor puesto a tierra no debe ser menor que el mayor de cualquiera de los siguientes:

(1) El tamaño requerido por 220-61.

(2) El tamaño requerido por 250-122.

2) Alimentado por un sistema derivado separado.

a. Con protección contra sobrecorriente. Si se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con (b)(1) de esta sección.

b. Sin protección contra sobrecorriente. Si no se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con 250-30(a). Si se instala el puente de unión del lado del alimentador, se debe conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra.

c) Sistemas no puestos a tierra.

1) Alimentado por un alimentador o circuito derivado. Un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se describe en 250-118, se debe llevar con los conductores de la alimentación y estar conectado al medio de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra. Los electrodos de puesta a tierra también se deben conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura.

2) Alimentado por un sistema derivado separado.

a. Con protección contra sobrecorriente. Si se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con (c)(1) de esta sección.

b. Sin protección contra sobrecorriente. Si no se instala protección contra sobrecorriente donde los conductores se originan, la instalación debe cumplir con 250-30(b). Si se instala el puente de unión del lado fuente del alimentador, se debe conectar a los medios de desconexión del edificio o estructura y a los electrodos de puesta a tierra.

d) Medios de desconexión ubicados en edificios o estructuras separadas, en el mismo predio. Cuando uno o más medios de desconexión alimentan uno o más edificios o estructuras adicionales que se encuentran bajo la misma administración, y cuando estos medios de desconexión se encuentran alejados de estos edificios o estructuras de acuerdo con las disposiciones de 225-32, Excepciones 1 y 2, 700-12(b)(6), 701-12(b)(5) o 702-12, se deben cumplir todas las condiciones siguientes:

(1) No se debe hacer la conexión del conductor puesto a tierra al electrodo de puesta a tierra, a las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, ni al conductor de puesta a tierra de equipos a un edificio o estructura separada.

(2) Si se lleva un conductor de puesta a tierra de equipos, para la unión y puesta a tierra de las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente, para los sistemas de tubería metálica interior y estructura metálica de los edificios o estructuras, junto con los conductores del

circuito hasta un edificio o estructura separada y está conectado al electrodo de puesta a tierra existente requerido en la Parte C de este Artículo, o en caso de que no haya electrodos, se debe instalar el electrodo de puesta a tierra exigido en la Parte C de este Artículo, cuando un edificio o estructura separada esté alimentada por más de un circuito derivado.

(3) La conexión entre el conductor de puesta a tierra de equipos y el electrodo de puesta a tierra, en un edificio o estructura separada, se debe hacer en una caja de conexiones, en un tablero de distribución o en una envolvente similar, localizado inmediatamente adentro o afuera del edificio o estructura separada.

e) Conductor del electrodo de puesta a tierra. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra al electrodo de puesta a tierra no debe ser menor al indicado en 250-66, basado en el conductor de fase de la alimentación de mayor tamaño. La instalación debe cumplir con la Parte C de este Artículo.

250-34. Generadores portátiles y montados en vehículos

a) Generadores portátiles. No se exigirá que el chasis de un generador portátil esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en 250-52 para un sistema alimentado por el generador, bajo las siguientes condiciones:

(1) El generador alimenta solamente equipo montado en el generador o equipo conectado con cordón y clavija, a través de contactos montados sobre el generador, o ambos, y.

(2) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de los contactos están conectados al bastidor del generador.

b) Generadores montados en vehículos. No se exigirá que el chasis de un vehículo esté conectado a un electrodo de puesta a tierra, tal como se define en 250-52 para un sistema alimentado por un generador montado en ese vehículo, bajo las siguientes condiciones:

(1) El bastidor del generador está unido al chasis del vehículo, y.

(2) El generador alimenta solamente equipo ubicado sobre el vehículo o equipo conectado con cordón y clavija a través de contactos montados en el vehículo, o ambos, o en el generador, y

(3) Las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente y las terminales del conductor de puesta a tierra de equipos en los contactos, están conectados al bastidor del generador.

c) Unión de conductores puestos a tierra. Un conductor del sistema que requiera ser puesto tierra de acuerdo con 250-26, se debe conectar al bastidor del generador, cuando el generador es un componente de un sistema derivado separado.

NOTA: Para la puesta a tierra de generadores portátiles que alimentan sistemas de alambrado fijos, ver 250-30

250-35. Generadores instalados permanentemente. Se debe instalar un conductor que proporcione una trayectoria eficaz para la corriente de falla a tierra, con los conductores de alimentación desde un generador instalado permanentemente, hasta el primer medio de desconexión, de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

a) Sistema derivado separado. Cuando el generador se instala como un sistema derivado separado, se deben aplicar los requisitos de 250-30.

b) Sistema derivado no separado. Cuando el generador no se instala como un sistema derivado separado, y el dispositivo de protección contra sobrecorriente no es una parte integral del ensamble del generador, se debe instalar un puente de unión del lado fuente entre la terminal de puesta a tierra de equipos en el generador y la terminal, barra o barra principal de puesta a tierra de equipos de los medios de desconexión. El tamaño del conductor debe estar de acuerdo con 250-102(c), basado en el tamaño de los conductores de salida del generador.

250-36. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia. Se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia, por lo general una resistencia, la cual limita la corriente de falla a tierra a un valor bajo, para sistemas de corriente alterna trifásicos de 480 a 1000 volts, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que solamente personal calificado atenderá a la instalación.

(2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.

(3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (g).

a) Ubicación de la impedancia de puesta a tierra. La impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro del sistema. Si no hay un punto neutro disponible, la impedancia de puesta a tierra se debe instalar entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el punto neutro derivado de un transformador de puesta a tierra.

b) Conductor del sistema puesto a tierra. El conductor del sistema puesto a tierra desde el punto neutro del transformador o del generador hasta el punto de conexión a la impedancia de puesta a tierra, debe estar totalmente aislado.

El conductor puesto a tierra del sistema debe tener una ampacidad no menor al valor de la corriente máxima nominal de la impedancia de puesta a tierra, pero en ningún caso el conductor puesto a tierra del sistema debe ser menor que el tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) de cobre o el 13.3 mm^2 (6 AWG) de aluminio o aluminio revestido de cobre.

c) Conexión de puesta a tierra del sistema. El sistema no debe ser puesto a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra.

NOTA: La impedancia normalmente es seleccionada para limitar la corriente de falla a tierra a un valor ligeramente superior o igual a la corriente de carga capacitiva del sistema. Este valor de impedancia también limitará las sobretensiones transitorias a valores seguros.

d) Trayectoria del conductor desde el punto neutro hasta la impedancia de puesta a tierra. Se permitirá que el conductor que conecta el punto neutro del transformador o del generador a la impedancia de puesta a tierra esté instalado en una canalización diferente a la de los conductores de fase. No se exigirá llevar este conductor con los conductores de fase hasta el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente.

e) Puente de unión del equipo. El puente de unión del equipo (la conexión entre los conductores de puesta a tierra de equipos y la impedancia de puesta a tierra) debe ser un conductor sin empalmes, llevado desde el primer medio de desconexión del sistema o del dispositivo de sobrecorriente, hasta el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra.

f) Ubicación del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado en cualquier punto, desde el lado puesto a tierra de la impedancia de puesta a tierra a la conexión de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida o en el primer medio de desconexión del sistema.

g) Tamaño del puente unión del equipo. El tamaño del conductor del puente de unión del equipo debe estar de acuerdo con (1) o (2) siguientes:

(1) Si la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se hace en la impedancia de puesta a tierra, el tamaño del puente de unión del equipo debe estar acuerdo con 250-66, basado en el tamaño de los conductores de acometida o los conductores derivados de fase para un sistema derivado separado.

(2) Si el conductor del electrodo de puesta a tierra está conectado en el primer medio de desconexión del sistema o en el primer dispositivo de sobrecorriente, el tamaño del puente de unión del equipo debe ser dimensionado de igual manera que el conductor neutro, tal como se indica en (b) anterior.

250-46. Separación de los conductores de bajada de los pararrayos. Las canalizaciones, envolventes, estructuras y partes metálicas de equipo eléctrico que no transporten normalmente corriente eléctrica, se deben mantener alejadas 1.80 metros como mínimo de los conductores de bajada de los electrodos de puesta a tierra de los pararrayos o deben unirse cuando la distancia a los conductores de bajada sea inferior a 1.80 metros.

C. Sistema de electrodos de puesta a tierra y conductor del electrodo de puesta a tierra

250-50. Sistema de electrodos de puesta a tierra. Todos los electrodos de puesta a tierra que se describen en 250-52(a)(1) hasta (a)(7), que estén presentes en cada edificio o estructura alimentada, se deben unir entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Cuando no existe ninguno de estos electrodos de puesta a tierra, se debe instalar y usar uno o más de los electrodos de puesta a tierra especificados en 250-52(a)(4) hasta (a)(8). En ningún caso, el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra puede ser mayor que 25 ohms.

NOTA: En el terreno o edificio pueden existir electrodos o sistemas de tierra para equipos de cómputo, pararrayos, telefonía, comunicaciones, subestaciones o acometida, apartarrayos, entre otros, y todos han de conectarse entre sí.

Excepción: No se exigirá que los electrodos recubiertos de concreto en los edificios o estructuras existentes, sean parte del sistema de electrodos de puesta a tierra, cuando las varillas de acero de refuerzo no estén accesibles sin dañar el concreto.

250-52. Electrodos de puesta a tierra.

a) Electrodos permitidos para puesta a tierra.

1) Tubería metálica subterránea para agua. Una tubería metálica subterránea para agua, que está en contacto directo con la tierra 3.00 metros o más (incluido el ademe metálico del pozo unido a la tubería) y eléctricamente continua (o convertida en eléctricamente continua al hacer la unión alrededor de las juntas aislantes o de la tubería aislante) hasta los puntos de conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y a los conductores o puentes de unión, si se instalan.

2) Acero estructural del edificio o estructura. El acero estructural de un edificio o estructura, cuando está conectada a la tierra mediante uno o más de los siguientes métodos:

(1) Cuando menos un elemento metálico estructural está en contacto directo con la tierra 3.00 metros o más, con o sin recubrimiento de concreto

(2) Los tornillos de sujeción que sostienen la columna de acero estructural, conectados a un electrodo recubierto de concreto que cumple con el inciso (3) siguiente y está localizado en los pilotes o en la cimentación. Los tornillos de sujeción deben estar conectados al electrodo recubierto en concreto por medio de soldadura autógena o eléctrica, soldadura exotérmica, alambres de amarre de acero, o por otros medios aprobados.

3) Electrodo recubierto en concreto. Un electrodo recubierto en concreto debe consistir de al menos 6.00 metros de lo indicado en (1) o (2):

(1) Una o más barras o varillas de refuerzo de acero desnudas o galvanizadas con zinc u otro recubrimiento eléctricamente conductor, de no menos de 13 milímetros de diámetro e instaladas en una longitud continua de 6.00 metros, o por varias piezas conectadas entre sí por conductores de amarre de acero, por soldadura exotérmica, soldadura autógena o eléctrica, u otros medios efectivos para crear una longitud de 6.00 metros o mayor; o

(2) Conductor desnudo de cobre tamaño no menor que 21.2 mm^2 (4 AWG).

Los componentes metálicos deberán estar recubiertos de concreto con espesor mínimo de 5 centímetros y deberán estar ubicados horizontalmente dentro de una porción del concreto de la cimentación o de las zapatas que estén en contacto directo con la tierra. Si hay varios electrodos recubiertos de concreto en un edificio o estructura, se permitirá la unión de sólo uno de ellos en el sistema de electrodos de puesta a tierra.

NOTA: No se considera “en contacto directo” con la tierra el concreto instalado con aislamiento, barreras de vapor, películas aislantes o similares, que separen el concreto de la tierra.

4) Anillo de puesta a tierra. Un anillo en contacto directo con la tierra, que rodea el edificio o estructura, con una longitud mínima 6.00 metros de conductor de cobre desnudo de tamaño 33.6 mm^2 (2 AWG) o mayor.

5) Electrodos de varilla y tubería. Los electrodos de varilla y tubería no deben tener menos de 2.44 metros de longitud y deben estar compuestos de los siguientes materiales:

a. Los electrodos de puesta a tierra de tubería o tubo conduit no deben ser menores de la designación 21 (tamaño comercial de ¾) y, si son de acero, su superficie exterior debe ser galvanizada o debe tener otro recubrimiento metálico para protección contra la corrosión.

b. Los electrodos de puesta a tierra tipo varilla de acero inoxidable o de acero recubierto con cobre o zinc deben tener como mínimo 16 milímetros de diámetro.

6) Otros electrodos. Se permitirán otros electrodos de puesta a tierra aprobados**.**

7) Electrodos de placa. Cada electrodo de placa debe tener como mínimo 0.20 m^2 de superficie expuesta al suelo. Los electrodos de placas de hierro o acero, desnudos o con recubrimiento conductivo, deben tener un espesor mínimo 6.40 milímetros. Los electrodos sólidos de metal no ferroso, no recubiertos, deben tener como mínimo 1.52 milímetros de espesor.

8) Otros sistemas o estructuras metálicas subterráneas locales. Otros sistemas o estructuras subterráneas metálicas locales, tales como sistemas de tuberías, tanques subterráneos y el ademe metálico de pozos subterráneos que no están unidos a una tubería metálica para agua.

b) No permitido para su uso como electrodos de puesta a tierra. Los siguientes sistemas y materiales no se deben utilizar como electrodos de puesta a tierra:

(1) Sistemas de tubería metálica subterránea para gas.

(2) Aluminio

NOTA: Ver 250-104(b) para los requisitos de unión con la tubería para gas.

250-53. Instalación del sistema de electrodo de puesta a tierra.

NOTA: Ver 547-9 y 547-10 para los requisitos especiales de puesta a tierra y de unión para edificios agrícolas.

a) Electrodos de varilla, tubería y placa. Los electrodos de varilla, tubería y placa deben cumplir con los requerimientos indicados en (1) a (3) siguientes.

1) Abajo del nivel permanente de humedad. Si es factible, los electrodos de varilla, tubería y placa se deben instalar por debajo del nivel de humedad permanente. Los electrodos de varilla, tubería y placa deben estar libres de recubrimientos no conductivos como pintura o esmalte.

2) Electrodos adicionales requeridos. Un sólo electrodo de varilla, tubería o placa deberá complementarse por un electrodo adicional del tipo especificado en 250-52(a)(2) a (a)(8). Se permite que el electrodo complementario sea uno de los siguientes:

(1) Electrodo de varilla, tubería o placa.

(2) Conductor del electrodo de puesta a tierra.

(3) Conductor puesto a tierra de acometida.

(4) Canalización no flexible de acometida puesta a tierra.

(5) Cualquier envolvente de acometida que esté puesto a tierra.

Excepción: Si un electrodo de puesta a tierra de una sola varilla, tubería o placa tiene una resistencia a tierra de 25 ohms o menos, no se requiere un electrodo adicional.

3) Electrodo adicional. Si los electrodos múltiples de varilla, tubería o placa, están instalados y reúnen los requerimientos de esta sección, deberán estar separados cuando menos de 1.80 metros.

NOTA: La eficiencia de las varillas en paralelo es incrementada separándolas 2 veces la longitud de la varilla más larga.

b) Separación de los electrodos. Cuando se utilizan más de uno de los electrodos del tipo especificado en 250-52(a)(5) o (a)(7), cada electrodo de un sistema de puesta a tierra (incluyendo los utilizados por las varillas de los pararrayos) no debe estar a menos de 1.80 metros de cualquier otro electrodo de otro sistema de puesta a tierra. Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se consideran como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra.

c) Puente de unión. Los puentes de unión utilizados para conectar los electrodos de puesta a tierra entre ellos, para formar el sistema del electrodos de puesta a tierra, se deben instalar de acuerdo con 250-64(a), (b) y (e), deben estar dimensionados de acuerdo con 250-66 y se deben conectar de la manera especificada en 250-70.

d) Tubería metálica subterránea para agua. Cuando se utiliza como un electrodo de puesta a tierra, la tubería metálica subterránea para agua debe satisfacer los requisitos (1) y (2) siguientes.

1) Continuidad. La continuidad de la trayectoria de la puesta a tierra o de la conexión de la unión a la tubería interior no debe depender de los medidores de agua ni de los dispositivos de filtrado y equipo similar.

2) Electrodo adicional exigido. Una tubería metálica subterránea para agua debe tener como complemento un electrodo adicional de uno de los tipos especificados en 250-52(a)(2) hasta (a)(8). Si el electrodo adicional es un electrodo del tipo de varilla, tubería o placa, debe cumplir con lo especificado en el inciso (a) de esta sección. El electrodo adicional se debe unir a cualquiera de los siguientes:

(1) Conductor del electrodo de puesta a tierra.

(2) Conductor puesto a tierra de entrada de acometida.

(3) Canalización no flexible de acometida puesta a tierra.

(4) Cualquier envolvente de acometida que esté puesto a tierra.

(5) Como se indica en 250-32(b).

Excepción: Se permitirá que el electrodo adicional esté unido a la tubería interior para agua, en cualquier punto conveniente, como se indica en 250-68(c)(1), Excepción.

e) Tamaño de la conexión de unión del electrodo adicional. Cuando el electrodo adicional es un electrodo de varilla, tubería o placa, no se exigirá que aquella porción del puente de unión que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra adicional sea mayor a un conductor de cobre tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o un conductor de aluminio tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG).

f) Anillo de puesta a tierra. El anillo de puesta a tierra se debe enterrar a una profundidad mínima de 75 centímetros.

g) Electrodos de varilla y tubería. El electrodo se debe instalar de manera que al menos una longitud de 2.44 metros esté en contacto con la tierra. Se debe enterrar a una profundidad mínima de 2.44 metros a menos que, cuando se encuentre roca en la parte baja, el electrodo se debe enterrar en un ángulo oblicuo no mayor de 45 grados respecto a la vertical o, cuando se encuentra un fondo rocoso en un ángulo de más de 45 grados, se debe permitir que el electrodo se entierre en una zanja de por lo menos 75 centímetros de profundidad. El extremo superior del electrodo debe estar a nivel o por debajo del nivel del suelo, a menos que el extremo superior que está encima del suelo y el dispositivo para conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra estén protegidos contra daños físicos, tal como se especifica en 250-10.

h) Electrodo de placa. Los electrodos de placa se deben instalar a una distancia mínima de 75 centímetros por debajo de la superficie de la tierra.

250-54. Electrodos auxiliares de puesta a tierra. Se permitirá conectar uno o más electrodos de puesta a tierra, a los conductores de puesta a tierra de equipos que se especifican en 250-118, y no se exigirá que cumplan con los requerimientos de unión del electrodo de 250-50 o 250-53(c), ni con los requisitos de resistencia de 250-53(a)(2) Excepción, pero la tierra no se debe usar como trayectoria eficaz de la corriente de falla a tierra, tal como se especifica en 250-4(a)(5) y 250-4 (b)(4).

250-58. Electrodo común de puesta a tierra. Cuando un sistema de corriente alterna se conecta a un electrodo de puesta a tierra dentro o en un edificio o estructura, se debe usar el mismo electrodo para los conductores de puesta a tierra de envolventes y equipo dentro de o en ese edificio o estructura. Cuando hay acometidas separadas, alimentadores o circuitos derivados que alimentan un edificio y se exige que estén conectados a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo de puesta a tierra.

Dos o más electrodos de puesta a tierra que están unidos entre sí, se deben considerar como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra, en este sentido.

250-60. Uso de las terminaciones de las varillas de pararrayos. Los conductores y los electrodos de tuberías, varillas, o placa enterrados, usados para la puesta a tierra de varillas de pararrayos, no se deben utilizar en lugar de los electrodos de puesta a tierra exigidos en 250-50 para la puesta a tierra de sistemas de alambrado y equipo. Esta disposición no prohíbe los requerimientos de unión de los electrodos de puesta a tierra de los diferentes sistemas.

NOTA 1: Ver 250-106, para la separación de los dispositivos de las varillas de pararrayos. Ver 800-100(d), 810-21(j) y 820-100(d) para la unión de los electrodos.

NOTA 2: La unión entre sí de todos los electrodos de puesta a tierra separados, limitará las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

250-62. Material conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio o aluminio revestido de cobre. El material seleccionado debe ser resistente a cualquier condición corrosiva existente en la instalación o debe estar protegido adecuadamente contra la corrosión. El conductor debe ser sólido o trenzado, aislado, recubierto o desnudo.

250-64. Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra. Los conductores de electrodos de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura cuando están alimentados por alimentadores o circuitos derivados, o en un sistema derivado separado, se deben instalar como se especifica en (a) hasta (f) siguientes.

a) Conductores de aluminio o de aluminio recubierto de cobre. No se deben usar conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio desnudo o aluminio recubierto de cobre, cuando están en contacto directo con la mampostería o la tierra, o cuando estén sujetos a condiciones corrosivas. Si se usan conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio o de aluminio recubierto de cobre en exteriores, deben instalarse a una profundidad mínima de 45 centímetros.

b) Aseguramiento y protección contra daño físico. Cuando está expuesto, el conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente, se deben asegurar firmemente a la superficie sobre la que van a instalarse. Un conductor de electrodo de puesta a tierra de cobre o de aluminio 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayor, se debe proteger si está expuesto a daño físico. Se permitirá la instalación, sin cubierta metálica ni protección, de un conductor de electrodo de puesta a tierra tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) cuando no esté expuesto a daño físico, a

lo largo de la superficie de la construcción del edificio, cuando esté asegurado firmemente a la construcción; de lo contrario, debe estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, en tubo conduit de resina termofija reforzada, tubo conduit metálico ligero o cable armado. Los conductores de electrodo de puesta a tierra de tamaños menores a 13.3 mm^2 (6 AWG) deben estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, tubo conduit metálico ligero o cable armado.

c) Continuo. Excepto como se indica en 250-30(a)(5) y (a)(6), 250-30(b)(1) y 250-68(c), los conductores de electrodo de puesta a tierra se debe instalar en tramos continuos, sin empalmes ni conexiones. Si es necesario realizar empalmes o conexiones, se deben hacer como se permite en (1) a (4) siguientes:

(1) Se permitirá el empalme del conductor del electrodo de puesta a tierra, tipo alambre, solamente con conectores de compresión irreversibles y aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión o con soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente.

(2) Se permitirá que secciones de barras principales estén conectadas entre sí, para formar un conductor del electrodo de puesta a tierra.

(3) Conexiones atornilladas, remachadas o soldadas al acero estructural de edificios o estructuras.

(4) Conexiones roscadas, soldadas o atornilladas con bridas a la tubería metálica de agua.

d) Acometida con envolventes múltiples del medio de desconexión. Si una acometida consiste de más de una envolvente como se permite en 230-71(a), las conexiones del electrodo de puesta a tierra se deben hacer de acuerdo a (1), (2) o (3) siguientes.

1) Conductor común del electrodo de puesta a tierra y derivaciones. Se deben instalar un conductor común del electrodo de puesta a tierra y las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado de acuerdo con 250-66, basado en la suma del área de los conductores de fase más grandes de acometida. Si los conductores de acometida se conectan directamente a la acometida aérea o a la acometida subterránea, el conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado según la Tabla 250-66, Nota 1.

Un conductor de derivación del electrodo de puesta a tierra se debe llevar hasta el interior de cada envolvente del medio de desconexión de acometida. Las derivaciones del conductor del electrodo de puesta a tierra deben estar dimensionadas de acuerdo a 250-66 para el conductor más grande de acometida que alimenta a la envolvente individual. Los conductores derivados se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra común por uno de los siguientes métodos de tal manera que el conductor de puesta a tierra común permanezca sin uniones o empalmes:

(1) Soldadura exotérmica

(2) Con conectores adecuados aprobados como equipo de puesta a tierra y de unión.

(3) Conexiones a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 x 50 milímetros. La barra principal se debe asegurar y se instalará en un lugar accesible. Las conexiones se deberán hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Si se usan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

2) Conductores individuales del electrodo de puesta a tierra. Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra entre el conductor puesto a tierra en cada envolvente del medio de desconexión del equipo de acometida y el sistema del electrodo de puesta a tierra. Cada conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo a 250-66, basados en los conductores de acometida que alimentan a cada medio de desconexión de acometida individual.

3) Ubicación común. Se debe conectar un conductor del electrodo de puesta a tierra a los conductores puestos a tierra de acometida en un ducto u otra envolvente accesible en el lado fuente del medio de desconexión de acometida. La conexión se debe hacer con soldadura exotérmica o con un conector aprobado como equipo para puesta a tierra y unión. El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo a 250-66, basado en los conductores de acometida en el lugar común donde se hace la conexión.

e) Envolventes para los conductores del electrodo de puesta a tierra. Las envolventes de metal ferroso para los conductores del electrodo de puesta a tierra deben ser eléctricamente continuas desde el punto de fijación a los gabinetes o al equipo, hasta el electrodo de puesta a tierra, y se deben asegurar firmemente a la abrazadera o herraje de puesta a tierra. No se exigirá que las envolventes de metales no ferrosos sean eléctricamente continuas. Las envolventes de metales ferrosos que no son físicamente continuas desde el gabinete o el equipo hasta el electrodo de puesta a tierra, se deben hacer eléctricamente continuas mediante una unión de cada extremo de la canalización o envolvente, al conductor del electrodo de

puesta a tierra. Los métodos de unión que cumplan con 250-92(b) para instalaciones en los lugares del equipo de acometida y para lugares diferentes a los de los equipos de acometida con 250-92(b)(2) a (b)(4) se deben aplicar en cada terminación y todas las canalizaciones ferrosas, cajas y envolventes instaladas entre los gabinetes o equipos y el electrodo de puesta a tierra. El puente de unión para una canalización del conductor del electrodo puesta a tierra o de un cable armado debe ser del mismo tamaño o mayor que el conductor del electrodo de puesta a tierra que alojan. Si se usa una canalización como protección para el conductor del electrodo de puesta a tierra, la instalación debe cumplir con los requisitos del Artículo correspondiente a la canalización.

f) Instalación a electrodos. Los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión que interconectan los electrodos de puesta a tierra, se deben instalar de acuerdo con (1), (2) o (3). El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado para el conductor más grande del electrodo de puesta a tierra que es requerido entre todos los electrodos conectados a él:

(1) Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se lleve a cualquier electrodo de puesta a tierra disponible en el sistema del electrodo de puesta a tierra, cuando los otros electrodos, si los hay, si están conectados mediante puentes de unión, de acuerdo a 250-53(c).

(2) Se permite que los conductores del electrodo de puesta a tierra se lleven individualmente a uno o más de los electrodos de puesta a tierra.

(3) Se permitirá que los puentes de unión desde los electrodos de puesta a tierra estén conectados a una barra principal de cobre o aluminio no menor a 6 x 50 milímetros. La barra principal se debe sujetar firmemente y se debe instalar en un lugar accesible. Las conexiones se deben hacer por medio de un conector aprobado o por soldadura exotérmica. Se permitirá que el conductor del electrodo de puesta a tierra se tienda hasta la barra principal. Cuando se utilizan barras principales de aluminio, la instalación debe cumplir con 250-64(a).

250-66. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado de un sistema de corriente alterna puesto a tierra o no puesto a tierra, no debe ser menor al dado en la Tabla 250-66, excepto como se permite en (a) hasta (c) siguientes.

NOTA: Ver 250-24(c) para el tamaño de un conductor del sistema de corriente alterna llevado al equipo de acometida.

Tabla 250-66.- Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor de entrada a la acometida o área equivalente para conductores en paralelo[a]				**Tamaño del conductor al electrodo de puesta a tierra**			
Cobre		**Aluminio**		**Cobre**		**Aluminio**[b]	
mm^2	**AWG o kcmil**	**mm**^{2}	**AWG o kcmil**	**mm**^{2}	**AWG o kcmil**	**mm**^{2}	**AWG o kcmil**
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	85.0	3/0	127	250

Cuando no hay conductores de acometida, el tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra se deberá determinar por el tamaño equivalente del conductor más grande de acometida requerido para la carga a alimentar.

[a] Esta tabla también aplica para los conductores derivados de sistemas derivados separados de corriente alterna.

[b] Ver 250-64(a) para restricciones de la instalación.

a) Conexiones a los electrodos de varilla, tubería o placa. Cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra está conectado a electrodos de varilla, tubería o placa, como se permite en 250-52(a)(5) o (a)(7), no se requerirá que esa porción del conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor de 13.3 mm^2 (6 AWG) si es alambre de cobre, o de 21.2 mm^2 (4 AWG) si es alambre de aluminio.

b) Conexiones a electrodos recubiertos de concreto. Cuando un conductor del electrodo de puesta a tierra esté conectado a un electrodo recubierto de concreto, como se permite en 250-52(a)(3), no se requerirá que esa porción de conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor de 21.2 mm^2 (4 AWG) de alambre de cobre.

c) Conexiones a anillos de puesta a tierra. Cuando un conductor de un electrodo de puesta a tierra está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se permite en 250-52(a)(4), no se requerirá que esa porción de conductor, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea mayor que el conductor utilizado para el anillo de puesta a tierra.

250-68. Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra y del puente de unión a los electrodos de puesta a tierra. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida, en cada edificio o estructura alimentada por un alimentador o circuito derivado o en un sistema derivado separado y el puente de unión asociado, se debe hacer como se especifica en (a) hasta (c) siguientes.

a) Accesibilidad. Todos los elementos mecánicos usados para terminar un conductor del electrodo de puesta a tierra o un puente de unión, a un electrodo de puesta a tierra, deben ser accesibles.

Excepción 1: No se exigirá que una conexión enterrada o revestida, a un electrodo de puesta a tierra enterrado, revestido en concreto o clavado con máquina, sea accesible.

Excepción 2: No se exigirá que sean accesibles las conexiones exotérmicas o de compresión irreversibles utilizadas en las terminaciones, junto con los medios mecánicos utilizados para fijar dichas terminaciones a la estructura metálica a prueba de incendio, sean o no reversibles los medios mecánicos.

b) Trayectoria efectiva de puesta a tierra. La conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra o de un puente de unión hasta un electrodo de puesta a tierra, se debe hacer de una manera que asegure una trayectoria efectiva de puesta a tierra. Cuando sea necesario asegurar la trayectoria de puesta a tierra de un sistema de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe instalar una unión alrededor de las juntas aisladas, y alrededor de cualquier equipo que tenga la posibilidad de ser desconectado para reparación o reemplazo. Los puentes de unión deben tener una longitud suficiente para permitir la remoción de dicho equipo y siempre mantener la integridad de la trayectoria de puesta a tierra.

c) Tubería metálica y acero estructural. Se permitirá que los conductores del electrodo de puesta a tierra y los puentes de unión se conecten en los siguientes lugares y se utilicen para extender la conexión a un electrodo(s):

(1) Se permitirá que la tubería interior metálica para agua ubicada a no más de 1.50 metros del punto de entrada del edificio, se utilice como un conductor para interconectar los electrodos que son parte del sistema de electrodos de puesta a tierra.

Excepción: En edificios o estructuras industriales, comerciales e institucionales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente personas calificadas darán servicio a la instalación, se permitirá que la tubería interior metálica para agua, localizada a más de 1.50 metros del punto de entrada al edificio, se utilice como conductor de unión para interconectar electrodos que son parte del sistema del electrodo de puesta a tierra, o como electrodo de puesta a tierra, siempre y cuando toda la tubería esté visible, excepto las secciones cortas que pasan perpendicularmente a través de paredes, pisos o plafones, de la tubería metálica interior para agua expuesta y que es utilizada para el conductor.

(2) El acero estructural de un edificio que está directamente conectado al electrodo de puesta a tierra como se especifica en 250-52(a)(2) o en (a), (b) o (c) siguientes, se permitirá como conductor de unión para interconectar los electrodos que son parte del sistema de electrodos de puesta a tierra o como un conductor del electrodo de puesta a tierra.

a. Por la conexión del acero estructural a las varillas de refuerzo de un electrodo recubierto en concreto como se indica en 250-52(a)(3), o al anillo de puesta a tierra como se indica en 250-52(a)(4).

b. Por la unión del acero estructural a uno o más electrodos de puesta a tierra, como se especifica en 250-52(a)(5) o (a)(7), que cumplan con 250-53(a)(2)

c. Por otros medios aprobados para establecer la conexión a tierra.

250-70. Métodos de conexión del conductor de puesta a tierra y de unión a los electrodos. Los conductores de puesta a tierra y de unión se deben conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica que esté identificada como conexión permanente, terminales de conexión aprobadas, conectores de presión aprobados, abrazaderas, terminales u otros medios aprobados. No se deben usar

conexiones que dependan de soldadura. Las abrazaderas de puesta a tierra deben ser aprobadas como compatibles con los materiales del electrodo de puesta a tierra y con el conductor del electrodo de puesta a tierra, y cuando se usan en electrodos de tubería, varilla u otros electrodos enterrados, también deben estar aprobadas para enterrarse directamente en el suelo o empotrarse en concreto. No se debe conectar más de un conductor al electrodo de puesta a tierra mediante una abrazadera o conector sencillo, a menos que éstos estén diseñados para múltiples conductores. Se debe usar uno de los siguientes métodos:

(1) Un conector para tubería, un tapón para tubería u otro dispositivo aprobado para atornillarse a la tubería o al conector de tubería.

(2) Una abrazadera atornillada, de bronce o latón fundido, o hierro común o maleable.

(3) Solamente para propósitos de telecomunicaciones en interiores, una abrazadera de puesta a tierra de lámina metálica tipo cinta, que tenga una base metálica rígida que se asiente en el electrodo, y cuya cinta es de un material y dimensiones tales, que no tienen probabilidad de estirarse durante o después de la instalación.

(4) Un medio aprobado equivalente.

D. Puesta a tierra de envolventes, canalizaciones y cables de acometida.

250-80. Canalizaciones y envolventes de acometida. Las envolventes y canalizaciones metálicas para los conductores y equipo de acometida se deben conectar al conductor puesto a tierra del sistema si el sistema eléctrico está puesto a tierra, o al conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas eléctricos que no están puestos a tierra.

Excepción: No se exigirá que un codo metálico usado en una instalación subterránea de tubo conduit no metálico pesado y que está aislado de posibles contactos por una cubierta de cuando menos 45 centímetros, esté conectado al conductor puesto a tierra del sistema o al conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-84. Cable o canalización de acometida subterránea.

a) Cable de acometida subterránea. No se exigirá que la cubierta o armadura de un sistema de cable de acometida subterránea con blindaje o armadura metálica continua que estén conectados al conductor puesto a tierra del sistema en el lado fuente de la alimentación, se conecten al conductor puesto a tierra del sistema en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o la armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

b) Canalización de acometida subterránea que contiene cable. No se exigirá que una canalización metálica de acometida subterránea que contiene un cable con forro o armadura metálica conectada al conductor puesto a tierra del sistema, esté conectada al conductor puesto a tierra del sistema en el edificio o estructura. Se permitirá que el forro o la armadura estén aislados de la canalización o tubería metálica interior.

250-86. Otras envolventes y canalizaciones para conductores. Excepto como se permite en 250-112(i), las envolventes y canalizaciones metálicas para otros conductores que no sean los de acometida, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 1: No se exigirá que las envolventes y canalizaciones metálicas para conductores adicionados a las instalaciones existentes de línea abierta y cable con revestimiento no metálico, estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando estas envolventes o métodos de alambrado cumplen con (1) a (4) siguientes:

(1) No proveen una tierra a equipos.

(2) Están en tramos de menos de 7.50 metros.

(3) Están libres de contacto probable con la puesta a tierra, metal puesto a tierra, una malla de metal u otro material conductivo.

(4) Están resguardadas para evitar el contacto de personas.

Excepción 2: No se exigirá que tramos cortos de envolventes o canalizaciones metálicas, usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cable contra daño físico, estén conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 3: No se exigirá que un codo metálico esté conectado al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando está instalado en una canalización no metálica y esté separado de posibles contactos con cualquier parte del codo por una cubierta de cuando menos 45 centímetros o cuando está recubierto en no menos de 5 centímetros de concreto.

E. Unión

250-90. Generalidades. Se debe proporcionar una unión cuando sea necesario, para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla a que pueda estar sometido.

250-92. Acometidas.

a) Unión de equipos de acometidas. Las partes metálicas que normalmente no son portadoras de corriente, del equipo indicado en (1) y (2) siguientes, se deben unir entre sí.

(1) Todas las canalizaciones de acometidas, charolas para cables, chasís para cablebus, canaletas auxiliares, o, el forro o armadura del cable de acometida, que contienen o soportan conductores de acometida, excepto como se permite en 250-80.

(2) Toda las envolventes que contienen conductores de acometida, incluidos accesorios de medidores, cajas o similares, insertados en la canalización o armadura de acometida.

b) Método de unión en la acometida. Los puentes de unión que reúnan los requerimientos de este Artículo se deberán utilizar alrededor de conexiones desiguales tales como, reducciones o aumentos y discos removibles concéntricos o excéntricos. Las reducciones o contratuercas no deberán ser los únicos medios de unión requeridos por esta sección, pero se permitirá que se instalen para hacer la conexión mecánica de las canalizaciones.

La continuidad eléctrica en el equipo, las canalizaciones y las envolventes de conductores de acometida se debe asegurar por uno de los siguientes métodos:

(1) Unión del equipo al conductor puesto a tierra de acometida, de la manera indicada en 250-8.

(2) Conexiones que utilizan coples roscados o conectores roscados en envolventes, si el apriete se hace con llave.

(3) Coples y conectores sin rosca, si se requiere un apriete para canalizaciones metálicas y cables con armadura metálica.

(4) Otros dispositivos, tales como contratuercas y monitores del tipo de unión o monitores con puentes de unión.

250-94. Unión con otros sistemas. Se debe proporcionar una terminación de unión entre sistemas para conectar los conductores de unión entre sistemas, exigidos para otros sistemas, en la parte exterior de las envolventes del equipo de acometida o envolvente del equipo de medición y en los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional. Esta terminación entre sistemas debe cumplir con lo siguiente:

(1) Ser accesible para inspección y conexión.

(2) Consistir de un juego de terminales con capacidad para conectar cuando menos tres conductores de unión entre sistemas.

(3) No debe interferir con la apertura de la envolvente del medio de desconexión de acometida del edificio o estructura y del equipo de medición.

(4) En el equipo de acometida, estar montado en forma segura y eléctricamente conectado a una envolvente del equipo de acometida, a la envolvente del medidor, o a la canalización metálica no flexible de acometida, o estar montada a una de estas envolventes y estar conectada a esa envolvente o al conductor del electrodo de puesta a tierra con un conductor de cobre de tamaño mínimo de 13.3 mm^2 (6 AWG).

(5) En los medios de desconexión de un edificio o estructura, se debe montar en forma segura y conectar eléctricamente a la envolvente metálica del medio de desconexión del edificio o estructura, o estar montada en los medios de desconexión y conectada a la envolvente metálica o al conductor de puesta a tierra con un conductor de cobre de tamaño mínimo de 13.3 mm^2 (6 AWG) de cobre.

(6) Las terminales deben estar aprobadas para puesta a tierra y unión de equipos.

Excepción: En edificios o estructuras existentes, cuando exista cualquiera de los conductores de unión y de electrodos de puesta a tierra entre sistemas que se exigen en 770-100(b)(2), 800-100(b)(2), 810-21(f)(2), 820-100(b)(2) y 830-100(b)(2), no se exige la instalación de la terminación de unión entre sistemas. Se permitirá un medio accesible externo a envolventes, para conectar los conductores del electrodo de puesta a tierra y de unión entre sistemas al equipo de acometida y a los medios de desconexión para cualquier edificio o estructura adicional, mediante cuando menos uno de los siguientes medios:

(1) Canalizaciones metálicas no flexibles expuestas.

(2) Conductor del electrodo de puesta a tierra expuesto.

(3) Un medio aprobado para la conexión externa de un conductor de cobre u otro conductor resistente a la corrosión, de unión o del electrodo de puesta a tierra, hasta la canalización o equipo puestos a tierra.

NOTA 1: Un conductor de cobre de tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) con un extremo unido a la canalización no flexible metálica o equipo puesto a tierra y con 15 centímetros o más en el otro extremo, accesible en la pared exterior, es un ejemplo de un medio aprobado en el inciso (3) de esta Excepción.

NOTA 2: Ver 770-100, 800-100, 810-21, 820-100 y 830-100 para los requerimientos de unión y de puesta a tierra entre sistemas para cables de fibra óptica conductivos, circuitos de comunicación, equipo de radio y televisión, circuitos de CATV y sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por la red, respectivamente.

250-96. Unión de otras envolventes.

a) Generalidades. Las canalizaciones metálicas, charolas para cables, armadura de cables, blindaje de cables, envolventes, bastidores, herrajes y otras partes metálicas no portadoras de corriente que están destinadas para uso como conductores de puesta a tierra de equipos, con o sin el uso de conductores de puesta a tierra de equipos suplementario, se deben unir cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir en forma segura cualquier corriente de falla que probablemente les sea impuesta. Cualquier pintura, esmalte o recubrimiento similar no conductor se debe remover de las roscas, puntos de contacto y superficies de contacto, o las conexiones se deben hacer por medio de herrajes diseñados para hacer que esta remoción sea innecesaria.

b) Circuitos de puesta a tierra aislados. Cuando estén instalados para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá que la envolvente del equipo alimentado por un circuito derivado esté aislada de la canalización que contiene los circuitos que alimentan únicamente ese equipo, mediante uno o más de los accesorios no metálicos para canalizaciones, localizados en el punto de fijación de la canalización a la envolvente del equipo. La canalización metálica debe cumplir con las disposiciones de este Artículo y se debe complementar mediante un conductor de puesta a tierra aislado interno del equipo, instalado de acuerdo con 250-146(d) para la puesta a tierra de la envolvente del equipo.

NOTA: El uso de un conductor de puesta a tierra aislado del equipo, no exime el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización.

250-97. Unión para más de 250 volts. Para circuitos de más de 250 volts a tierra, la continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas y de los cables con pantalla metálica que contienen algún conductor diferente de los de acometida, se debe asegurar mediante uno o más de los métodos especificados para acometidas en 250-92(b), excepto para(b)(1).

Excepción: En caso de que no haya discos removibles sobredimensionados, concéntricos o excéntricos, o cuando una caja o envolvente con discos removibles concéntricos o excéntricos para la sujeción de tubos estén aprobadas para proporcionar una unión confiable, se permitirán los siguientes métodos:

(1) Coples no roscados y conectores para cables con blindajes metálicos.

(2) Dos contratuercas en tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado, una adentro y otra afuera de las cajas y gabinetes.

(3) Accesorios con rebordes que se asientan firmemente contra la caja o gabinete, tales como conectores de tubería metálica eléctrica, conectores de tubo conduit metálico flexible y conectores de cable, con una contratuerca en la parte interior de cajas y gabinetes.

(4) Accesorios aprobados.

250-98. Unión de canalizaciones metálicas unidas holgadamente. Las juntas de expansión y secciones telescópicas de las canalizaciones metálicas se deben hacer eléctricamente continuas mediante puentes de unión del equipo u otros medios.

250-100. Unión en lugares peligrosos (clasificados). Independientemente de la tensión del sistema eléctrico, la continuidad eléctrica de las partes metálicas no portadoras de corriente, de equipos, canalizaciones y otras envolventes en lugares peligrosos (clasificados), tal como se definen en 500-5 se debe asegurar por alguno de los métodos de unión que se especifican en 250-92(b)(2) hasta (b)(4). Se debe usar uno o más de estos métodos de unión, estén instalados o no, conductores de puesta a tierra de equipos del tipo de alambre.

250-102. Conductores y puentes de unión.

a) Material. Los puentes de unión de equipos deben ser de cobre o de otro material resistente a la corrosión. Un puente de unión debe ser un alambre, una barra, un tornillo o un conductor similar adecuado.

b) Fijación. Los puentes de unión se deben fijar de la manera especificada en las disposiciones aplicables de 250-8 para circuitos y equipo y por 250-70 para electrodos de puesta a tierra.

c) Tamaño. Puentes de unión del lado del suministro.

1) Tamaño para conductores en el lado del suministro en una sola canalización o cable. El puente de unión del lado de alimentación no debe tener un tamaño menor a los indicados en la Tabla 250-66 para los conductores de electrodos de puesta a tierra. Cuando los conductores de fase de acometida son mayores de 557 mm^2 (1100 kcmil) de cobre, o 887 mm^2 (1750 kcmil) de aluminio, el puente de unión del lado de la alimentación debe tener un área no menor al 12.50 por ciento del área del grupo de conductores de fase de alimentación más grande.

2) Tamaño para instalaciones de conductores en paralelo. Cuando los conductores de acometida de fase están conectados en paralelo en dos o más canalizaciones o cables y un puente de unión individual del lado de la alimentación es utilizado para la unión de estas canalizaciones o cables, el tamaño del puente de unión individual del lado de la alimentación para cada canalización o cable debe ser seleccionado de acuerdo a la tabla 250-66 basado en el tamaño de los conductores de fase de acometida en cada canalización o cable. El tamaño de un puente de unión del lado de la alimentación que es instalado para la unión de dos o más canalizaciones o cables, debe estar de acuerdo a 250-102(c)(1).

3) Materiales diferentes. Cuando los conductores de alimentación de fase y el puente de unión del lado de la alimentación son de materiales diferentes (cobre o aluminio), el tamaño mínimo del puente de unión del lado de la alimentación se debe calcular suponiendo el uso de conductores de fase del mismo material que el puente de unión del lado de la alimentación y con una ampacidad equivalente a la de los conductores de alimentación de fase instalados.

d) Tamaño – Puente de unión del equipo en el lado carga de un dispositivo contra sobrecorriente. El tamaño del puente de unión del equipo en el lado carga de los dispositivos de sobrecorriente debe estar de acuerdo con 250-122.

Se permitirá que un solo puente de unión de equipos, conecte dos o más canalizaciones o cables, si el puente de unión está dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, para el mayor dispositivo de sobrecorriente que alimenta esos circuitos.

e) Instalación. Se permitirá que los conductores o puentes de unión y los puentes de unión del equipo se instalen dentro o fuera de la canalización o envolvente.

1) Dentro de la canalización o envolvente. Si está instalado dentro de una canalización, el puente de unión del equipo y puentes de unión o conductores deben cumplir con los requisitos de 250-119 y 250-148.

2) Fuera de la canalización o envolvente. Si está instalado en el exterior, la longitud del puente de unión o del puente de unión de conductor o equipo, no debe ser mayor a 1.80 metros y debe ir junto a la canalización o envolvente.

Excepción: Se permitirá un puente de unión de equipos o un puente de unión del lado de alimentación con longitud mayor a 1.80 metros cuando está ubicado el poste afuera, con el propósito de unión o puesta a tierra de secciones aisladas de canalizaciones o codos metálicos instalados en tramos verticales expuestos de tubo conduit metálico u otra canalización metálica y para los electrodos de puesta a tierra y, además, no se requiere que vayan junto con la canalización o envolvente.

3) Protección. Los conductores o puentes de unión y los puentes de unión del equipo y de conductores deben instalarse de acuerdo con 250-64(a) y (b).

250-104. Unión de sistemas de tubería y acero estructural expuesto.

a) Tubería metálica para agua. Un sistema de tubería metálica para agua se debe unir como se exige en (1), (2) o (3) siguientes. Los puentes de unión se deben instalar de acuerdo con 250-64(a), (b), y (e). Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles.

1) General. Sistemas de tubería metálica para agua instalados o fijados dentro de un edificio o estructura se deben unir a la envolvente del equipo de acometida, al conductor puesto a tierra de la acometida, o al conductor del electrodo de puesta a tierra si es de tamaño suficiente, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. Los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-66, excepto como se permite en (2) y (3) siguientes.

2) Edificios de ocupaciones múltiples. Edificios de varios lugares con distintos usos. En edificios de varios lugares con distintos usos, en donde el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua instalado(s) en, o fijado(s) al edificio o estructura destinada a las ocupaciones individuales está aislado metálicamente de todos

los otros lugares mediante el uso de tubería no metálica para agua, se permitirá que el(los) sistema(s) de tubería metálica para agua de cada lugar esté unida a la terminal de puesta a tierra de equipos de la envolvente del tablero de alumbrado y control o del tablero de distribución (diferente del equipo de acometida) que alimenta ese lugar. El puente de unión se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122, basado en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta el lugar.

3) Varios edificios o estructuras alimentadas por alimentadores o circuitos derivados. Los sistemas de tubería metálica para agua instalados en, o fijados al edificio o estructura se deben unir a la envolvente de los medios de desconexión del edificio o estructura cuando está localizada en el edificio o estructura, o al conductor de puesta a tierra de equipos que va junto con los conductores de alimentación, o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. Los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con 250-66, basado en el tamaño de los conductores del alimentador o del circuito derivado que alimentan el edificio. No se exigirá que el puente de unión sea de mayor tamaño que el conductor de fase de mayor tamaño del alimentador o del circuito derivado que alimenta al edificio.

b) Otra tubería metálica. Si está instalada en, o fijada a, un edificio o estructura, un sistema de tubería metálica, incluyendo tubería para gas, que puedan llegar a energizarse, se deben unir a la envolvente del equipo de acometida; al conductor puesto a tierra de la acometida; al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de tamaño suficiente; o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados. Los conductores de unión o los puentes de unión se deben dimensionar de acuerdo con 250-122, usando la capacidad nominal del circuito que pudiera llegar a energizar los sistemas de tubería. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que puede energizar la tubería, sirva como el medio de unión. Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles.

NOTA 1: La unión de todas las tuberías y conductos metálicos de aire dentro de los inmuebles proporcionará seguridad adicional.

c) Metal estructural. El metal estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura metálica del edificio y no está unido o puesto a tierra intencionalmente y que pudiera llegar a estar energizado, se debe unir a la envolvente del equipo de acometida; al conductor puesto a tierra en la acometida; a la envolvente de los medios de desconexión de edificios o estructuras alimentadas por un alimentador o circuito derivado; al conductor del electrodo de puesta a tierra, si es de tamaño suficiente; o a uno o más de los electrodos de puesta a tierra usados.

Los tamaños de los puentes de unión se deben seleccionar de acuerdo con la Tabla 250-66 e instalarse de acuerdo con 250-64(a), (b) y (e). Los puntos de fijación de los puentes de unión deben ser accesibles, a menos que se instalen de acuerdo a 250-68(a), Excepción 2.

d) Sistemas derivados separados. Los sistemas de tubería metálica para agua y el acero estructural interconectado para formar la estructura metálica del edificio, se deben unir a sistemas derivados separados, según (1) hasta (3) siguientes.

1) Sistemas de tubería metálica para agua. Los conductores puestos a tierra de cada sistema derivado separado se deben unir al punto disponible más cercano de los sistemas de tubería metálica para agua en el área alimentada por cada sistema derivado separado. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250-66 con base en el conductor de fase de mayor tamaño del sistema derivado separado.

Excepción 1: No se exigirá un puente de unión separado al sistema de tubería metálica para agua cuando dicho sistema se utilice como electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado y el sistema de tubería para agua esté en el área alimentada.

Excepción 2: No se exigirá un puente de unión separado de la tubería para agua cuando la estructura metálica de un edificio o una estructura se utilicen como electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separado y esté unido a la tubería metálica para agua en el área alimentada por el sistema derivado separado.

2) Metal estructural. Cuando exista metal estructural expuesto que esté interconectado para formar la estructura del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separado se debe unir al conductor puesto a tierra de cada sistema derivado separado. Esta conexión se debe hacer en el mismo punto del sistema derivado separado donde se conecta el conductor del electrodo de puesta a tierra. Cada puente de unión se debe dimensionar según la Tabla 250-66, con base en el conductor de fase de mayor tamaño del sistema derivado separado.

Excepción 1: No se exigirá un puente separado de unión al acero estructural del edificio, cuando la estructura metálica de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para el sistema derivado separado.

Excepción 2: No se exigirá un puente de unión separado al metal estructural del edificio, cuando la tubería para agua de un edificio o estructura se utilice como el electrodo de puesta a tierra para un sistema derivado separado, y esté unido al acero estructural del edificio en el área alimentada por el sistema derivado separado.

3) Conductor común del electrodo de puesta a tierra. Cuando se instala un conductor común del electrodo de puesta a tierra para varios sistemas derivados separados, tal como se permite en 250-30(a)(6), y cuando existe acero estructural expuesto que está interconectado para formar la estructura del edificio o hay tubería metálica interior en el área alimentada por el sistema derivado separado, la tubería metálica y el elemento metálico estructural se deben unir al conductor común del electrodo de puesta a tierra, en el área alimentada por el sistema derivado separado.

Excepción: No se exigirá un puente de unión separado desde cada sistema derivado hasta la tubería metálica para agua y a los elementos metálicos estructurales, cuando la tubería metálica y los elementos metálicos estructurales en el área alimentada por el sistema derivado separado estén unidos al conductor común del electrodo de puesta a tierra.

250-106. Sistemas de protección contra descargas atmosféricas. Los electrodos de puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas se deben unir al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura.

NOTA 1: Ver 250-60 para el uso de las varillas de pararrayos

NOTA 2: Las canalizaciones metálicas, envolventes, carcasas y otras partes metálicas no portadoras de corriente del equipo eléctrico instalado en un edificio equipado con un sistema de protección contra descargas atmosféricas, pueden requerir unión o separación de los conductores de protección contra descargas atmosféricas.

F. Puesta a tierra de equipo y conductores de puesta a tierra de equipo

250-110. Equipo sujetado en su lugar o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos). Las partes metálicas expuestas, normalmente no portadoras de corriente de equipos fijos alimentados por o conductores alojados en una envolvente o componentes que tienen probabilidad de ser energizadas, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Si están dentro de una distancia de 2.50 metros verticalmente o 1.50 metros horizontalmente de objetos metálicos puestos a tierra o de puesta a tierra y que las personas puedan hacer contacto con ellos.

(2) Si están localizados en un lugar húmedo o mojado y no están aislados.

(3) Si están en contacto eléctrico con metales.

(4) Si están en un lugar peligroso (clasificado), como se indica en los Artículos 500 a 517.

(5) Si son alimentados por un método de alambrado que provee un conductor de puesta a tierra al equipo, excepto como se permite en 250-86, Excepción 2, para secciones cortas de envolventes metálicas.

(6) Si el equipo opera con cualquier terminal a más de 150 volts a tierra.

Excepción 1: Si están aprobados, las carcasas metálicas de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su carcasa permanente y eficazmente aislada de tierra, no se requerirá la puesta a tierra del aparato.

Excepción 2: Los equipos de distribución, tales como tanques de transformadores y capacitores, montados en postes de madera a una altura superior a 2.50 metros sobre el nivel del suelo o de la tierra, no se requerirá que sean puestos a tierra.

Excepción 3: No se exigirá que el equipo protegido por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, se conecte al conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando se emplee este sistema, el equipo se debe marcar en forma notoria.

250-112. Equipo específico sujetado en su lugar o conectado por métodos de alambrado permanentes (fijos). Excepto como se permite en los incisos (f) e (i), las partes metálicas normalmente no portadoras de corriente expuestas de los equipos descritos en (a) hasta (k), y las partes metálicas normalmente no portadoras de corriente de los equipos y envolventes descritos en (l) y (m) se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, independientemente de la tensión.

a) Gabinetes de tableros de distribución y estructuras. Los gabinetes de tableros de distribución y estructuras que soportan equipo de desconexión, excepto los gabinetes de tableros de distribución de corriente continua de 2 hilos, si están eficazmente aislados de la tierra.

b) Organos de tubos. Los bastidores del generador y del motor en un órgano de tubos, operado eléctricamente, a menos que esté aislado eficazmente de tierra y del motor que lo acciona.

c) Carcasas de motor. Carcasas de motor, como se establece en 430-242.

d) Envolventes de controladores de motores. Envolventes de controladores de motores, a menos que estén fijados a un equipo portátil no puesto a tierra.

e) Ascensores y grúas. Equipo eléctrico para ascensores y grúas.

f) Garajes, teatros y estudios de cine. Equipo eléctrico en talleres y estacionamientos comerciales, teatros y estudios de cine, excepto portalámparas colgantes alimentadas por circuitos de no más de 150 volts a tierra.

g) Anuncios eléctricos. Anuncios eléctricos, iluminación de contorno y equipo asociado, como se establece en 600-7.

h) Equipo para proyección de películas de cine. Equipo de proyección de cine.

i) Circuitos de control remoto, de señalización y de alarmas contra incendios. El equipo alimentado por circuitos Clase 1 debe ser puesto a tierra, a menos que funcione a menos de 50 volts. El equipo alimentado por circuitos de potencia limitada Clase 1, por circuitos de control remoto y señalización Clase 2 y Clase 3, y por circuitos de alarmas contra incendios, deben ser puestos a tierra si en la Parte B o H de este Artículo se exige la puesta a tierra del sistema.

j) Luminarias. Luminarias como se establece en la Parte E del Artículo 410.

k) Equipo montados en patines. El equipo eléctrico y los patines instalados en forma permanente, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, dimensionado como se exige en 250-122.

l) Bombas de agua operadas a motor. Bombas de agua operadas a motor, incluidas las de tipo sumergible.

m) Ademe metálico de pozos. Cuando una bomba sumergible se usa con ademe metálico, este ademe del pozo se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito de la bomba.

250-114. Equipo conectado con cordón y clavija. En cualquiera de las condiciones siguientes descritas en (1) a (4), las partes metálicas expuestas normalmente no portadoras de corriente de equipos conectados con cordón y clavija, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: No se exigirá que las herramientas, aparatos y equipos aprobados, incluidos en (2) hasta (4) estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos, si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento se debe marcar claramente.

(1) En lugares peligrosos (clasificados) (ver los Artículos 500 a 517).

(2) Si operan a más de 150 volts a tierra.

Excepción 1: Si los motores están resguardados, no se exigirá que estén conectados al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Si están aprobados, los chasises metálicos de aparatos calentados eléctricamente, que tienen su chasís permanente y eficazmente aislado de tierra, no se requerirá que se conecte al conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) En aplicaciones residenciales.

a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.

b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos, estufas eléctricas, trituradoras de desperdicios para cocinas; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.

c. Herramientas manuales operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales ligeras operadas a motor.

d. Aparatos operados a motor de los siguientes tipos: tijeras podadoras, cortadoras de césped, sopladoras de nieve y lavadoras de pisos.

e. Lámparas portátiles de mano.

(4) Otras aplicaciones distintas de las residenciales

a. Refrigeradores, congeladores y equipos de aire acondicionado.

b. Máquinas lavadoras y secadoras de ropa, máquinas lavaplatos; equipos de tecnología de información; bombas de sumideros y equipo eléctrico para acuarios.

c. Herramientas manuales portátiles operadas a motor, herramientas estacionarias y fijas operadas a motor, y herramientas industriales ligeras operadas a motor.

d. Aparatos operados a motor de los siguientes tipos: podadoras eléctricas, cortadoras césped, sopladoras de nieve y purificadores de aire.

e. Lámparas portátiles de mano

f. Aparatos conectados con cordón y clavija, usados en lugares húmedos o mojados, o por personas que se encuentran sobre el suelo o en pisos metálicos, o que trabajan dentro de tanques o calderas metálicas.

g. Herramientas que es probable se usen en lugares mojados o lugares conductivos.

Excepción: No se exigirá que las herramientas y lámparas portátiles de mano que se usen en lugares mojados o en lugares conductivos estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos, si se alimentan a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de no más de 50 volts.

250-116. Equipo no eléctrico. Las partes metálicas de equipo no eléctrico descrito en esta sección, deben estar conectados al conductor de puesta a tierra de equipos:

(1) Las estructuras y carriles de grúas y montacargas operados eléctricamente.

(2) Las estructuras de las cabinas de ascensores no accionados eléctricamente, a las cuales están sujetos conductores eléctricos.

(3) Cables metálicos de desplazamiento operados manualmente, o cables de ascensores eléctricos.

NOTA: Cuando una extensión considerable de metal en edificios o sobre ellos pueda llegar a ser energizada y esté expuesta a contacto personal, la unión y la puesta a tierra adecuadas brindarán seguridad adicional.

250-118. Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos, llevado junto con los conductores del circuito o que los encierra, debe ser uno o más o una combinación de los siguientes:

(1) Un conductor de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre. Este conductor debe ser sólido o cableado; aislado, cubierto o desnudo; en forma de un alambre o una barra de cualquier forma.

(2) Tubo conduit metálico pesado Tipo RMC.

(3) Tubo conduit metálico semipesado Tipo IMC.

(4) Tubo conduit metálico ligero Tipo EMT.

(5) Tubo conduit metálico flexible Tipo FMC, que cumpla todas las siguientes condiciones.

a. El tubo conduit termina en accesorios aprobados.

b. Los conductores del circuito alojados en el tubo conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente con valor de 20 amperes o menos.

c. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de falla a tierra, no sea mayor a 1.80 metros.

d. Si se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para proporcionar flexibilidad para un equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

(6) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFMC, cumpliendo todas las siguientes condiciones:

a. El tubo conduit termina en accesorios aprobados.

b. Para designaciones métricas de 12 hasta 16 (tamaños comerciales de ⅜ a ½ pulgada), los conductores del circuito contenidos en el tubo conduit están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 amperes o menos.

c. Para designaciones métricas de 21 hasta 35 (tamaños comerciales de ¾ a 1¼ pulgada) los conductores del circuito contenidos en el tubo conduit están protegidos por dispositivos de sobrecorriente de no más de 60 amperes, y no hay tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible ni tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos en designaciones métricas de 12 hasta 16 (tamaños comerciales de ⅜ a ½ pulgada) en la trayectoria de la falla a tierra.

d. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de la corriente de falla no es mayor a 1.80 metros.

e. Si se utiliza para conectar equipos en donde se requiere flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para proporcionar flexibilidad para un equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

(7) Tubo conduit metálico flexible ligero Tipo FMT, que termina en accesorios aprobados y que cumple todas las siguientes condiciones:

a. Los conductores del circuito contenidos en la tubería están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de 20 amperes o menos.

b. La longitud combinada de tubo conduit metálico flexible, tubería metálica flexible y tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, en la misma trayectoria de la corriente de falla a tierra, no es mayor a 1.80 metros.

(8) La armadura del cable tipo AC, como se establece en 320-108.

(9) La cinta de cobre de cable con aislamiento mineral y forro metálico Tipo MI.

(10) Cable con blindaje metálico Tipo MC que brinda una trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra de acuerdo con uno o más de lo siguiente:

a. Contiene un conductor de puesta a tierra aislado o no aislado en cumplimiento con 250-118(1).

b. La combinación de la cubierta metálica y el conductor no aislado de unión/puesta a tierra de equipos del cable tipo MC de cinta metálica entrelazada que está identificado como un conductor de puesta a tierra de equipos.

c. La cubierta metálica o la combinación de la cubierta metálica y los conductores de puesta a tierra del cable tipo MC de tubo liso o corrugado, que está aprobada como un conductor de puesta a tierra.

(11) Charola portacables, como se permite en 392-10 y 392-60.

(12) El armazón de ensambles de cables aislados, como se permite en 370-3.

(13) Otras canalizaciones metálicas aprobadas, eléctricamente continuas y canales auxiliares aprobados.

(14) Canalizaciones metálicas superficiales adecuadas aprobadas para puesta a tierra.

NOTA: Ver 250-2 para la definición de la trayectoria efectiva de la corriente de falla a tierra.

250-119. Identificación de conductores de puesta a tierra de equipos. A menos que se exija algo diferente en esta NOM, se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra de equipos, cubiertos o aislados individualmente deben tener un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas, excepto como se permite en esa sección. Los conductores con aislamiento o cubierta individual verde, verde con una o más franjas amarillas, o identificados como se permite en esta sección no se deben usar como conductores de circuito puestos a tierra o no puestos a tierra.

Excepción: Los cables de circuitos de potencia limitada Clase 2 o Clase 3, o cables de potencia limitada para alarma de incendio o cables de comunicación conteniendo solamente circuitos que funcionan a menos de 50 volts, conectados a equipos, que no requieren ser puestos a tierra de acuerdo con 250-112(i), se permitirá que usen un conductor con aislamiento verde o verde con una o más franjas amarillas para otros propósitos diferentes de la puesta a tierra de equipos.

a) Conductores de tamaño mayor que 13.3 mm^2 (6 AWG). Los conductores de puesta a tierra del equipo de tamaño mayor que 13.3 mm^2 (6 AWG) deben cumplir con lo indicado en (1) y (2) siguientes:

(1) Se permitirá que un conductor con aislamiento o cubierto, de tamaño mayor de 13.3 mm^2 (6 AWG), que se identifique en forma permanente en el momento de la instalación, como un conductor de puesta a tierra de equipos, en cada extremo y en todo lugar en donde el conductor sea accesible.

Excepción: No se exigirá que los conductores de tamaño mayor que 13.3 mm^2 (6 AWG) estén marcados dentro de todas las cajas de paso que no contienen empalmes ni bujes de conexión no utilizados.

(2) La identificación debe rodear al conductor y se debe realizar mediante uno de los siguientes métodos:

a. Remover el aislamiento o recubrimiento de toda la longitud expuesta.

b. Pintar de color verde el aislamiento o recubrimiento, en la terminación.

c. Marcar el aislamiento o recubrimiento con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde, en la terminación.

b) Cable multiconductor. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado atiende la instalación, se permitirá que en el momento de la instalación, uno o más conductores aislados en un cable multiconductor se identifiquen permanentemente como conductores de puesta a tierra de equipos, en cada extremo, y en cada lugar en donde los conductores sean accesibles, mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Quitar el aislamiento de toda la longitud expuesta.

(2) Pintar de verde el aislamiento expuesto.

(3) Marcar el aislamiento expuesto con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde.

c) Cordón flexible. Se permitirá un conductor de puesta a tierra de equipos no aislado, pero, si está recubierto individualmente, el recubrimiento debe tener un acabado exterior continuo verde, o verde con una o más franjas amarillas.

250-120. Instalación del conductor de puesta a tierra de equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar de acuerdo con (a), (b) y (c).

a) Canalizaciones, charolas para cables, cable armado, canalizaciones prealambradas o cubiertas de cable. Cuando el conductor de puesta a tierra consiste de una canalización, charola para cables, cable armado, armazón de ensamble de cables o cubierta de cable, o cuando sea un alambre dentro de una canalización o cable, se debe instalar de acuerdo con las disposiciones aplicables en esta NOM, usando los accesorios para las uniones y terminaciones aprobados para su uso con el tipo de canalización o cable utilizado. Todas las conexiones, uniones y accesorios deben quedar apretadas, mediante el uso de las herramientas adecuadas.

b) Conductores de aluminio y aluminio recubierto de cobre. Se permitirán los conductores de puesta a tierra de equipos, de aluminio y de aluminio recubierto de cobre desnudo o aislado. Los conductores desnudos no deben estar en contacto directo con la mampostería o la tierra ni estar expuestos a condiciones corrosivas. Los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no deben terminarse a 45 centímetros de la tierra o menos.

c) Conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm^2 (6 AWG). Cuando no están tendidos con los conductores del circuito como se permite en 250-130(c) y 250-134(b) Excepción 2, los conductores de puesta a tierra de equipos de tamaño menor que 13.3 mm^2 (6 AWG) se deben proteger contra daño físico mediante una canalización identificada o cable armado, a menos que se instale en los espacios huecos de los miembros del bastidor de edificios o estructuras y en donde no están expuestos a daño físico.

250-121. Uso de los conductores de puesta a tierra de equipos. Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe utilizar como conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-122. Tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos

a) General. Los conductores de puesta a tierra de equipos, de cobre, aluminio, o aluminio recubierto de cobre, del tipo alambre, no deben ser de tamaño menor a los mostrados en la Tabla 250-122, pero en ningún caso se exigirá que sean mayores que los conductores de los circuitos que alimentan el equipo. Cuando se usa una charola para cables, canalización, blindaje o cable armado como conductor de puesta a tierra de equipos, como se establece en 250-118 y 250-134(a), se debe cumplir con 250-4(a)(5) o (b)(4).

Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos sean seccionados dentro de un cable multiconductor, siempre y cuando el área combinada en mm^2 o kcmil cumpla con la Tabla 250-122.

b) Incremento en el tamaño. Cuando se incrementa el tamaño de los conductores de fase, se debe incrementar el tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos, si hay instalados, proporcionalmente al área en mm^2 o kcmil de los conductores de fase.

c) Circuitos múltiples. Cuando un sólo conductor de puesta a tierra de equipos se instala con circuitos múltiples en la misma canalización, cable o charola para cables, se debe dimensionar para los conductores protegidos con el mayor dispositivo contra sobrecorriente en la canalización, cable o charola para cables. Los conductores de puesta a tierra de equipos, instalados en charola para cables deben cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c).

d) Circuitos de motores. Los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de motores se deben dimensionar según (1) o (2) siguientes.

1) General. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a), con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.

2) Interruptor automático de disparo instantáneo y protector contra cortocircuito del motor. Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente es un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector contra cortocircuito del motor, el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a) usando el valor nominal máximo permitido del fusible de doble elemento con retardo de tiempo, seleccionado para la protección del circuito derivado contra falla a tierra y cortocircuito, de acuerdo con 430-52(c)(1), Excepción 1.

e) Cordón flexible y alambre de luminarias. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con el mayor conductor del circuito de tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) o menor, y el conductor de puesta a tierra de equipos usado con alambres para artefactos de alumbrado de cualquier tamaño de acuerdo con 240-5, no debe ser menor al tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG) de cobre y no menor a los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con un conductor del circuito mayor al tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122.

f) Conductores en paralelo. Cuando los conductores están instalados en paralelo en canalizaciones múltiples o cables, como se permite en 310-10(h), los conductores de puesta a tierra de equipos, si se usan, se deben instalar en paralelo en cada canalización o cable. Cuando los conductores están instalados en paralelo en la misma canalización, cable o charola para cables, como se permite en 310-10(h), se permite un solo conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra instalados en charola para cables deben cumplir con los requerimientos mínimos de 392-10(b)(1)(c).

El tamaño de cada conductor de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con 250-122.

g) Derivaciones del alimentador. Los conductores de puesta a tierra de equipos instalados junto con derivaciones del alimentador no deben ser menores que los indicados en la Tabla 250-122, basados en el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente del alimentador, pero no se exigirá que sean mayores que los conductores de la derivación.

Tabla 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm^2	AWG o kcmil	mm^2	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350

2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos podría ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.
*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

250-124. Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

a) Conexiones separables. Conexiones separables, como las que se usan en equipos removibles o clavijas de conexión, coples y contactos, deberán proporcionar que, se conecte primero y se desconecte al último el conductor de puesta a tierra de equipos. No se exigirá "conectar primero y desconectar al último" cuando el equipo enclavado, clavijas, contactos y conectores impidan la energización sin la continuidad de la puesta a tierra.

b) Desconectadores. Ningún cortacircuito automático o desconectador se debe colocar en el conductor de puesta a tierra de equipos de un sistema de alambrado de inmueble, a menos que la apertura del cortacircuito o desconectador desconecte todas las fuentes de alimentación.

250-126. Identificación de las terminales de alambrado de dispositivos. La terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos se debe identificar mediante uno de los siguientes medios:

(1) Una terminal de tornillo con cabeza de color verde, no fácilmente removible.

(2) Un terminal de tuerca de color verde, no fácilmente removible.

NOTA Figura 250-126 Un ejemplo de un símbolo utilizado para identificar el Punto de Terminación de la Puesta a Tierra para un Conductor de Puesta a Tierra.

G. Métodos de puesta a tierra de equipos

250-130. Conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos. Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos en la fuente de sistemas derivados separados se deben hacer de acuerdo con 250-30(a)(1). Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida se deben hacer como se indica en los incisos (a) o (b). Para el reemplazo de contactos del tipo sin terminal de puesta a tierra, con contactos del tipo con terminal de puesta a tierra, y para extensiones de circuitos derivados solamente en las instalaciones existentes que no tienen conductor de puesta a tierra de equipos en el circuito derivado, se permitirán conexiones tal como se indica en el inciso (c).

a) Para sistemas puestos a tierra. La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra de acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) Para sistemas no puestos a tierra. La conexión se debe hacer mediante la unión del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor del electrodo de puesta a tierra.

c) Reemplazo de contactos sin puesta a tierra o extensiones de circuitos derivados. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, de un contacto del tipo con terminal de puesta a tierra o de una extensión de un circuito derivado, esté conectado a cualquiera de los siguientes:

(1) Cualquier punto accesible en el sistema de electrodos de puesta a tierra, como se describe en 250-50.

(2) Cualquier punto accesible en el conductor del electrodo de puesta a tierra.

(3) La barra terminal de puesta a tierra de equipos, dentro de la envolvente en donde se origina el circuito derivado para el contacto o el circuito derivado.

(4) Para sistemas puestos a tierra, el conductor puesto a tierra de acometida dentro de la envolvente del equipo de acometida.

(5) Para sistemas no puestos a tierra, la barra terminal de puesta a tierra dentro de la envolvente del equipo de acometida.

NOTA: Ver 406-4(d) para el uso de contactos del tipo interruptor de protección del circuito por falla a tierra.

250-132. Secciones cortas de canalización. Cuando se requiere que sean puestas a tierra secciones separadas de canalización metálica o cable armado, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-134.

250-134. Equipo sujetado en su lugar o conectado usando métodos de alambrado permanente (fijo) – Puesta a tierra. A menos que estén puestos a tierra por la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, como se permite en 250-32, 250-140 y 250-142, las partes metálicas de equipos, canalizaciones y otras envolventes, no portadoras de corriente, si son puestos a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos mediante uno de los métodos que se indican en (a) o (b).

a) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Mediante conexión con cualquiera de los conductores de puesta a tierra de equipos permitidos en 250-118.

b) Con conductores de circuito. Mediante conexión con un conductor de puesta a tierra de equipos, contenido dentro de la misma canalización, cable, o que de otra forma se lleve junto con los conductores del circuito.

Excepción 1: Como se establece en 250-130(c), se permitirá llevar el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.

Excepción 2: Para circuitos de corriente continua, se permitirá que se lleve el conductor de puesta a tierra de equipos separado de los conductores del circuito.

NOTA 1: Ver 250-102 y 250-168 con relación a los requisitos del puente de unión del equipo.

NOTA 2: Ver 400-7 con relación al uso de cordones para equipo fijo.

250-136. Equipos considerados puestos a tierra. Bajo las condiciones especificadas en (a) y (b), las partes metálicas del equipo que normalmente no transportan corriente se deben considerar puestas a tierra.

a) Equipo sujetado a soportes metálicos puestos a tierra. Equipo eléctrico sujetado a, y en contacto eléctrico con, un bastidor o estructura metálica provista para su soporte y conectada a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los medios indicados en 250-134. Para equipos de corriente alterna, no se debe usar la estructura metálica de un edificio como el conductor de puesta a tierra de equipos requerido.

b) Estructura de carros metálicos. La estructura de cabinas metálicas, sostenidas e izadas por cables metálicos, asegurados a o corriendo sobre, poleas o cilindros metálicos de las máquinas de los elevadores que están conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los métodos indicados en 250-134.

250-138. Equipo conectado con cordón y clavija. Las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo conectado con cordón y clavija, si son puestos a tierra, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos por uno de los métodos indicados en (a) o (b).

a) Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos. Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos llevado junto con los conductores de alimentación de energía en un ensamble de cables o cordón flexible, terminado apropiadamente en una clavija de conexión con terminal de puesta a tierra, con un contacto fijo de puesta a tierra.

Excepción: Se permitirá que la terminal del contacto de puesta a tierra de los interruptores de circuito por falla a tierra de tipo enchufable, sea de tipo movible y de restablecimiento automático, en circuitos que operan a no más de 150 volts entre dos conductores cualesquiera, o a más de 150 volts entre cualquier conductor y tierra.

b) Por medio de un alambre flexible separado o un conductor plano flexible separado. Por medio de un alambre flexible separado o un conductor plano flexible separado, aislado o desnudo, conectado a un conductor de puesta a tierra de equipos y protegido tanto como sea práctico contra daños físicos, cuando es parte del equipo.

250-140. Bastidores de estufas y de secadoras de ropa. Los bastidores de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos aparatos, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de la manera especificada en 250-134 o 250-138.

Excepción: Unicamente para instalaciones de circuitos derivados existentes, cuando no esté presente un conductor de puesta a tierra de equipos en las cajas de salida o de empalmes, se permitirá que los bastidores de estufas eléctricas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalmes, que son parte del circuito de estos aparatos, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito, si cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) El circuito de alimentación es de 120/240 volts, 1 fase, 3 hilos; o 220Y/127 volts, derivado de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella.

(2) El tamaño del conductor puesto a tierra no es menor de 5.26 mm^2 (10 AWG) de cobre, o de 8.37 mm^2 (8 AWG) de aluminio.

(3) El conductor puesto a tierra está aislado, o el conductor puesto a tierra no está aislado y es parte del cable tipo SE de la acometida, y el circuito derivado se origina en el equipo de acometida.

(4) Las conexiones de puesta a tierra de los contactos, suministrados como parte del equipo, están unidas al equipo.

250-142. Uso del conductor puesto a tierra del circuito para puesta a tierra de equipos.

a) Equipo del lado fuente. Se permitirá que un conductor puesto a tierra del circuito sirva para conectar a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de equipos, canalizaciones y otras envolventes, en cualquiera de los siguientes lugares:

(1) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión de acometida de corriente alterna

(2) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión principal para edificios separados, como se establece en 250-32(b).

(3) En el lado fuente o dentro de la envolvente del medio de desconexión principal o de los dispositivos contra sobrecorriente de un sistema derivado separado, cuando se permita en 250-30(a) (1).

b) Equipo del lado carga. Excepto como se permite en 250-30(a)(1) y 250-32(b) Excepción, un conductor puesto a tierra del circuito no se debe usar para poner a tierra partes metálicas de equipo no portadoras de corriente, en el lado carga del medio de desconexión de acometida, o en el lado carga del medio de desconexión de un sistema derivado separado o de los dispositivos contra sobrecorriente para un sistema derivado separado que no tenga un medio de desconexión principal.

Excepción 1: Se permitirá que los bastidores de estufas, hornos montados en la pared, unidades de cocción sobre la cubierta y secadoras de ropa, bajo las condiciones permitidas en 250-140 para las instalaciones existentes, se conecten al conductor puesto a tierra del circuito.

Excepción 2: Se permitirá que sea puesto a tierra la envolvente de medidores mediante la conexión al conductor puesto a tierra del circuito, en el lado carga del desconectador de acometida, si se cumplen con todas las siguientes condiciones:

(1) No se instala protección contra fallas a tierra en la acometida.

(2) Todas las envolventes de medidores están junto al medio de desconexión de acometida.

(3) El tamaño del conductor puesto a tierra del circuito no es menor al especificado en la Tabla 250-122 para los conductores de puesta a tierra de equipos.

Excepción 3: Se permitirá que los sistemas de corriente continua estén puestos a tierra en el lado carga del medio de desconexión o del dispositivo de protección contra sobrecorriente, según 250-164.

Excepción 4: Las calderas tipo de electrodo que funcionan a más de 600 volts deben ser puestas a tierra según se exige en 490-72(e)(1) y 490-74.

250-144. Conexiones de circuitos múltiples. Cuando el equipo está puesto a tierra y es alimentado por conexiones separadas de más de un circuito o por un sistema de alambrado puesto a tierra del inmueble, se debe proporcionar una terminación del conductor de puesta a tierra de equipos para cada una de estas conexiones, como se especifica en 250-134 y 250-138.

250-146. Conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto a la caja. Se debe usar un puente de unión para conectar la terminal de puesta a tierra de un contacto, del tipo con terminal de puesta a tierra, a una caja puesta a tierra, a menos que esté puesto a tierra como se especifica en los incisos (a) hasta (d) siguientes. El puente de unión debe estar dimensionado según la Tabla 250-122, con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege a los conductores del circuito.

a) Caja montada en la superficie. Cuando la caja está montada sobre la superficie, se permitirá el contacto directo metal con metal entre el yugo del dispositivo y la caja, o un yugo de contacto o dispositivo, que cumpla con el inciso (b) de esta sección, para la puesta a tierra del contacto a la caja. Se debe retirar por lo menos una de las arandelas aislantes del contacto, que no tenga un yugo de contacto o dispositivo que cumpla lo indicado en el inciso (b) de esta sección, para asegurar el contacto directo metal con metal. Esta disposición no se aplica a contactos de montaje sobre la tapa, a menos que la combinación caja y cubierta esté aprobada para brindar una continuidad satisfactoria a tierra entre la caja y el contacto. Se permite que una cubierta expuesta, se use como medio de unión y de puesta a tierra cuando (1) el dispositivo está fijo a la cubierta con, por lo menos, dos elementos de fijación que sean permanentes (por ejemplo un remache) o que se sujete con rosca o se sujete con tuerca y tornillo y (2) cuando los orificios de montaje de la cubierta están en una parte plana, no elevada de la cubierta.

b) Dispositivos de contacto o yugos. Se permitirán dispositivos de contacto o yugos diseñados como auto-puesto a tierra, junto con los tornillos de soporte, para establecer el circuito de puesta a tierra entre el yugo del dispositivo y las cajas de tipo empotrado.

c) Cajas de piso. Se permitirá el uso de cajas para piso diseñadas para brindar continuidad satisfactoria entre la caja y el dispositivo.

d) Contactos aislados. Cuando se instalen para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá un contacto en el cual la terminal de puesta a tierra esté aislada deliberadamente del medio de montaje del contacto. La terminal de puesta a tierra del contacto se debe conectar a un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos, tendido junto con los conductores del circuito. Se permitirá que este conductor de puesta a tierra de equipos pase a través de uno o más tableros de distribución sin ninguna conexión a la barra terminal de puesta a tierra del tablero de distribución, como se permite en 408-40, Excepción, de tal modo de terminarlo dentro del mismo edificio o estructura, directamente a la terminal del conductor de puesta a tierra de equipos del sistema derivado o acometida aplicable. Cuando se instala según las disposiciones de esta sección, también se permitirá que este conductor de puesta a tierra de equipos pase a través de cajas, ductos u otras envolventes sin ser conectado a tales envolventes.

NOTA: El uso de un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos no exime el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización y de la caja de salida.

250-148. Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra de equipos a las cajas. Cuando los conductores del circuito están empalmados dentro de una caja o terminan dentro o soportado por una caja en un equipo, cualquier conductor de puesta a tierra de equipos asociado con esos conductores del circuito, se deben conectar dentro de la caja o a la caja con los dispositivos adecuados para el uso, según (a) hasta (e).

Excepción: No se exigirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, permitido en 250-146(d), esté conectado a otros conductores de puesta a tierra de equipos o a la caja.

a) Conexiones. Las conexiones y los empalmes se deben hacer según 110-14(b), excepto que no se requiera aislamiento.

b) Continuidad de la puesta a tierra. El arreglo de las conexiones de puesta a tierra debe ser tal que la desconexión o el retiro de un contacto, una luminaria u otro dispositivo alimentados desde la caja, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra**.**

c) Cajas metálicas. Se debe hacer una conexión entre uno o más de los conductores de puesta a tierra de equipos y la caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra que no se debe usar para ningún otro propósito, un equipo para puesta a tierra, o un dispositivo de puesta a tierra aprobados.

d) Cajas no metálicas. Uno o más conductores de puesta a tierra de equipos llevados a una caja no metálica de salida, se deben organizar de forma que se pueda hacer una conexión a cualquier accesorio o dispositivo que requiera puesta a tierra en esa caja.

e) Soldadura. No se deben utilizar conexiones que dependan exclusivamente de soldadura de bajo punto de fusión.

H. Sistemas de corriente continua

250-160. Generalidades. Los sistemas de corriente continua deben cumplir con esta Parte y otras secciones del Artículo 250 no destinadas específicamente para sistemas de corriente alterna.

250-162. Sistemas y circuitos de corriente continua que deben ser puestos a tierra. Los circuitos y sistemas de corriente continua deben ser puestos a tierra como se establece en (a) y (b) siguientes.

a) Sistemas de corriente continua de dos conductores. Debe ser puesto a tierra un sistema de corriente continua de dos conductores que alimenta el alambrado del inmueble y que opera a una tensión mayor que 50 volts, pero no mayor de 300 volts.

Excepción 1: No se requerirá que sea puesto a tierra un sistema equipado con un detector de tierra, que alimenta solamente equipo industrial en áreas limitadas.

Excepción 2: No se requerirá que sea puesto a tierra un sistema de corriente continua derivado de un rectificador alimentado desde un sistema de corriente alterna que cumple con 250-20.

Excepción 3: No se requerirá que sean puestos a tierra los circuitos de alarma contra incendios de corriente continua cuya corriente máxima sea de 30 miliamperes, como se especifica en el Artículo 760, Parte C.

b) Sistemas de corriente continua de tres conductores. Debe ser puesto a tierra el conductor neutro de todos los sistemas de 3 hilos de corriente continua que alimentan el alambrado del inmueble.

250-164. Punto de conexión para sistemas de corriente continua.

a) Fuente de suministro fuera del inmueble. Los sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra y que se alimenten desde una fuente fuera del inmueble, deben tener la conexión de puesta a tierra en una o más estaciones de suministro. No se debe hacer una conexión de puesta a tierra en acometidas individuales ni en ningún punto del alambrado del inmueble.

b) Fuente de suministro en el inmueble. Si la fuente de suministro del sistema de corriente continua está localizada dentro del inmueble, se debe hacer una conexión de puesta a tierra en uno de los siguientes:

(1) La fuente de suministro.

(2) En el primer medio de desconexión o dispositivo de sobrecorriente del sistema.

(3) Por otro medio que logre una protección equivalente al sistema y utilice equipo identificado y aprobado para ese uso.

250-166. Tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua. El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema de corriente continua debe ser como se especifica en (a) y (b), excepto lo permitido en (c) hasta (e) siguientes:

a) No menor que el conductor del neutro. Si el sistema de corriente continua consiste de un conjunto de balanceado de 3 hilos o de un devanado compensador con protección de sobrecorriente, como se establece en 445-12 (d), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor del neutro, ni menor que 8.37 mm^2 (8 AWG) de cobre, o 13.3 mm^2 (6 AWG) de aluminio.

b) No menor que el conductor más grande. Si el sistema de corriente continua es diferente al de (a) anterior, el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor más grande alimentado por el sistema, y no menor que el 8.37 mm^2 (8 AWG) de cobre, o el 13.3 mm^2 (6 AWG) de aluminio.

c) Conectado a electrodos de varilla, tubo o placa. Si está conectado a electrodos de varilla, tubería o placa, como se establece en 250-52(a)(5) o (a)(7), no se exigirá que esa porción de conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea de mayor tamaño que un alambre de cobre de 13.3 mm^2 (6 AWG) o uno 21.2 mm^2 (4 AWG) de aluminio.

d) Conectado a un electrodo embebido en concreto. Si se conecta a un electrodo embebido en concreto, como se establece en 250-52(a)(3), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra, que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra, sea de tamaño mayor que 21.2 mm^2 (4 AWG) de cobre.

e) Conectado a un anillo de puesta a tierra. Si está conectado a un anillo de puesta a tierra, como se establece en 250-52(a)(4), no se exigirá que esa porción del conductor del electrodo de puesta a tierra que es la única conexión al electrodo de puesta a tierra sea de mayor tamaño que el conductor usado para el anillo de puesta a tierra.

250-168. Puente de unión del sistema de corriente continua. Para sistemas de corriente continua que deben ser puestos a tierra, se debe usar un puente de unión sin empalmes para conectar los conductores de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra en la fuente o en el primer medio de desconexión del sistema donde el sistema está puesto a tierra. El tamaño del puente de unión no debe ser menor que el

conductor del electrodo de puesta a tierra del sistema, especificado en 250-166 y debe cumplir con las disposiciones de 250-28(a), (b) y (c).

250-169. Sistemas derivados separados no puestos a tierra de corriente continua. Excepto que se permita algo diferente en 250-34 para generadores portátiles y montados en vehículos, un sistema derivado separado no puesto a tierra de corriente continua, alimentado de una fuente de potencia autónomo (como por ejemplo un grupo motor-generador), debe tener un conductor del electrodo de puesta a tierra conectado a un electrodo que cumpla con la Parte C de este Artículo, para proporcionar la puesta a tierra de envolventes metálicas, canalizaciones, cables y partes metálicas de equipo expuestas no portadoras de corriente del equipo. La conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe hacer a la envolvente metálica, en cualquier punto del sistema derivado separado, desde la fuente hasta el primer medio de desconexión o dispositivo de protección contra sobrecorriente, o se debe hacer en la fuente de un sistema derivado separado que no tiene medio de desconexión ni dispositivo de protección contra sobrecorriente.

El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo con 250-166.

I. Instrumentos, medidores y relevadores

250-170. Circuitos del transformador para instrumentos. Los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos de corriente y de potencial deben ser puestos a tierra si los devanados del primario están conectados a circuitos de 300 volts o más a tierra, y si están en tableros de distribución, deben ser puestos a tierra, independientemente de la tensión.

Excepción 1: Los circuitos en los cuales los devanados del primario están conectados a circuitos de menos de 1000 volts sin partes energizadas ni alambrado expuesto o accesible a personal no calificado.

Excepción 2: No se requerirá que sean puestos a tierra los secundarios de transformadores de corriente conectados delta de 3 fases.

250-172. Cajas de transformadores para instrumentos. Las cajas y armazones de los transformadores para instrumentos se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, cuando sean accesibles a personal no calificado.

Excepción: Las cajas y armazones de los transformadores de corriente cuyos primarios no están a más de 150 volts a tierra, y que se usen exclusivamente para alimentar corriente a los medidores.

250-174. Cajas de instrumentos, medidores y relevadores que operan a menos de 1000 volts. Los instrumentos, medidores y relevadores que operan con sus devanados o partes activas a menos de 1000 volts, se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en (a), (b) o (c) siguientes.

a) No instalados en tableros de distribución. Los instrumentos, medidores y relevadores no instalados en tableros de distribución, que operan con devanados o partes activas a 300 volts o más a tierra, y son accesibles al personal no calificado, deben tener sus carcasas y otras partes metálicas expuestas conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

b) En tableros de distribución de frente muerto. Los instrumentos, medidores y relevadores (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), en tableros de distribución de frente muerto, deben tener las carcasas conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos.

c) En tableros de distribución de frente vivo. Los instrumentos, medidores y relevadores (operados desde transformadores de corriente y de potencial o conectados directamente en el circuito), en tableros de distribución que tienen partes vivas expuestas al frente de los tableros, no deben tener las carcasas conectadas al conductor de puesta a tierra de equipos. Se deben proporcionar al operador tapetes aislantes, u otro aislamiento de piso adecuado, si la tensión a tierra es mayor que 150 volts.

250-176. Cajas de instrumentos, medidores y relevadores – Tensión de operación de 1000 volts y mayor. Si los instrumentos, medidores y relevadores tienen partes portadoras de corriente de 1000 volts o más a tierra, se deben aislar mediante elevación o proteger con barreras adecuadas, metal puesto a tierra o cubiertas o resguardos aislantes. Sus carcasas no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las carcasas de detectores electrostáticos de tierra, en las cuales los segmentos de tierra internos del instrumento están conectados a la carcasa del instrumento y puestas a tierra, y el detector de tierra está aislado mediante elevación.

250-178. Conductor de puesta a tierra de equipos del instrumento. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos para los circuitos del secundario de los transformadores para instrumentos y para carcasas

de instrumentos no debe ser menor que 3.31 mm^2 (12 AWG) de cobre. Las carcasas de transformadores para instrumentos, instrumentos, medidores y relevadores que están montados directamente en superficies o envolventes metálicas puestos a tierra, o tableros metálicos de tableros de distribución puestos a tierra, se deben considerar puestos a tierra y no se exigirá ningún conductor adicional de puesta a tierra de equipos.

J. Puesta a tierra de sistemas y circuitos de más de 1000 volts

250-180. Generalidades. Cuando los sistemas de más de 1000 volts están puestos a tierra, deben cumplir con todas las disposiciones aplicables de las secciones anteriores de este Artículo, y con 250-182 hasta 250-191, las cuales complementan y modifican las secciones precedentes.

250-182. Sistemas con neutro derivado. Se permitirá el uso de un punto neutro del sistema derivado de un transformador de puesta a tierra, para utilizarse como puesta a tierra en sistemas de más de 1000 volts.

250-184. Sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra. Se permitirá que los sistemas con neutro sólidamente puesto a tierra tengan un solo punto de puesta a tierra o múltiples puntos de puesta a tierra**.**

a) Conductor del neutro.

1) Nivel de aislamiento. El nivel de aislamiento mínimo para los conductores del neutro de sistemas sólidamente puestos a tierra debe ser de 600 volts.

Excepción 1: Se permitirá el uso de conductores de cobre desnudos para el conductor neutro de los siguientes:

(1) Conductores de acometida.

(2) Acometidas subterráneas.

(3) Partes de alimentadores directamente enterrados.

Excepción 2: Se permitirán conductores desnudos para el conductor neutro de partes aéreas instaladas en el exterior.

Excepción 3: Se permitirá que el conductor neutro puesto a tierra sea un conductor desnudo, si está separado de los conductores de fase y protegido contra daño físico.

NOTA: Ver 225-4 para cubiertas de conductores, si están a menos de 3.00 metros de cualquier edificio u otra estructura.

2) Ampacidad. El conductor neutro debe tener suficiente ampacidad para la carga impuesta en el conductor, pero no menos del 33.33 por ciento de la ampacidad de los conductores de fase.

Excepción: En instalaciones industriales y comerciales bajo supervisión de ingeniería, se debe permitir determinar el valor de la ampacidad del conductor neutro a no menos del 20 por ciento de la ampacidad del conductor de fase.

b) Sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto. Cuando se usa un neutro del sistema puesto a tierra en un solo punto, se debe aplicar lo siguiente:

(1) Se permitirá que un sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto sea alimentado desde (a) o (b):

a. Un sistema derivado separado.

b. Un sistema con neutro con múltiples puestas a tierra (multiaterrizado), con un conductor de puesta a tierra de equipos conectado al conductor neutro multiaterrizado, en la fuente del sistema con neutro puesto a tierra en un solo punto.

(2) Se debe instalar un electrodo de puesta a tierra para el sistema.

(3) Un conductor del electrodo de puesta a tierra debe conectar el electrodo de puesta a tierra con el conductor neutro del sistema.

(4) Un puente de unión debe conectar el conductor de puesta a tierra de equipos con el conductor del electrodo de puesta a tierra.

(5) Se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos en cada edificio, estructura y envolvente de equipo.

(6) Sólo se exigirá un conductor neutro cuando se alimentan cargas de fase a neutro.

(7) Cuando se instala el conductor neutro debe ser aislado y estar conectado a tierra solo en un lugar.

(8) Un conductor de puesta a tierra de equipos se debe tender junto con los conductores de fase y debe cumplir con lo que se indica en (a), (b) y (c) siguientes:

a. No debe llevar carga de forma continua.

b. Puede estar desnudo o aislado.

c. Debe tener suficiente ampacidad para soportar las condiciones de falla.

c) Sistemas con neutro multiaterrizado. Cuando se usa un sistema de neutro multiaterrizado, se debe aplicar lo siguiente:

(1) Se permitirá que el conductor neutro de un sistema con neutro sólidamente puesto a tierra esté puesto a tierra en más de un punto. La puesta a tierra se permitirá en una o más de las siguientes ubicaciones:

a. Transformadores que alimentan conductores para un edificio u otra estructura.

b. Circuitos subterráneos cuando el conductor neutro está expuesto.

c. Circuitos aéreos instalados en exteriores.

(2) El conductor neutro multiaterrizado debe estar puesto a tierra en cada transformador y en otras ubicaciones adicionales por medio de una conexión a un electrodo de puesta a tierra.

(3) Se debe instalar por lo menos un electrodo de puesta a tierra y conectarlo al conductor neutro multiaterrizado cada 400 metros.

(4) La distancia máxima entre cualquier par de electrodos adyacentes no debe ser más de 400 metros.

(5) En un sistema de cable armado multiaterrizado, la armadura debe estar puesta a tierra en cada empalme de cable que esté expuesto al contacto con personas.

250-186. Sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se cumplen todas las siguientes condiciones, se permitirán sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia en los cuales una impedancia de puesta a tierra, usualmente una resistencia, limita la corriente de falla a tierra:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas atenderán la instalación.

(2) Hay detectores de tierra instalados en el sistema.

(3) No se alimentan cargas de línea a neutro.

Los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una impedancia deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (d) siguientes.

a) Ubicación. La impedancia de puesta a tierra se debe insertar en el conductor de puesta a tierra entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de alimentación y el punto neutro del transformador o generador de alimentación.

b) Identificación y aislamiento. El conductor del neutro de un sistema con neutro puesto a tierra a través de una impedancia, se debe identificar y aislar completamente con el mismo aislamiento de los conductores de fase.

c) Conexión del conductor neutro del sistema. El conductor neutro del sistema no se debe conectar a tierra, excepto a través de la impedancia de puesta a tierra del neutro.

d) Conductores de puesta a tierra de equipos. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén desnudos y se deben conectar eléctricamente a la barra de tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

250-188. Puesta a tierra de sistemas que alimentan equipo portátil o móvil. Los sistemas que alimentan equipo portátil o móvil de más de 1000 volts, que no sean subestaciones instaladas temporalmente, deben cumplir con (a) hasta (f) siguientes.

a) Equipo portátil o móvil. El equipo portátil o móvil de más de 1000 volts se debe alimentar de un sistema que tenga el conductor neutro puesto a tierra a través de una impedancia. Cuando se usa un sistema de más de 1000 volts conectado en delta para alimentar al equipo móvil o portátil, se debe derivar un conductor neutro asociado con el punto neutro del sistema.

b) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente del equipo portátil o móvil, se deben conectar mediante un conductor de puesta a tierra de equipos al punto en el cual la impedancia del neutro del sistema está puesta a tierra.

c) Corriente de falla a tierra. La tensión desarrollada entre el bastidor del equipo móvil o portátil y tierra, por el flujo de la máxima corriente de falla a tierra, no debe ser mayor a 100 volts.

d) Detección de fallas a tierra y protección con relevadores. Se debe proporcionar detección de fallas a tierra y protección con relevadores para desenergizar automáticamente cualquier componente de un sistema de más de 1000 volts que haya producido una falla a tierra. La continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos se debe monitorear continuamente con el fin de desenergizar automáticamente el circuito de 1000 volts o más, al equipo portátil o móvil, cuando se pierda la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

e) Aislamiento. El electrodo de puesta a tierra al cual está conectada la impedancia del neutro del sistema del equipo portátil o móvil, debe estar aislado y separado en la tierra, por lo menos 6.00 metros de cualquier otro sistema o electrodo de puesta a tierra de equipos, y no debe haber conexión directa entre los electrodos de puesta a tierra, tales como tuberías enterradas, cercas, etc.

f) Cable móvil y acopladores. Los cables móviles y acopladores de sistemas de más de 1000 volts para la interconexión de equipo portátil o móvil, deben cumplir los requisitos de la Parte C del Artículo 400 para cables, y 490-55, para acopladores.

250-190. Puesta a tierra de equipos.

a) Puesta a tierra de equipos. Se deben poner a tierra todas las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo fijo, portátil y móvil, y de cercas, alojamientos y envolventes asociadas, así como las estructuras de soporte.

Excepción: No se requiere que las partes metálicas estén puestas a tierra cuando están separadas de la tierra y ubicadas de tal forma que ninguna persona en contacto con la tierra, pueda hacer contacto con las partes metálicas cuando el equipo está energizado.

NOTA: Ver 250-110, Excepción 2, relativa a equipos de distribución montados en postes.

b) Conductor del electrodo de puesta a tierra: Si un conductor del electrodo de puesta a tierra conecta las partes metálicas no portadoras de corriente a tierra, el conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar dimensionado de acuerdo con la tabla 250-66, basado en el tamaño del conductor de fase mayor de acometida, alimentador o circuito derivado del equipo. El conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor al tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) de cobre o 21.2 mm^2 (4 AWG) de aluminio.

c) Conductor de puesta a tierra de equipos: El conductor de puesta a tierra de equipos debe cumplir con (1) hasta (3) siguientes.

1) General. Los conductores de puesta a tierra de equipos que no sean parte integral de un cable ensamblado no deben ser menores del tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) de cobre o del 21.2 mm^2 (4 AWG) de aluminio.

2) Cables blindados. La pantalla metálica del aislamiento que rodea a los conductores que llevan corriente se permitirá que sea usada como conductor de puesta a tierra de equipos, si tiene capacidad para soportar la corriente de falla a tierra durante el tiempo que el dispositivo de protección contra sobrecorriente opera, sin que se dañe la pantalla metálica. La pantalla metálica del aislamiento y el alambre especial de puesta a tierra no se deberán de utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos para sistemas sólidamente puestos a tierra.

3) Tamaño. El tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con la tabla 250-122 basado en la corriente nominal del fusible o en el ajuste de sobrecorriente del relevador de protección.

NOTA: El valor de sobrecorriente para un interruptor automático es la combinación de la relación del transformador de corriente y el ajuste de la corriente de disparo del relevador de protección.

250-191. Sistemas de puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna. Para subestaciones de corriente alterna, el sistema de puesta a tierra deberá cumplir con la Parte C del Artículo 250.

NOTA: Para mayor información de puesta a tierra de subestaciones, véase apéndice B, Tabla B1.1.

ARTICULO 280

APARTARRAYOS DE MAS DE 1000 VOLTS

A. Generalidades

280-1. Alcance. Este Artículo comprende los requisitos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para apartarrayos instalados en sistemas de alambrado de inmuebles, de más de 1000 volts.

280-2. Usos no permitidos. No se debe instalar un apartarrayos cuando el valor nominal del apartarrayos es menor a la tensión máxima continua de fase a tierra a la frecuencia del sistema disponible en el punto de aplicación.

280-3. Número requerido. Cuando se utiliza en un punto de un circuito, se debe conectar un apartarrayos a cada conductor de fase. Se permite que una instalación individual de estos apartarrayos proteja varios circuitos interconectados, siempre que ningún circuito quede expuesto a sobretensiones transitorias cuando esté desconectado de los apartarrayos.

280-4 Selección del apartarrayos. Los apartarrayos deben cumplir con:

a) Capacidad. El valor nominal del apartarrayos debe ser igual o mayor a la máxima tensión continua de funcionamiento disponible en el punto de aplicación.

1) Sistemas puestos a tierra sólidamente. La máxima tensión continua de operación debe ser la tensión de fase a tierra del sistema.

2) Impedancia o sistema no puesto a tierra. La máxima tensión continua de operación debe ser la tensión de fase a fase del sistema.

b) Tipos de carburo de silicio. El valor nominal de un apartarrayos de tipo de carburo de silicio no debe ser menor al 125 por ciento del valor nominal que se especifica en el inciso (a) anterior.

NOTA 2: La selección de un apartarrayos de óxido metálico con valor nominal adecuado está basado en consideraciones de la tensión máxima continua de operación, de la magnitud y duración de las sobretensiones en el lugar donde está instalado el apartarrayos, cuando está afectado por fallas de fase a tierra, técnicas del sistema de puesta a tierra, sobretensiones transitorias por desconexión y otras causas. Ver las reglas de aplicación del fabricante para la selección del apartarrayos específico a ser usado en un sitio particular.

B. Instalación

280-11. Localización. Se permitirá que los apartarrayos estén instalados en interiores o exteriores. Los apartarrayos deben ser inaccesibles para personas no calificadas, a menos que estén aprobados para instalación en sitios accesibles.

280-12. Instalación de los conductores de puesta a tierra del apartarrayos**.** Los conductores utilizados para conectar el apartarrayos a la línea, barra o al equipo y a un punto de conexión del conductor de puesta a tierra tal como se indica en 280-21, deben ser lo más corto posible y se deben evitar dobleces innecesarios.

C. Conexión de los apartarrayos

280-21. Conexión. El conductor de puesta a tierra del apartarrayos debe estar conectado a uno de los siguientes:

(1) Al conductor de acometida puesto a tierra

(2) Al conductor del electrodo de puesta a tierra

(3) Al electrodo de puesta a tierra de acometida

(4) A la terminal de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida.

280-23. Conductores de los apartarrayos. El conductor entre el apartarrayos y la línea y entre el apartarrayos y la conexión de puesta a tierra no debe ser menor al tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) de cobre.

280-24. Interconexiones. El apartarrayos que protege un transformador que alimenta un sistema de distribución secundario, se debe interconectar como se especifica en (a) o (b) siguientes.

a) Interconexiones metálicas. Se debe hacer una interconexión metálica con el conductor puesto a tierra del circuito del secundario o al conductor de puesta a tierra del circuito del secundario, siempre que, además de la conexión de puesta a tierra directa en el apartarrayos, ocurra lo siguiente:

1) Conexión adicional de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra del secundario tenga además una conexión de puesta a tierra con un sistema subterráneo de tubería metálica continua para agua. En tubería para agua en áreas urbanas, donde hay por lo menos cuatro conexiones de tuberías de agua con el conductor neutro y no menos de cuatro de estas conexiones por cada 1.6 kilómetros de conductor neutro, se permitirá hacer la interconexión metálica con el conductor neutro del secundario, sin tener que hacer la conexión directa de puesta a tierra en el apartarrayos.

2) Conexión del sistema con neutro multiaterrizado. El conductor puesto a tierra del secundario del sistema es una parte de un sistema de neutro multiaterrizado o un alambre estático del cual el conductor neutro del primario o el alambre estático tiene al menos cuatro conexiones de puesta a tierra por cada 1.6 kilómetros de línea, además de la conexión de puesta a tierra de cada acometida.

b) A través de un entrehierro o dispositivo. Cuando el conductor del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos no esté conectado como se establece en (a) anterior, o cuando el secundario no esté puesto a tierra como se indica en (a) anterior, pero está puesto a tierra como se indica en 250-52, se debe hacer una interconexión a través de un entrehierro u otro dispositivo aprobado, como se exige en (1) o (2) siguientes**:**

1) Sistemas con primario no puesto a tierra o con un solo punto puesto a tierra. Para sistemas con el primario no puesto a tierra o con un solo punto de puesta a tierra, el entrehierro u otro dispositivo aprobado debe tener como mínimo una tensión de ruptura a 60 hertz de dos veces la tensión del circuito primario, pero no necesariamente más de 10 kilovolts y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario, a una distancia no menor de 6.00 metros del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

2) Sistemas con neutro del primario multiaterrizado. Para sistemas con neutro multiaterrizado, el electrodo de descarga (explosor) u otro dispositivo aprobado debe tener una tensión de ruptura a 60 hertz no mayor a 3 kilovolts, y debe haber como mínimo otra puesta a tierra en el conductor puesto a tierra del secundario a una distancia no menor que 6.00 metros del electrodo de puesta a tierra del apartarrayos.

280-25. Conexiones del electrodo de puesta a tierra y las envolventes. Excepto lo indicado en este Artículo, las conexiones del conductor del electrodo de puesta a tierra de los apartarrayos se deben hacer como se especifica en el Artículo 250, partes C y J. Los conductores del electrodo de puesta a tierra, instalados en envolventes metálicas deben cumplir con 250-64(e).

ARTICULO 285

SUPRESORES DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS DE 1000 VOLTS O MENOS (SSTT)

A. Generalidades

285-1. Alcance. Este Artículo cubre de los requerimientos generales, los requisitos de instalación y los requisitos de conexión para supresores de sobretensiones transitorias instalados permanentemente en sistemas de 1000 volts o menos en los sistemas de alambrado de inmuebles.

NOTA 1: Los apartarrayos de menos de 1000 volts también se conocen como supresores de sobretensiones transitorias Tipo 1.

NOTA 2: Los supresores de sobretensiones transitorias también se conocen como supresores Tipo 2 y Tipo 3.

NOTA 3: Es conveniente consultar las especificaciones del fabricante para la aplicación, selección e instalación de estos equipos para cada caso particular.

285-3. Usos no permitidos. No se debe instalar un dispositivo supresor de sobretensiones transitorias en los siguientes lugares:

(1) Circuitos de más de 1000 volts.

(2) En sistemas no puestos a tierra, en sistemas puestos a tierra a través de una impedancia, en sistemas en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que estén aprobados específicamente para el uso en estos sistemas.

(3) Cuando el valor nominal del supresor contra sobretensiones transitorias es menor a la máxima tensión continua disponible de fase a tierra a la frecuencia del sistema en el punto de aplicación.

NOTA: La selección de un supresor contra sobretensiones transitorias con valor nominal adecuado se basa en criterios como la máxima tensión continua de operación, la magnitud y duración de las sobretensiones en la ubicación en que se encuentra el supresor, cuando se ve afectado por fallas de fase a tierra, técnicas de puesta a tierra del sistema y sobretensiones transitorias por desconexión.

285-4. Número requerido. Cuando se usa en un punto en un circuito, el supresor contra sobretensiones transitorias se debe conectar a cada conductor de fase.

285-5. Aprobado. Un supresor contra sobretensiones transitorias debe ser un dispositivo aprobado.

285-6. Valor de corriente de cortocircuito. El supresor contra sobretensiones transitorias se debe marcar con la capacidad de corriente de cortocircuito y no se debe instalar en un punto del sistema donde la corriente de falla disponible exceda dicho valor. Este requisito de marcado no se aplica a los contactos.

B. Instalación

285-11. Ubicación. Se permitirá que los supresores de sobretensiones transitorias puedan instalarse en el interior o en el exterior y deben ser inaccesibles a personas no calificadas, a menos que esté aprobado para su instalación en lugares accesibles.

285-12. Trayectoria de las conexiones. Los conductores usados para conectar los supresores de sobretensiones transitorias a la línea o a la barra y a la puesta a tierra deben ser lo más cortos posible y se deben evitar dobleces innecesarios.

C. Conexión de los supresores contra sobretensiones transitorias

285-21. Conexión. Cuando se instala un supresor contra sobretensiones transitorias, debe cumplir con 285-23 hasta 285-28.

285-23. Supresores contra sobretensiones transitorias Tipo 1 (apartarrayos). Los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 se deben instalar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Instalación. Los supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 1 (apartarrayos) se deben instalar así como se indica a continuación:

(1) Se permitirá que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 (apartarrayos) se conecten en el lado de alimentación del desconectador de acometida como se permite en 230-82(4) o

(2) Se permitirá que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 (apartarrayos) se conecten como se especifica en 285-24.

b) En la acometida. Cuando se instala en la acometida, el conductor de puesta a tierra de los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 1 se debe conectar a uno de los siguientes:

(1) Al conductor puesto a tierra de acometida

(2) Al conductor del electrodo de puesta a tierra

(3) Al electrodo de puesta a tierra para la acometida

(4) A la terminal de puesta a tierra de equipos en el equipo de acometida

285-24. Supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 2. Los supresores contra sobretensiones transitorios del Tipo 2 se deben instalar de acuerdo con (a) hasta (c) siguientes.

a) Edificio o estructura alimentada por la acometida. Los supresores contra sobretensiones transitorias de Tipo 2 se deben conectar en cualquier lugar en el lado carga de un dispositivo contra sobrecorriente del desconectador de acometida requerido en 230-91, a menos que se instale de acuerdo a 230-82(8).

b) Edificio o estructura suministrada por alimentador. Los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 2 se deben conectar en el edificio o estructura, en cualquier lugar en el lado carga del primer dispositivo contra sobrecorriente en el edificio o estructura.

c) Sistema derivado separado. Los supresores contra sobretensiones transitorias se deben conectar en el lado de carga del primer dispositivo contra sobrecorriente de un sistema derivado separado.

285-25. Supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3. Se permitirá que los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3 se instalen en cualquier lugar en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado hasta el equipo alimentado. Si en las instrucciones del fabricante de los supresores contra sobretensiones transitorias del Tipo 3 está incluida, la conexión debe estar por lo menos a 10.00 metros de distancia del desconectador de acometida o del sistema derivado separado.

285-26. Tamaño del conductor. Los conductores de puesta a tierra y de línea no deben ser menores al tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) de cobre.

285-27. Conexión entre los conductores. Se permitirá que un supresor contra sobretensiones transitorias se conecte entre cualquiera de dos conductores de fase, conductor puesto a tierra, conductor de puesta a tierra de equipos, o conductor del electrodo de puesta a tierra. El conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra de equipos se deben interconectar solamente por la operación normal de los supresores contra sobretensiones transitorias durante una sobretensión.

285-28. Conexiones del conductor del electrodo de puesta a tierra y las envolventes. Excepto lo que se establece en este Artículo, las conexiones de puesta a tierra de los supresores contra sobretensiones transitorias se deben hacer tal como se especifica en la Parte C del Artículo 250. Los conductores del electrodo de puesta a tierra, instalados en envolventes metálicas, deben cumplir lo establecido en 250-64(e).

CAPITULO 3

METODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES

ARTICULO 300

METODOS DE ALAMBRADO

A. Requisitos Generales

300-1. Alcance.

a) Todas las instalaciones de alambrado. Este Artículo comprende los métodos de alambrado para todas las instalaciones de alambrado, a menos que se modifique por otros artículos.

b) Partes integrales de equipos. Las disposiciones de este Artículo no están previstas para ser aplicadas a los conductores que sean parte integral de equipos, tales como motores, controladores, centros de control de motores, equipos de control ensamblados en fábrica, o equipos de utilización aprobados.

c) Designación métrica y tamaños comerciales. La designación métrica y tamaños comerciales para tubería conduit, tubería, adaptadores y accesorios asociados se deben designar tal como se indica en la Tabla 300-1(c).

Tabla 300-16(c).- Designación métrica y tamaños comerciales

Designación métrica	Tamaño comercial
12	⅜
16	½
21	¾
27	1
35	1¼
41	1½
53	2
63	2½
78	3
91	3½
103	4
129	5
155	6

La designación métrica y los tamaños comerciales sirven para propósitos de identificación únicamente y no son dimensiones reales.

300-2. Limitaciones.

a) Tensión. Cuando no estén específicamente limitados por alguna sección del Capítulo 3, los métodos de alambrado de este Capítulo se aplicarán a instalaciones de 600 volts o menos. Estos métodos se permitirán en circuitos de más de 600 volts cuando esté expresamente permitido en cualquier otro lugar de esta NOM.

b) Temperatura. Los límites de temperatura del aislamiento de los conductores deben estar de acuerdo con lo establecido en 310-15(a)(3).

300-3. Conductores.

a) Conductores individuales. Sólo se deben instalar conductores individuales, de los especificados en la Tabla 310-104(a) cuando formen parte de uno de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3.

Excepción: Se permitirán conductores individuales cuando se instalan como conductores aéreos separados de acuerdo con 225-6.

b) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y, el conductor puesto a tierra, todos los conductores de puesta a tierra de los equipos y los conductores de unión, cuando se usen, deben estar instalados en la misma: canalización, canal auxiliar, charola portacables, ensamble de conductores aislados en envolventes, zanja, cable o cordón, a menos que se permita algo diferente, de acuerdo con (1) a (4) siguientes.

1) Instalaciones en paralelo. Se permitirá tender los conductores en paralelo de acuerdo con las disposiciones de 310-10(h). El requisito de tender todos los conductores del circuito dentro de la misma canalización, canal auxiliar, charola portacables, zanja, cable o cordón, se debe aplicar separadamente a cada porción de la instalación en paralelo y los conductores de puesta a tierra del equipo deben cumplir con las disposiciones de 250-122. Los tendidos paralelos en charolas portacables deben cumplir con las disposiciones de 392-20(c).

Excepción: Se permitirá el tendido de los conductores instalados en canalizaciones no metálicas subterráneas, como instalaciones de fase separadas. Las canalizaciones se deben instalar muy cerca unas de otras y los conductores deben cumplir con las disposiciones de 300-20(b).

2) Conductores de puesta a tierra y de unión. Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos estén instalados afuera de la canalización o del ensamble de cable, si están de acuerdo con las disposiciones de 250-130(c) para algunas instalaciones existentes, o de acuerdo con la Excepción 2 de 250-134(b) para circuitos de corriente continua. Se permitirá la instalación de los conductores para la unión de los equipos en el exterior de las canalizaciones, de acuerdo con 250-102(e).

3) Métodos de alambrado no ferrosos. Los conductores en métodos de alambrado con un forro no metálico o no magnético, si están tendidos en diferentes canalizaciones, canales auxiliares, charolas portacables, zanjas, cables o cordones, deben cumplir con las disposiciones de 300-20(b).

Los conductores en un cable tipo MI de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de 332-31. Los conductores de un cable tipo MC de un solo conductor con forro no magnético deben cumplir con las disposiciones de 330-31, 330-116 y 300-20(b).

4) Envolventes. Cuando un canal auxiliar está entre un tablero de distribución tipo columna y una caja de paso, y la caja de paso incluye terminales del neutro, se permitirá que los conductores del neutro de los circuitos alimentados desde el tablero de distribución se originen en la caja de paso.

c) Conductores de sistemas diferentes.

1) De 600 volts o menos. Se permitirá que los conductores de circuitos de corriente directa y corriente alterna de 600 volts o menos ocupen el mismo envolvente, cable o canalización del alambrado. Todos los conductores deben tener un aislamiento nominal igual como mínimo a la tensión máxima del circuito aplicado a cualquier conductor que se encuentre en el envolvente, cable o canalización.

NOTA 1: Para los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3, véase 725-136(a).

NOTA 2: Véase 690-4(b) para información sobre fuente fotovoltaica y circuitos de salida.

2) De más de 600 volts. Los conductores de los circuitos de más de 600 volts no deben ocupar el mismo envolvente, cable o canalización del alambrado de equipos, que los conductores de circuitos de 600 volts o menos, a menos que se permita algo diferente en)(a) hasta(e) siguientes.

a. Se permitirá que el alambrado secundario de las lámparas de descarga de 1000 volts o menos, si está aislado para la tensión del secundario involucrado, ocupe la misma envolvente de la luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito derivado.

b. Se permitirá que los conductores primarios de los balastros de lámparas de descarga, aislados para la tensión del primario del balastro, si están dentro del envolvente del alambrado individual, ocupen el mismo envolvente de la luminaria, anuncio o iluminación de contorno, que los conductores del circuito derivado.

c. Se permitirá que los conductores de excitación, de control, del relevador y del amperímetro usados en conexión con cualquier motor o arrancador individual ocupen el mismo envolvente que los conductores del circuito del motor.

d. En motores, ensambles de tableros de distribución y control y equipos similares, se permitirán conductores con aislamiento para diferentes tensiones.

e. En los pozos de visitas se permitirán conductores con aislamiento para diferentes tensiones, si los conductores de cada sistema están separados en forma eficaz y permanente de los conductores de los otros sistemas y sujetados firmemente a perchas, aisladores u otros soportes aprobados.

Los conductores con aislamiento no blindado y que operan a diferentes tensiones no deben ocupar el mismo envolvente, cable o canalización.

300-4. Protección contra daños físicos. Los conductores, canalizaciones y cables deben estar debidamente protegidos cuando estén expuestos a daños físicos.

a) Cables y canalizaciones a través de elementos de madera.

1) Orificios perforados. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o canalización a través de orificios perforados en vigas, travesaños diagonales, o elementos de madera, los orificios se deben hacer de modo que el borde de los mismos esté situado a una distancia no menor a 3.00 centímetros del borde más próximo del elemento de madera.

Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o la canalización de la penetración por tornillos o clavos mediante placa o pasacable de acero de espesor mínimo de 1.5 milímetros y de longitud y ancho adecuados, instalados de modo que cubra el área del alambrado.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado o tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirá una placa de acero marcada y aprobada con espesor menor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra la penetración por tornillo o clavo.

2) Ranuras en la madera. Cuando no se debilite la estructura del edificio, tanto en lugares expuestos como ocultos, se permitirá instalar los cables o canalizaciones en ranuras en las vigas, travesaños diagonales, u otros elementos de madera, siempre que el cable o canalización estén protegidos, contra clavos o tornillos, por una placa de acero de espesor mínimo de 1.5 milímetros y con la longitud y ancho adecuados, instalada para cubrir el área del alambrado en esos puntos. La placa de acero se debe instalar antes de que se aplique el acabado a la construcción.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero para proteger el tubo conduit metálico pesado, el tubo conduit metálico semipesado, el tubo conduit no metálico pesado o el tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirán placas de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinden igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

b) Cables con cubierta no metálica y tubo conduit no metálico a través de miembros estructurales metálicos.

1) Cables con cubierta no metálica. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando haya cables con cubierta no metálica que pasen por ranuras u orificios en miembros metálicos de la estructura, troquelados, cortados o perforados en fábrica o en sitio, el cable se debe proteger mediante pasacables o anillos aprobados que cubran todos los bordes metálicos y estén asegurados firmemente a la abertura antes de instalar el cable.

2) Cables con cubierta no metálica y tubo conduit no metálico. Cuando sea probable que haya clavos o tornillos que puedan penetrar un cable con forro no metálico o un tubo conduit no metálico, se debe proteger el cable o tubería mediante una funda, una lámina o una abrazadera de acero, de un espesor no menor a 1.5 milímetros.

Excepción: Se permitirán placas de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinden igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

c) Cables a través de espacios detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables o métodos de alambrado tipo canalización instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, se deben fijar de acuerdo con los artículos aplicables.

d) Cables y canalizaciones paralelos a los miembros estructurales y tiras de soporte. En lugares tanto expuestos como ocultos, cuando esté instalado un método de alambrado de cables o métodos de alambrado tipo canalización, paralelos a miembros estructurales tales como columnas, vigas o travesaños diagonales, o paralelos a tiras de soporte, el cable o canalización se debe instalar y sostener de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede a no menos de 3.00 centímetros del borde más cercano del miembro estructural o tiras de soporte, por el que sea probable que puedan penetrar clavos o tornillos. Cuando no se pueda mantener esta distancia, se debe proteger el cable o canalización de la

penetración por tornillos o clavos mediante una placa de acero, una funda de acero o equivalente, de cuando menos 1.5 milímetros de espesor.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero, fundas de acero o su equivalente, para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, o el tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Para trabajos ocultos en edificios terminados o en los paneles terminados de edificios prefabricados en los que no se pueda fijar el cable o canalización, se permitirá jalar los cables con una guía entre los puntos de acceso.

Excepción 3: Se permitirá una placa de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra penetración de tornillos o clavos.

e) Cables, canalizaciones o cajas instaladas en o debajo de la estructura metálica de los techos. Un cable, canalización o caja instalado, en lugares expuestos u ocultos, debajo de la lámina acanalada de la cubierta de los techos se debe sostener de manera que no quede a menos de 3.80 centímetros, medido desde la parte más baja de la cubierta del techo a la parte superior del cable, canalización o caja. Un cable, canalización o caja no se debe instalar en las partes ocultas de la estructura de lámina acanalada del techo.

NOTA: El material de la estructura de lámina metálica corrugada para techos con frecuencia se repara o reemplaza después de la instalación inicial del cable o canalización y de la instalación del techo y puede ser penetrado por los tornillos u otros dispositivos mecánicos diseñados para sujetar firmemente la membrana a prueba de agua o el material de aislamiento del techo.

Excepción: No se exigirá que el tubo conduit metálico pesado ni el tubo conduit metálico semipesado cumplan con este inciso (e).

f) Cables y canalizaciones instaladas en ranuras poco profundas. Los métodos de alambrado del tipo de cables o canalizaciones instalados en una ranura que se vaya a cubrir con paneles de yeso, paneles decorativos, entablado, alfombrado o algún otro acabado similar, se deben proteger con una placa de acero, funda de acero, o equivalente, de 1.5 milímetros de espesor o por un espacio libre no menor a 3.00 centímetros en toda la longitud de la ranura en la que esté instalado el cable o canalización.

Excepción 1: No se exigirán placas de acero, fundas de acero o su equivalente, para proteger tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico pesado, o tubo conduit metálico ligero.

Excepción 2: Se permitirá una placa de acero de menor espesor a 1.5 milímetros que brinde igual o mayor protección contra la penetración de tornillos o clavos.

g) Accesorios aislados. Cuando una canalización contenga conductores aislados de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayores y estos conductores entren en un envolvente, gabinete, caja o canalización, se deben proteger los conductores mediante un accesorio identificado que ofrezca una superficie aislante lisa y redondeada, a menos que los conductores estén separados del accesorio o de la canalización por un material aislante identificado y sujeto firmemente.

Excepción: Cuando los bujes o boquillas roscadas que son parte integrante del gabinete, caja, envolvente o canalización, ofrecen una superficie suavemente redondeada o acampanada para la entrada de los conductores.

No se deben utilizar pasacables de tubo conduit hechos exclusivamente de material aislante para sujetar un accesorio o canalización. El accesorio o material aislante debe tener una temperatura nominal no menor que la temperatura nominal del aislamiento de los conductores instalados.

h) Juntas estructurales. Se debe utilizar un accesorio aprobado de expansión/deflexión u otro medio aprobado cuando una canalización cruce una junta estructural para expansión, contracción o deflexión, utilizadas en edificios, puentes, espacios de estacionamiento y otras estructuras.

300-5. Instalaciones subterráneas.

a) Requisitos de profundidad mínima. Los cables, tubos conduit u otras canalizaciones directamente enterradas, se deben instalar de modo que cumplan los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 300-5.

b) Lugares mojados. Se debe considerar que el interior de los envolventes o canalizaciones subterráneas son lugares mojados. Los conductores y cables aislados instalados en estos envolventes o canalizaciones subterráneas, deben estar aprobados para uso en lugares mojados y deben cumplir con 310-10(c). Todas las conexiones o empalmes en instalaciones subterráneas deben estar aprobadas para lugares mojados.

c) Cables subterráneos bajo edificios. Los cables subterráneos instalados bajo un edificio deben estar en una canalización.

Tabla 300-5.- Requisitos de profundidad mínima en instalaciones de 0 a 600 volts

Tipo de método de alambrado o circuito					
	Columna 1	**Columna 2**	**Columna 3**	**Columna 4**	**Columna 5**
Ubicación del método de alambrado o circuito	**Cables o conductores directamente enterrados**	**Tubo conduit metálico pesado o semipesado**	**Canalizaciones no metálicas aprobadas para instalar directamente enterradas sin cubiertas de concreto u otras canalizaciones aprobadas**	**Circuitos derivados para viviendas de 120 volts o menos con protección contra fallas a tierra y protección contra sobrecorriente máxima de 20 amperes**	**Circuitos de control de riego y alumbrado del paisaje limitados a menos de 30 volts e instalados con cables tipo UF o en otros cables o canalizaciones identificados**
	centímetros				
Todas las ubicaciones no especificadas abajo	60	15	45	30	15
En zanjas con una cubierta de 5 centímetros de concreto de espesor o equivalente	45	15	30	15	15
Bajo un edificio	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o MI identificados para instalar directamente enterrados)	0	0	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificado para instalar directamente enterrados)	0 (en canalizaciones o cable tipo MC o tipo MI identificado para instalar directamente enterrados)
Bajo baldosas de concreto para exteriores de mínimo 10 centímetros de espesor, sin tráfico de vehículos y que las baldosas sobresalgan no menos de 15 centímetros de la instalación subterránea	45	10	10	15 (directamente enterrado)	15 (directamente enterrado)
				10 (en canalizaciones)	10 (en canalizaciones)
Bajo calles, carreteras, autopistas, callejones, accesos vehiculares y estacionamientos	60	60	60	60	60
Accesos vehiculares y estacionamientos exteriores para viviendas unifamiliares, bifamiliares y utilizados sólo para propósitos relacionados con la vivienda	45	45	45	30	45
Dentro o bajo las pistas de los aeropuertos, incluidas las áreas adyacentes donde está prohibido el paso	45	45	45	45	45

1. Profundidad mínima se define como la distancia más corta en milímetros medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, tubo conduit o canalización directamente enterrados, y el nivel superior del terreno terminado, concreto o cubierta similar.

2. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento sólo embebidas en concreto requieren una cubierta de concreto de no menos de 5 centímetros de espesor.

3. Se permitirán menores profundidades cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o cuando se requiere tener acceso a ellos.

4. Cuando se usa uno de los métodos de alambrado presentados en las columnas 1-3 para uno de los tipos de circuitos de las columnas 4 y 5, se permitirá enterrar los cables a la menor profundidad.

5. Si se encuentra roca sólida que impide cumplir con la profundidad especificada en esta Tabla, el alambrado se debe instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas directamente enterradas. Las canalizaciones se deben cubrir con un mínimo de 5 centímetros de concreto que penetre hasta la roca.

Excepción 1: Se permitirá el cable tipo MI bajo un edificio sin instalación en una canalización, cuando esté embebido de concreto, relleno u otro material de mampostería de acuerdo con 332-10(6) o en tramos subterráneos si están protegidos adecuadamente contra daños físicos y condiciones corrosivas de acuerdo con 332-10(10).

Excepción 2: Se permitirá el cable tipo MC directamente enterrado o revestido en concreto bajo un edificio, sin instalación en una canalización de acuerdo con 330-10(a)(5) y en lugares mojados de acuerdo con 330-10(a)(11).

d) Protección contra daños. Los conductores y cables enterrados directamente se deben proteger contra daño según se indica en (1) hasta (4) siguientes.

1) Que salen desde el nivel del terreno. Los conductores y cables enterrados directamente que salen desde el nivel del terreno y que se especifican en las columnas 1 y 4 de la Tabla 300-5, se deben proteger con envolventes o canalizaciones que se extiendan desde la profundidad mínima requerida en el inciso (a), hasta un punto situado a una distancia mínima de 2.50 metros sobre el acabado del terreno. No se exigirá en ningún caso que la protección requerida exceda los 45 centímetros por debajo del acabado del terreno.

2) Conductores que entran en edificios. Los conductores que entran en un edificio deben estar protegidos hasta el punto de entrada.

3) Conductores de acometida. Los conductores de acometidas subterráneas, que no están embebidos en concreto y que están enterradas 45 centímetros o más por debajo del nivel del terreno, deben tener identificada su ubicación por medio de una cinta de aviso colocada en la zanja cuando menos 30 centímetros por encima de la instalación subterránea.

4) Daño del envolvente o la canalización. Cuando la canalización o envolvente estén expuestas a daños, los conductores se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit de PVC Cédula 80 o su equivalente.

e) Empalmes y derivaciones. Se permitirá que los cables o conductores enterrados directamente estén empalmados o derivados sin utilizar cajas de empalme. Los empalmes o derivaciones deben hacerse según lo establecido en 110-14(b).

f) Relleno.

No deben usarse rellenos que puedan dañar la canalización, los cables u otras subestructuras o impedir la compactación adecuada del mismo o contribuir a la corrosión de los elementos de la instalación, tales como relleno que contenga rocas grandes, materiales de pavimento, escorias, materiales grandes y con ángulos agudos o material corrosivo.

Cuando sea necesario proteger a la canalización o al cable contra daño físico, la protección debe proporcionarse por medio de rellenos de materiales granulados o seleccionados, cubiertas adecuadas, mangas apropiadas u otros medios aprobados.

g) Sellos de la canalización. El tubo conduit o canalizaciones por las cuales pudiera hacer contacto la humedad con partes vivas energizadas, deben sellarse en uno o ambos extremos.

NOTA: Cuando se tenga la presencia de gases o vapores peligrosos sellar el tubo conduit o las canalizaciones subterráneas que entren a los edificios.

h) Pasacables. En el extremo de un tubo conduit u otra canalización que termine bajo tierra y de la que salgan los conductores o cables como en el método de alambrado directamente enterrado, se debe instalar un pasacable o accesorio terminal con una abertura integrada en forma de anillo aislador. En lugar del pasacable se permitirá usar un sello que tenga las mismas características de protección física del pasacable.

i) Conductores del mismo circuito. Todos los conductores del mismo circuito y cuando se requiera, el conductor puesto a tierra, y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, deben instalarse en una misma canalización o cuando vayan en una trinchera, próximos unos de otros.

Excepción 1: Se permitirán que los conductores sean instalados en paralelo en canalizaciones, cables multiconductores o cables conductores individuales directamente enterrados. Cada cable multiconductor o canalización debe contener todos los conductores del mismo circuito, incluidos los conductores de puesta a tierra del equipo. Cada cable conductor individual directamente enterrado, se debe localizar lo más cerca posible en la zanja con los cables conductores individuales en el mismo juego paralelo de conductores en el circuito, incluidos los conductores de puesta a tierra de equipos.

Excepción 2: Se permitirán instalaciones de fase separada, polaridad, conductor puesto a tierra y conductor de unión y de puesta a tierra del equipo en cables o canalizaciones no metálicas con recubrimiento no metálico o forro no magnético situadas muy cerca unas de otras, cuando los conductores estén en paralelo como lo permite 310-10(h), y cuando se cumplen las condiciones de 300-20(b).

j) Movimientos de la tierra. Cuando los conductores, cables o canalizaciones directamente enterrados estén sujetos a asentamiento por movimientos del terreno o a causa de heladas, los conductores, cables o

canalizaciones directamente enterrados se deben colocar de modo que se eviten daños a los conductores encerrados o a los equipos conectados a las canalizaciones.

NOTA: Esta sección reconoce los bucles en "S" en las transiciones de directamente enterrado a canalizaciones, en las juntas de expansión en las canalizaciones ascendentes hasta los equipos fijos y, en general, la realización de conexiones flexibles a los equipos sujetos a asentamientos o levantamientos.

k) Perforación direccional. Los cables o canalizaciones que se instalan usando equipo de perforación direccional deben estar aprobados para ese propósito.

300-6. Protección contra la corrosión y el deterioro. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de cables con canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armadura de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, accesorios, soportes y todo el material de soporte, deben ser de materiales adecuados para el medio ambiente en el cual van a ser instalados.

a) Equipo metálico ferroso. Las canalizaciones metálicas ferrosas, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión por dentro y por fuera (excepto las roscas en las uniones), recubriéndolos con un material aprobado resistente a la corrosión. Cuando es necesaria la protección contra la corrosión y el tubo conduit se rosca en el sitio, las roscas se deben recubrir con un compuesto aprobado, eléctricamente conductor y resistente a la corrosión.

Excepción: No se exigirá que el acero inoxidable tenga recubrimiento protector.

1) Protegidos contra la corrosión sólo mediante esmalte. Cuando están protegidos contra la corrosión sólo con esmalte, las canalizaciones metálicas ferrosas, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos metálicos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, no se deben utilizar en exteriores ni en lugares mojados, como se describe en 300-6(d).

2) Recubrimientos orgánicos en cajas o gabinetes. Cuando las cajas o gabinetes tengan un sistema aprobado de recubrimiento con pintura orgánica y estén rotulados como "hermético a la lluvia", "a prueba de lluvia" o "tipo exterior", se permitirá utilizarlos en exteriores.

3) En concreto o en contacto directo con la tierra. Se permitirá instalar canalizaciones metálicas ferrosas, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte en concreto o en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a un fuerte ambiente corrosivo, cuando estén fabricados de material aprobado para esta condición o estén provistos de una protección contra la corrosión.

b) Equipo metálico de aluminio. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, armaduras de cables, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte, todos de aluminio, embebidos en concreto o en contacto directo con la tierra, deben estar provistos de protección suplementaria contra la corrosión.

c) Equipo no metálico. Las canalizaciones, charolas portacables, ensamble de canalizaciones prealambradas, canales auxiliares, cables con cubierta exterior no metálica y armadura o cubierta metálica interna, cajas, forros de cables, gabinetes, codos, coples, niples, accesorios, soportes y material de soporte no metálicos, deben estar fabricados de material resistente a la corrosión y deben cumplir lo que se especifica en (1) y (2) siguientes, según se aplique a la instalación específica.

1) Expuesto a la luz solar. Cuando los materiales están expuestos a la luz solar, deben estar identificados como resistentes a la luz solar.

2) Exposición a sustancias químicas. Si están sometidos a exposición a solventes, vapores, inmersión o rociado de sustancias químicas, los materiales o recubrimientos deben ser resistentes a las sustancias químicas con base en su aplicación o deben estar identificados para resistir el reactivo químico específico.

d) Lugares mojados en interiores. En plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas y otros lugares mojados en interiores, y en lugares donde se laven las paredes con frecuencia o tengan superficies de material absorbente, como papel húmedo o madera, todo el sistema de alambrado, incluidas cajas, accesorios, canalizaciones y cables usados con el mismo, cuando estén

expuestos, se deben montar de modo que quede como mínimo un espacio libre de 6 milímetros entre el sistema de alambrado y la pared o superficie que lo soporta.

Excepción: Se permite la instalación de canalizaciones, cajas y accesorios no metálicas sin la separación mínima en superficies de concreto, tabique, azulejo o superficies similares.

NOTA: En general, los lugares en los cuales se manejan y almacenan productos químicos, ácidos y/o alcalinos pueden presentar condiciones severas de corrosión especialmente si son lugares húmedos o mojados. Existen condiciones severas de corrosión en áreas de plantas empacadoras de carne, tenerías, pegamentos, algunos establos, instalaciones muy cercanas al mar y a las albercas, áreas donde se utilizan productos químicos para deshielo y sótanos o cuartos de almacenamiento para cueros, crudos, materiales para embalar, fertilizantes, sal y productos químicos a granel.

300-7. Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas.

a) Sellado. Cuando diversas partes de una canalización o cubierta de cable están expuestas a temperaturas muy diferentes, y cuando se sabe que la condensación es un problema, como en áreas de almacenamiento en frío en los edificios o cuando pasan desde el interior hacia el exterior de un edificio, la canalización o la cubierta se deben rellenar con un material aprobado para evitar la circulación de aire caliente hacia una sección más fría de la canalización o la cubierta. Para este propósito no se exigirá un sello a prueba de explosión.

b) Juntas de expansión. Las canalizaciones deben proporcionarse con juntas de expansión cuando se requiera compensar la expansión y contracción térmica.

NOTA: Las Tablas 352-44 y 355-44 suministran información sobre la expansión para el policloruro de vinilo, (PVC) y para tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), respectivamente.

Se puede determinar un número nominal para tubo conduit de acero al multiplicar la longitud de expansión de la Tabla 352-44 por 0.20. El coeficiente de expansión de la tubería eléctrica de acero, tubo conduit metálico semipesado y tubo conduit pesado, es de 1.170×10^{-5} (0.0000117 milímetros por cada milímetro de tubo conduit por cada grado centígrado de cambio de temperatura).

Se puede determinar un número nominal para tubo conduit de aluminio y tubería metálica eléctrica de aluminio multiplicando la longitud de expansión de la Tabla 352-44 por 0.40. El coeficiente de expansión para tubería metálica eléctrica de aluminio y tubo conduit metálico pesado de aluminio es de 2.34×10^{-5} (0.0000234 milímetros por cada milímetro de tubo conduit por cada grado centígrado de cambio de temperatura).

300-8. Instalación de conductores con otros sistemas. En las canalizaciones o charolas portacables que contengan conductores eléctricos no debe haber ningún tubo, tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otro servicio que no sea eléctrico.

300-9. Canalizaciones en lugares mojados por encima del nivel del suelo. Cuando las canalizaciones se instalan en lugares mojados por encima del nivel del suelo, se debe considerar que el interior de estas canalizaciones es un lugar mojado. Los conductores y cables aislados instalados en canalizaciones en lugares mojados por encima del nivel del suelo deben cumplir con lo que se especifica en 310-10(c).

300-10. Continuidad eléctrica de las canalizaciones y envolventes metálicas. Las canalizaciones, armaduras de cables y otros envolventes metálicos de conductores, se deben unir metálicamente formando un conductor eléctrico continuo y se deben conectar a todas las cajas, accesorios y gabinetes, de modo que ofrezcan una continuidad eléctrica efectiva.

A menos que se permita específicamente en otra parte de esta NOM, las canalizaciones y ensambles de cables se deben sujetar mecánicamente a las cajas, gabinetes, accesorios y otras envolventes.

Excepción 1: No se exigirá que secciones cortas de canalizaciones, usadas para brindar soporte o protección a los ensambles de cables contra daño físico, sean continuas eléctricamente.

Excepción 2: No se exigirá que los envolventes de equipos que se van a aislar, según lo permite 250-96(b), estén unidos eléctricamente a la canalización metálica.

300-11. Aseguramiento y soportes.

a) Firmemente sujetos en el lugar. Las canalizaciones, ensambles de cables, cajas, gabinetes y accesorios deben estar firmemente sujetos en su lugar. No se permitirá utilizar como único soporte, alambres

de soporte que no ofrezcan un soporte seguro. Se permitirán como único soporte, los alambres de soporte y accesorios asociados que brindan un soporte seguro, y que están instalados además de los alambres de soporte de la retícula del plafón. Si se usan alambres de soporte independientes, se deben asegurar en ambos extremos. Los cables y canalizaciones no se deben soportar en la retícula del plafón.

1) Ensambles resistentes al fuego. El alambrado situado dentro de la cavidad de en ensambles para piso o para techo clasificado como resistente al fuego, no se debe sujetar ni soportar a le rejilla del plafón, incluidos los alambres de soporte del ensamble. Debe existir un medio de soporte seguro e independiente y se debe permitir su fijación al ensamble. Si se usan alambres de soporte independientes, se deben poder distinguir por su color, su etiquetado u otro medio eficaz, de los que son parte del diseño clasificado como resistente al fuego.

Excepción: Se permitirá que el sistema de soporte del plafón sostenga el alambrado y el equipo que ha sido probado como parte del ensamble resistente al fuego.

2) Ensambles no resistentes al fuego. El alambrado situado dentro de la cavidad de un ensamble para piso o para techo clasificado como no resistente al fuego, no se debe sujetar ni soportar en el ensamble del plafón, incluidos los alambres de soporte ensamble. Se debe suministrar un medio de soporte seguro e independiente y se debe permitir su fijación al ensamble. Cuando se utilicen alambres de soporte independientes, se deben distinguir ya sea por color, etiqueta u otro medio efectivo.

Excepción: Se permitirá que el sistema de soporte del ensamble sostenga el alambrado del circuito derivado y el equipo asociado, si está instalado de acuerdo con las instrucciones del fabricante del ensamble.

b) Canalizaciones usadas como medio de soporte. Las canalizaciones sólo se deben usar como medio de soporte para otras canalizaciones, cables o equipo no eléctrico, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando la canalización o medio de soporte estén identificados para ese propósito.

(2) Cuando la canalización alberga conductores de alimentación de energía para equipo controlado eléctricamente, y se usa para apoyar conductores o cables de circuito Clase 2 que son únicamente para el propósito de conexión a los circuitos de control del equipo.

(3) Cuando la canalización se usa para sostener cajas de acuerdo con 314-23 o para soportar luminarias de acuerdo con 410-36(e).

c) Cables no utilizados como medio de soporte. Los métodos de alambrado con cables no se deben usar como medio de soporte para otros cables, canalizaciones ni equipo no eléctrico.

300-12. Continuidad mecánica de las canalizaciones y de los cables. Las canalizaciones metálicas o no metálicas, armaduras de cables y forros de cables, deben ser continuos entre los gabinetes, cajas, accesorios u otros envolventes o salidas.

Excepción 1: No se exigirá que las secciones cortas de canalizaciones, utilizadas como soporte o protección de los ensambles de cables contra daño físico, sean continuas mecánicamente.

Excepción 2: No se exigirá que las canalizaciones ni los cables instalados en el fondo de equipos con fondo abierto, como tableros de distribución, centros de control de motores y transformadores montados sobre plataforma o en el suelo se fijen mecánicamente al equipo.

300-13. Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores.

a) Generalidades. Los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las cajas de salida, cajas de registro, dispositivos, etc. Dentro de una canalización no debe haber ni empalmes ni derivaciones, a no ser los permitidos en 300-15; 368-56(a), 376-56, 378-56, 384-56, 386-56, 388-56 o 390-7.

b) Retiro de dispositivos. En los circuitos derivados multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no debe depender de las conexiones en los dispositivos tales como portalámparas, contactos, etc., cuando al retirar tales dispositivos se interrumpa la continuidad.

300-14 Longitud de los conductores libres en las salidas, puntos de conexiones y de interrupción. En cada salida, punto de conexiones y de interrupción se debe dejar libre, para empalmes o para la conexión de luminarias o dispositivos, una longitud de 15 centímetros como mínimo, medida desde el punto en la caja en donde el conductor sale de su canalización o forro del cable. Cuando la abertura para una salida, punto de conexiones o de interrupción es menor de 20 centímetros en cualquier dimensión, cada conductor debe tener la longitud suficiente para extenderse al menos 7.50 centímetros fuera de la abertura.

Excepción: No se exigirá que los conductores no empalmados o que no terminan en el punto de salida, de conexiones o punto de interrupción cumplan con lo especificado en esta sección.

300-15. Cajas o accesorios, cuando se requieren. Se debe instalar una caja en cada salida y punto de interrupción para alambrado oculto con aisladores de porcelana tipo perilla y tubo.

Los accesorios y conectores se deben usar solamente con los métodos de alambrado específicos para los cuales están diseñados y aprobados.

Cuando el método de alambrado es con tubo conduit, tubería, cable tipo AC, cable tipo MC, cable tipo MI, cable con forro no metálico u otros cables, se debe instalar una caja en cada punto de: empalme de un conductor, salida, interrupción, conexión, terminación o paso, a menos que se permita algo diferente en (a) hasta (l) siguientes.

a) Métodos de alambrado con acceso interior. No se exigirá una caja para cada punto de empalme, unión, interrupción, paso, terminación o salida en métodos de alambrado con cubiertas removibles como canalizaciones, ensambles multicontacto, canales auxiliares y canalizaciones superficiales. Las cubiertas deben ser accesibles después de la instalación.

b) Equipos. En lugar de una caja, se permitirá una caja de unión o una caja de conexión, que sean parte integral del equipo aprobado.

c) Protección. No se exigirá una caja cuando los cables entran o salen del tubo conduit o tubería que se usa para brindar soporte a los cables o protección contra el daño físico. Se debe instalar un accesorio en el (los) extremo(s) del tubo conduit o tubería, para proteger el cable contra la abrasión.

d) Cable tipo MI. No se exigirá una caja en donde se usan accesorios accesibles para empalmes rectos en cable con cubierta metálica y aislamiento mineral.

e) Envolvente integral. Se permitirá un dispositivo de alambrado con envolvente integral, identificado para uso con cable con forro no metálico, que tenga abrazaderas de fijación, que aseguran el dispositivo a las paredes o plafón, de construcciones convencionales en sitio, en lugar de una caja.

NOTA: Véanse 334-30(c), 545-10, 550-15(i), 551-47(e) Excepción 1; y 552-48(e), Excepción 1.

f) Accesorio. Se permitirá el uso de un accesorio identificado en lugar de una caja, si los conductores no se empalman ni terminan dentro del accesorio. El accesorio debe ser accesible después de la instalación.

g) Conductores enterrados directamente. Como se permite en 300-5(e), no se exigirá una caja para empalmes y derivaciones en conductores y cables directamente enterrados.

h) Dispositivos aislados. Como se permite en 334-40(b), no se exigirá una caja para dispositivos aislados alimentados mediante cable con forro no metálico.

i) Envolventes. No se exigirá una caja cuando el punto de empalme, de interrupción, terminal o de paso, están en un gabinete de interruptor, en un envolvente para interruptores o dispositivos de sobrecorriente, tal como se permite en 312-8, en controladores de motor, tal como se permite en 430-10(a), o en un centro de control de motores.

j) Luminarias. No se exigirá una caja cuando las luminarias se usan como canalización, como se permite en 410-64.

k) Empotrados. No se exigirá una caja para empalmes cuando los conductores se encuentran empotrados, tal como se permite en 424-40, 424-41(d), 426-22(b), 426-24(a), y 427-19(a).

l) Pozos de visita y registro. No se exigirá una caja para conductores en pozos de visita ni registro, excepto cuando se conectan a equipo eléctrico. La instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte E del Artículo 110 para pozos de visita y 314-30 para registro.

300-16. Canalización o cable para alambrado oculto o a la vista.

a) Caja o accesorio. Se debe utilizar una caja o adaptador terminal con orificios con pasacables separados para cada conductor, siempre que se haga una transición desde un tubo conduit metálico, tubo conduit no metálico, cable con forro no metálico, cable de tipo AC, cable tipo MC o cable con cubierta metálica y aislante mineral y alambrado en una canalización superficial hasta una instalación visible u oculta con aisladores de porcelana tipo de perilla y tubo.

Un adaptador utilizado para este fin no debe tener empalmes ni derivaciones, ni se debe utilizar en las salidas para luminarias. Una caja utilizada para este propósito no debe tener derivaciones ni empalmes, a menos que cumpla con lo estipulado en 314-16(c)(2).

b) Pasacables. Se permitirá el uso de un pasacables en lugar de una caja o terminal, cuando los conductores salen de una canalización y entran o terminan en equipos, como tableros de distribución abiertos,

equipo de control abierto, o equipo similar. El pasacables debe ser de tipo aislante para conductores diferentes de los que tienen forro de plomo.

300-17. Número y tamaño de los conductores en una canalización. El número y tamaño de los conductores en cualquier canalización no debe ser mayor al que permita la disipación de calor y la facilidad de instalación o desmontaje de los conductores sin dañar los conductores o su aislamiento.

NOTA: Véanse las siguientes secciones de esta NOM:

Tubo conduit metálico semipesado, 342-22;

Tubo conduit metálico pesado, 344-22;

Tubo conduit metálico flexible, 348-22;

Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, 350-22;

Tubo conduit PVC, 352-22;

Tubo conduit de HDPE, 353-22;

RTRC, 355-22;

Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, 356-22;

Tubo conduit metálico ligero, 358-22;

Tubo conduit metálico flexible, 360-22;

Tubo conduit no metálico, 362-22;

Canalizaciones en pisos celulares de concreto, 372-11;

Canalizaciones en pisos metálicos celulares, 374-5;

Ductos metálicos, 376-22,

Ductos no metálicos, 378-22;

Canalizaciones metálicas superficiales, 386-22;

Canalizaciones no metálicas superficiales, 388-22;

Canalizaciones bajo el piso, 390-6;

Cables para artefactos, 402-7;

Teatros, 520-6;

Anuncios, 600-31(c);

Elevadores, 620-33;

Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señal de audio, 640-23(a) y 640-24;

Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3, Artículo 725;

Circuitos de alarmas contra incendios, Artículo 760; y

Cables de fibra óptica y canalizaciones, Artículo 770.

300-18. Instalación de canalizaciones.

a) Tramos completos. Las canalizaciones diferentes de los electroductos (Ductos con barras) o canalizaciones expuestas que poseen cubiertas articuladas o removibles, se deben instalar completas entre los puntos de salida, unión o empalme, antes de instalar los conductores. Cuando se requiere facilitar la instalación del equipo de utilización, se permitirá que la canalización se instale inicialmente sin una conexión terminal en el equipo. Se permitirán ensambles de canalizaciones prealambradas, solamente en donde se permita específicamente en esta NOM para el método de alambrado aplicable.

Excepción: No se exigirá que las secciones cortas de canalizaciones usadas para contener conductores o ensamble de cables para protección contra el daño físico, se instalen completas entre los puntos de salida, unión o empalme.

b) Soldadura. Las canalizaciones metálicas no deben estar soportadas, terminadas o conectadas mediante soldadura, a menos que estén diseñadas específicamente para este fin, o que sea permitido específicamente algo diferente en esta NOM.

300-19. Soporte de los conductores en canalizaciones verticales.

a) Intervalos de separación máximos. Los conductores en canalizaciones verticales se deben sujetar si la canalización vertical supera los valores de la Tabla 300-19(a). Debe haber un soporte para cables en la parte superior de la canalización vertical o lo más cerca posible de ella. Los soportes intermedios deben ser los necesarios para limitar la longitud del conductor sostenido, para que no sea mayor que los valores establecidos en la Tabla 300-19(a).

Tabla 300-19(a).- Separación entre los soportes de los conductores

Tamaño o designación del conductor	Soporte de los conductores en canalizaciones verticales	Conductores	
		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre
		metros	
Desde 0.824 mm^2 (18 AWG) hasta 8.37 mm^2 (8 AWG)	no mayores a	—	30
Desde 13.3 mm^2 (6 AWG) hasta 53.5 mm^2 (1/0 AWG)		60	30
Desde 67.4 mm^2 (2/0 AWG) hasta 107 mm^2 (4/0 AWG)		55	25
Mayor que 107 mm^2 (4/0 AWG) hasta 177 mm^2 (350 kcmil)		40	20
Mayor que 177 mm^2 (350 kcmil) hasta 253 mm^2 (500 kcmil)		35	15
Mayor que 253 mm^2 (500 kcmil) hasta 380 mm^2 (750 kcmil)		30	10
Mayor que 380 mm^2 (750 kcmil)		25	10

Excepción: Un cable con armadura de alambre de acero se debe sostener en la parte superior del tramo vertical con un soporte para cable que sujete a la armadura. Se permitirá instalar en el extremo inferior del conducto vertical un dispositivo de seguridad que sostenga el cable, en el caso de que éste se deslice por el interior del soporte de la armadura de cable con alambre. Se permitirá instalar otros soportes adicionales de tipo cuña que alivien los esfuerzos causados en las terminales de los equipos por la expansión del cable bajo carga.

b) Cables y conductores resistentes al fuego. Los métodos de soporte y los intervalos para cables y conductores resistentes al fuego, deben cumplir con todas las limitaciones suministradas en la lista del sistema de protección del circuito eléctrico usado y, en ningún caso, deben exceder los valores de la Tabla 300-19(a).

c) Métodos de soporte. Se debe utilizar uno de los siguientes métodos de soporte:

(1) Dispositivos de sujeción construidos con o que empleen cuñas aislantes, introducidas en los extremos de las canalizaciones. Cuando la sujeción del aislamiento no sostenga adecuadamente el cable, se debe sujetar también el conductor.

(2) Insertando cajas en los intervalos exigidos, en las que se hayan instalado soportes aislantes que se aseguren de una manera satisfactoria para soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Las cajas deben estar provistas con tapa.

(3) En las cajas de conexiones, doblando los cables no menos de 90° y llevándolos horizontalmente hasta una distancia no menor al doble del diámetro del cable, sobre dos o más soportes aislantes, y sujetados además mediante alambres de amarre, si se desea. Cuando se utilice este método, los cables se deben sujetar a intervalos no superiores al 20 por ciento de los establecidos en la Tabla anterior.

(4) Mediante otro método igualmente eficaz.

300-20. Corrientes inducidas en envolventes metálicas ferrosas o canalizaciones metálicas ferrosas.

a) Agrupamiento de conductores. Cuando se instalen conductores de corriente alterna en envolventes o canalizaciones metálicas ferrosas, se deben agrupar de modo que se evite el calentamiento por inducción del metal ferroso circundante. Para ello, se deben juntar todos los conductores de fase y, cuando los haya, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos.

Excepción 1: Se permitirá la instalación de los conductores de puesta a tierra del equipo, para algunas instalaciones existentes, separados de los conductores de su circuito asociado, si están tendidos de acuerdo con las disposiciones de 250-130(c).

Excepción 2: Se permitirá instalar un solo conductor en un envolvente ferromagnético y usarlo para calentamiento por efecto superficial, de acuerdo con las disposiciones de 426-42 y 427-47.

b) Conductores individuales. Cuando un solo conductor de corriente alterna pase a través de un metal con propiedades magnéticas, se deben reducir al mínimo los efectos de la inducción con alguno de estos dos métodos:

(1) Haciendo ranuras en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasan los conductores individuales o

(2) Pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande para que quepan todos los conductores del circuito.

Excepción: En el caso de circuitos de alimentación para sistemas de alumbrado de vacío o de descarga eléctrica, o de anuncios o aparatos de rayos X, las corrientes que pasan por los conductores son tan pequeñas que, cuando estos conductores están ubicados en envolventes metálicos o pasan a través de metales, se pueden despreciar los efectos del calentamiento por inducción.

NOTA: Como el aluminio es un metal no magnético, no se producirá calentamiento por histéresis, sin embargo, las corrientes inducidas estarán presentes. Tales corrientes no son de magnitud suficiente como para que requieran el agrupamiento de los conductores ni otro tratamiento especial cuando pasan los conductores a través de paredes de aluminio.

300-21. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones eléctricas en espacios vacíos, ductos verticales y ductos de ventilación o de manejo de aire, deben hacerse de modo que la posible propagación de fuego o de productos de la combustión no sea incrementada substancialmente. Las aberturas alrededor de los elementos eléctricos que pasan a través de paredes, tabiques, pisos o techos resistentes al fuego, deben protegerse contra el fuego por métodos adecuados, para mantener la resistencia contra fuego.

NOTA: Los catálogos de materiales eléctricos para la construcción, contienen listados de limitaciones que son necesarias para mantener la clasificación de resistencia al fuego de un ensamble en el que se han hecho penetraciones o aberturas. Los reglamentos de construcción también contienen limitaciones sobre las penetraciones de membrana en lados opuestos de ensambles para pared resistente al fuego. Un ejemplo es la separación mínima horizontal de 60 centímetros que se aplica usualmente entre cajas instaladas en las caras opuestas de una pared. En estos catálogos de productos se puede encontrar la ayuda necesaria para cumplir con lo establecido en 300-21.

300-22. Alambrado en ductos no utilizados para manejo de aire, ductos construidos para ventilación ambiental y otros espacios para ventilación ambiental (Plenum). Lo establecido en esta sección se aplica a la instalación y usos de alambrado y de equipos eléctricos en ductos utilizados para la extracción de polvo, pelusas o vapor; ductos construidos específicamente para ventilación ambiental; y otros espacios usados para ventilación ambiental (plenum).

NOTA: Véase el Artículo 424, Parte F con respecto a los calentadores de ductos.

a) Ductos para la extracción de polvo, pelusas o vapor. En los ductos utilizados para el transporte de polvo, pelusas o vapores inflamables, no se debe hacer ningún tipo de sistema de alambrado. Tampoco se debe hacer ninguna instalación eléctrica en ductos o fosos que contengan únicamente esos ductos, utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de equipo de cocina tipo comercial.

b) Ductos específicamente construidos para ventilación ambiental. En los ductos específicamente construidos para ventilación ambiental, sólo se deben hacer instalaciones eléctricas con cables de tipo MI, o cables de tipo MC con forro impermeable metálico liso o corrugado, sin recubrimiento general no metálico, tubería metálica eléctrica, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado o tubo conduit metálico pesado sin recubrimiento general no metálico. Se permitirá tubo conduit metálico flexible de longitud no mayor que 1.20 metros para conectar equipos y dispositivos ajustables físicamente para estar dentro de estos ductos construidos. Los conectores utilizados con tubo conduit metálico flexible deben cerrar eficazmente cualquier abertura en la conexión. Se permitirá instalar equipos y dispositivos dentro de dichos ductos sólo si son necesarios para actuar en forma directa sobre el aire contenido o monitorear el aire contenido. Cuando haya instalados equipos o dispositivos y sea necesaria la iluminación para facilitar su reparación y mantenimiento, se permitirán luminarias selladas.

c) Otros espacios usados para ventilación ambiental (Plenums). Esta sección se debe aplicar a los espacios no construidos específicamente para propósitos de manejo del aire ambiental, pero utilizados para propósitos del manejo de aire como un plenum. Esta sección no aplica para recintos habitables o áreas de edificios cuyo propósito principal no es el manejo de aire.

NOTA 1: El espacio sobre un plafón colgante, usado para propósitos de manejo de aire ambiental es un ejemplo del tipo de otros espacios a los cuales se aplica esta sección.

Excepción: Esta sección no se debe aplicar a los espacios entre vigas o columnas de unidades de vivienda en donde el alambrado pasa a través de estos espacios, perpendicular a la dimensión más grande de tales espacios.

1) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado para estos otros espacios se deben limitar a los electroductos (Ductos con barras) aislados, no ventilados y encerrados totalmente, que no tienen provisiones para conexiones enchufables, cable tipo MI, cable tipo MC sin recubrimiento total no metálico, cable tipo AC, u otro cable multiconductor de control o de potencia ensamblado en fábrica y aprobado específicamente para uso dentro de un espacio de manejo de aire, o ensambles de cable prefabricados y aprobados, de sistemas de alambrado metálico fabricado sin forro no metálico. Se permitirá la instalación de otros tipos de cables, conductores y canalizaciones en tubería metálica eléctrica, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico pesado sin recubrimiento total no metálico, tubo conduit metálico flexible, o en donde sean accesibles, canalizaciones metálicas superficiales o ductos metálicos de alambres con cubiertas metálicas.

2) Sistemas de charolas portacables. Las disposiciones en (a) o (b) se aplican para el uso de sistemas de charolas portacables metálicas en otros espacios utilizados para la ventilación ambiental (plenums), en donde sea accesible como sigue:

a) Sistemas de charolas portacables de metal. Se permitirá que los sistemas de charolas portacables de metal soporten los métodos de alambrado en 300-22(c)(1).

b) Sistemas de charolas portacables de metal de fondo y lado sólidos. Se permitirá que los sistemas de charolas portacables de metal de fondo y lado sólidos con cubiertas sólidas de metal, contengan los métodos de alambrado y los cables, que no están cubiertos en (1) anterior, de acuerdo con 392-10 (a) y (b).

3) Equipo. En otros espacios utilizados para la ventilación ambiental (plenums), se permitirá la instalación de equipo eléctrico con envolvente metálico o equipo eléctrico con envolvente no metálico aprobado para uso dentro de un espacio de manejo de aire y con características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo, así como con el material del alambrado asociado adecuado para la temperatura ambiente, a menos que se prohíba en otra parte de esta NOM.

Excepción: Se permitirán los sistemas de ventiladores integrales, si están identificados específicamente para uso dentro de un espacio de manejo de aire.

d) Equipo de tecnología de información. El alambrado eléctrico en áreas de ventilación por debajo de pisos falsos en lugares para equipo de tecnología de la información, se permitirá de acuerdo con el Artículo 645.

300-23. Paneles diseñados para permitir el acceso. Los cables, canalizaciones y equipos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso, incluidos los paneles de plafones suspendidos, deben estar instalados y sujetos de manera que permitan quitar los paneles y permitir el acceso a los equipos.

B. Requisitos para instalaciones de más de 600 volts

300-31. Tapas requeridas. Se deben instalar tapas adecuadas en todas las cajas y accesorios y envolventes similares para impedir contactos accidentales con las partes energizadas o daños materiales a las partes o al aislamiento.

300-32. Conductores de diferentes sistemas. Véase 300-3(c) (2).

300-34. Radio de curvatura de los conductores. Durante la instalación o después de ella, los conductores no se deben doblar a un radio menor a 8 veces el diámetro total para conductores no blindados, o 12 veces el diámetro total para conductores blindados o recubiertos de plomo. En cables multiconductores o cables de conductores sencillos agrupados con conductores blindados individualmente, el radio mínimo de curvatura es de 12 veces el diámetro de los conductores blindados individualmente o 7 veces el diámetro total, lo que sea mayor.

300-35. Protección contra calentamiento por inducción. Las canalizaciones metálicas y los conductores asociados deben estar dispuestos de manera que se evite el calentamiento de la canalización, de acuerdo con las disposiciones aplicables de 300-20.

300-37. Métodos de alambrado sobre la tierra. Los conductores sobre la tierra se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, en tubo conduit metálico semipesado, en tubería metálica eléctrica, en tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) y tubo conduit de PVC, en charolas portacables, en canales auxiliares, como electroductos (Ductos con barras), como ensambles de cables con aislamiento en envoltura metálica, en otras canalizaciones identificadas o como tendidos visibles de cable revestido de metal adecuado para este uso y propósito. En lugares accesibles solamente a personal calificado, también se permitirán tendidos visibles de cables media tensión, conductores desnudos y barras colectoras desnudas. Se permitirá que las barras colectoras sean de cobre o aluminio.

300-39. Conductores aislados con cubierta trenzada. Instalación visible. Los tendidos expuestos de conductores aislados con cubierta trenzada deben tener una malla retardante de flama. Si los conductores usados no tienen esta protección, se debe impregnar la cubierta trenzada con un retardante de flama, después de la instalación. Esta cubierta trenzada tratada, se debe retirar hacia atrás hasta una distancia segura de las terminales del conductor, de acuerdo con la tensión de operación. Esta distancia no debe ser menor a 2.50 centímetros por cada kilovolt de la tensión del conductor a tierra del circuito, en donde sea aplicable.

300-40. Blindaje del aislamiento. Los componentes del blindaje de aislamiento metálico y semiconductor, de los cables blindados, se deben retirar en los extremos del cable una distancia que depende de la tensión del circuito y del aislamiento. Se deben suministrar medios para reducir el esfuerzo dieléctrico, en todas las terminaciones del blindaje aplicado en fábrica.

Los componentes de la armadura metálica, tales como cintas, alambres o mallas, o una combinación de ellos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra, a una barra colectora de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra.

300-42. Protección mecánica o contra la humedad, para cables con cubierta metálica. Cuando los conductores del cable salen de una cubierta metálica y es necesaria protección contra la humedad o daños físicos, el aislamiento de los conductores se debe proteger mediante un dispositivo terminal de la cubierta metálica del cable.

300-50. Instalaciones subterráneas.

a) Generalidades. Los conductores subterráneos se deben identificar para la tensión y las condiciones bajo las cuales se instalan. Los cables directamente enterrados deben cumplir con las disposiciones de 310-10 (f). Los cables subterráneos se deben instalar de acuerdo con (1) o (2) siguientes, y la instalación debe cumplir los requisitos de profundidad de la Tabla 300-50.

1) Cables blindados y no blindados en ensambles de cables con armadura metálica. Los cables subterráneos, incluidos los cables no blindados, cables tipo MC y cables con cubierta metálica impermeable a la humedad, deben tener estos forros puestos a tierra a través de una trayectoria de puesta a tierra efectiva que cumpla con los requisitos de 250-4(a)(5) o (b)(4). Se deben enterrar directamente o instalar en canalizaciones identificadas para ese uso.

2) Otros cables no blindados. Los cables no blindados no tratados en el inciso (1) anterior se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado o tubo conduit no metálico pesado, recubierto en no menos de 7.50 centímetros de concreto.

b) Lugares mojados. El interior de envolventes o canalizaciones instaladas bajo tierra se deben considerar como lugares mojados. Los conductores aislados y los cables instalados en estos envolventes o canalizaciones en instalaciones subterráneas se deben aprobar para su uso en lugares mojados y deben cumplir con 310-10(c). Cualquier conexión o empalme en una instalación subterránea debe ser aprobada para lugares mojados.

c) Protección contra daños. Los conductores que salen de la tierra se deben alojar en canalizaciones aprobadas. Las canalizaciones instaladas en postes deben ser de tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), marcado con el sufijo – XW, tubo conduit de PVC Cédula 80, o su equivalente, que se extienda desde la profundidad mínima requerida en la Tabla 300-50, hasta un punto a 2.50 metros sobre el nivel terminado del terreno. Los conductores que entran en un edificio se deben proteger mediante un envolvente o canalización aprobados, desde la profundidad de cubierta mínima hasta el punto de entrada. Cuando los conductores, canalizaciones o cables directamente enterrados están expuestos a movimiento por asentamiento o heladas, se deben instalar para impedir daño a los conductores encerrados o al equipo conectado a las canalizaciones. Los envolventes metálicos se deben poner a tierra.

d) Empalmes. Se permitirá que los cables de directamente enterrados sean empalmados o derivados sin el uso de cajas de empalme, siempre y cuando se instalen utilizando materiales adecuados para esa aplicación. Las derivaciones y empalmes deben ser herméticos al agua y protegidos contra daños mecánicos. Cuando los cables están blindados, el blindaje debe ser continuo a través del empalme o derivación.

Excepción: En los empalmes de un sistema de alambrado, se permitirá interrumpir y traslapar los blindajes metálicos de los cables de un solo conductor enterrados directamente, manteniendo una separación constante entre fases. Si los blindajes son interrumpidos y traslapados, cada sección de blindaje se debe poner a tierra en un punto.

e) Relleno. Se debe brindar protección en forma de material granular o seleccionado, o cubiertas adecuados, para evitar que las canalizaciones o cables sufran daño físico. Se debe evitar que el relleno contenga rocas grandes, materiales de pavimentación, escoria, materiales angulares grandes o afilados, o materiales corrosivos, porque estos materiales puedan dañar o contribuir a la corrosión de las canalizaciones, cables u otras subestructuras, o impedir la compactación adecuada del relleno.

f) Sello de la canalización. Cuando una canalización entra desde un sistema subterráneo, el extremo que se encuentra dentro del edificio se debe sellar con un compuesto identificado, con el fin de impedir la entrada de humedad o gases, o se debe colocar de manera que se impida el contacto de la humedad con las partes vivas.

Tabla 300-50.- Requisitos de profundidad mínima[a]

Tensión del circuito	Condiciones generales (no especificadas de otra manera)			Condiciones especiales(se usan si es aplicable)		
	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6
	Cables enterrados directamente[d]	Tubo conduit RTRC, PVC, y HDPE[b]	Tubo conduit metálico pesado y semipesado	Canalizaciones bajo edificios o losas de concreto exteriores, con espesor mínimo[c] de 10 centímetros	Cables en canalizaciones de aeropuertos o áreas adyacentes en donde se prohíbe el paso	Areas sometidas a tráfico vehicular tales como vías principales y Comerciales para estacionamiento
	Centímetros					
Mayor de 600 volts hasta 22 kilovolts	75	45	15	10	45	60
Mayor de 22 kilovolts hasta 40 kilovolts	90	60	15	10	45	60
Mayor de 40 kilovolts	100	75	15	10	45	60

NOTAS GENERALES:

1. Se permitirán profundidades menores cuando se exige altura de los conductores o cables para las terminaciones o los empalmes o cuando se necesita tener acceso.

2. Cuando la roca sólida evita el cumplimento con las especificaciones de profundidad de la cubierta de esta tabla, el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica directamente enterrada. La canalización debe estar cubierta con un mínimo de 5 centímetros de concreto que se extienda hasta la roca.

3. En establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que personas calificadas atenderán la instalación, se permitirá que los requisitos mínimos de profundidad de la cubierta, para conductos diferentes del tubo conduit metálico pesado y el tubo conduit metálico semipesado, se reduzcan 15 centímetros por cada 5 centímetros de concreto o equivalente, colocado totalmente dentro de la zanja por encima de la instalación subterránea.

NOTAS ESPECIFICAS:

a) Profundidad mínima se define como la distancia más corta, en milímetros, medida entre un punto en la superficie superior de cualquier conductor, cable, tubo conduit u otra canalización enterrada directamente, y la superficie superior del nivel terminado del terreno, concreto u otra cubierta similar.

b) Aprobado para uso directamente enterrado sin revestimiento. Todos los otros sistemas no metálicos requerirán 5 centímetros de concreto o su equivalente sobre el conduit, adicional a la profundidad que se indica en la tabla.

c) La losa debe sobresalir de la instalación subterránea un mínimo de 15 centímetros, y se debe colocar una cinta de advertencia u otro medio eficaz y adecuado para las condiciones, sobre la instalación subterránea.

d) La ubicación de cables subterráneos enterrados directamente que no están encerrados ni protegidos con concreto y están enterrados a 75 centímetros o más por debajo del suelo, se debe identificar con una cinta de advertencia que se coloca en la zanja por lo menos a 30 centímetros por encima de los cables.

ARTICULO 310

CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

A. Generalidades

310-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, resistencia mecánica, ampacidad y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integral de equipos como motores, controladores de motores y equipos similares, ni a los conductores específicamente tratados en otras partes de esta NOM.

NOTA: Para los cordones y cables flexibles, véase el Artículo 400. Para los cables de artefactos, véase el Artículo 402.

310-2. Definiciones

Ductos eléctricos. Tubos conduit u otras canalizaciones de sección transversal redonda, que son adecuados para uso subterráneo o recubiertos de concreto.

Resistividad térmica. Como se usa en esta NOM, es la habilidad de transferencia de calor a través de una sustancia, por conducción. Es el recíproco de la conductividad térmica, se designa como Rho y se expresa con las unidades de °C-cm/W.

B. Instalación

310-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de los conductores descritos en 310-104 en cualquiera de los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3, y como se especifica en sus respectivas tablas o como se permita en otras partes de esta NOM.

NOTA: El aislamiento termoplástico se puede endurecer a temperaturas menores a -10 °C. A temperatura normal, el aislamiento termoplástico también se puede deformar si está sometido a presión, como en los puntos de soporte. Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de corriente continua en lugares mojados, se puede producir una electroósmosis entre el conductor y el aislamiento.

a) Lugares secos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos, deben ser de cualquiera de los tipos identificados en esta NOM.

b) Lugares secos y húmedos. Los conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, SA, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, XHHW-2, Z o ZW.

c) Lugares mojados. Los conductores y cables aislados usados en lugares mojados deben cumplir con una de las siguientes condiciones:

(1) Tener cubierta metálica impermeable a la humedad.

(2) Ser de los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW.

(3) Ser de un tipo aprobado para uso en lugares mojados.

d) Lugares expuestos a la luz solar directa. Los conductores o cables aislados donde estén expuestos directamente a los rayos solares deben cumplir con (1) o (2):

(1) Los conductores y cables deben estar aprobados, o aprobados y marcados como resistentes a la luz solar.

(2) Los conductores y cables deben estar recubiertos con material aislante, tal como una cinta o cubierta, que esté aprobada, o aprobada y marcada como resistente a la luz solar.

e) Blindaje. Se permitirán conductores aislados resistentes al ozono, no blindados, con una tensión máxima de fase a fase de 5000 volts en cables tipo MC en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas capacitadas atenderán la instalación. Para otros establecimientos, los conductores aislados dieléctricos sólidos que funcionan a más de 2000 volts en instalaciones permanentes, deben tener aislamiento resistente al ozono y deben estar blindados. Todos los blindajes metálicos del aislamiento se deben conectar a un conductor del electrodo de puesta a tierra, a una barra de puesta a tierra, a un conductor de puesta a tierra del equipo o a un electrodo de puesta a tierra.

NOTA: Los principales propósitos del blindaje son confinar los esfuerzos de la tensión al aislamiento, conducir la corriente de carga capacitiva y la corriente de fuga del aislamiento a tierra, así como conducir la corriente de falla a tierra para facilitar la operación de los dispositivos de protección contra falla a tierra en el caso de una falla del cable eléctrico.

Excepción 1: Se permitirá usar conductores aislados no blindados aprobados, en instalaciones de hasta 2400 volts, con las siguientes condiciones:

a. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a la formación de caminos conductores y a las descargas parciales o, el(los) conductor(es) aislado(s), debe(n) estar recubierto(s) con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a la formación de caminos conductores.

b. Cuando se usen en lugares mojados, el(los) conductor(es) aislado(s) debe(n) tener una cubierta no metálica que los cubra totalmente, o una cubierta metálica continua.

c. El espesor del aislamiento y de la cubierta debe estar de acuerdo con la Tabla 310-104(d).

Excepción 2: Se permitirá usar los conductores aislados no blindados aprobados hasta 5000 volts para reemplazar los conductores existentes no blindados, en equipos existentes en establecimiento industriales únicamente, bajo las siguientes condiciones:

a. Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personal calificado instala y atiende la instalación.

b. Los conductores deben tener un aislamiento resistente a las descargas eléctricas y a las descargas parciales o, el conductor con aislamiento, debe estar recubierto con un material resistente al ozono, a las descargas eléctricas y a las descargas parciales.

c. Cuando se utilicen en lugares mojados, el conductor con aislamiento deben tener una cubierta no metálica o una cubierta metálica continua.

d. El espesor del aislamiento y de la cubierta debe estar de acuerdo con la Tabla 310-104(d).

NOTA: Es posible que la reubicación o el reemplazo del equipo no cumpla con el término existente al relacionarse con esta excepción.

Excepción 3: Cuando se permita en la Excepción 2 del inciso (f) siguiente.

f) Conductores enterrados directamente. Los conductores usados directamente enterrados deben ser de un tipo identificado para ese uso. Los cables con aislamiento de más de 2000 volts deben ser blindados.

Excepción 1: Se permitirá usar cables multiconductores no blindados con aislamiento de entre 2001 y 2400 volts, si el cable tiene un blindaje o armadura metálica que lo cubra totalmente.

El blindaje, forro o armadura metálicos se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra, a la barra colectora de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra.

Excepción 2: Se permitirá que el cable para alumbrado de aeropuertos usado en circuitos en serie con tensión de hasta 5000 volts y que son alimentados por reguladores, no esté blindado.

NOTA 1: En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de 600 volts o menos, véase 300-5.

NOTA 2: En cuanto a los requisitos de instalación de los conductores de más de 600 volts, véase 300-50.

g) Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que tengan un efecto perjudicial sobre el conductor o el aislamiento, deben ser de un tipo adecuado para esa aplicación.

h) Conductores en paralelo.

1) Generalidades. Se permitirá que los conductores de aluminio, de aluminio recubierto de cobre o de cobre de tamaño 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayor, que sean los de fase, polaridad, neutro o el puesto a tierra del circuito estén conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos) cuando se instalen de acuerdo con (2) a (6) siguientes.

Excepción 1: Se permitirá instalar en paralelo conductores con tamaño menor a 53.5 mm^2 (1/0 AWG) para suministrar alimentación de control a instrumentos de medida, contactores, relevadores, solenoides y otros dispositivos de control similares, o para frecuencias de 360 Hz y más, siempre que se aplique todo lo siguiente:

a. Estén contenidos dentro de la misma canalización o cable.

b. La ampacidad de cada conductor individual sea suficiente para transportar toda la corriente que comparten los conductores en paralelo.

c. La protección contra sobrecorriente sea tal que no se supere la ampacidad de cada conductor individual, en caso de que uno o más de los conductores en paralelo se desconectaran accidentalmente.

Excepción 2: Bajo la supervisión de ingeniería, se permitirá tender en paralelo conductores neutros puestos a tierra de tamaño 33.6 mm^2 (2 AWG) y 42.4 mm^2 (1 AWG), en las instalaciones ya existentes.

NOTA a la Excepción 2: La Excepción 2 se puede aplicar para evitar sobrecalentamiento de conductores neutros en instalaciones existentes con gran contenido de armónicas.

2) Características de los conductores. Los conductores en paralelo de cada fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito, conductor de puesta a tierra de equipos o puente de unión de equipos, deben cumplir con todas las siguientes condiciones:

Tener la misma longitud.

(1) Ser del mismo material conductor.

(2) Ser del mismo tamaño en mm^2.

(3) Tener el mismo tipo de aislamiento.

(4) Terminar de la misma manera.

3) Cables o canalizaciones separadas. Cuando los conductores se tiendan en cables o canalizaciones distintas, los cables o canalizaciones deben tener la misma cantidad de conductores y las mismas características eléctricas. No se exigirá que los conductores de una fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos, tengan las mismas características físicas que los de otra fase, polaridad, neutro, conductor puesto a tierra del circuito o conductor de puesta a tierra de equipos.

4) Ajuste de la ampacidad. Los conductores instalados en paralelo deben cumplir con las disposiciones de 310-15 (b)(3)(a).

5) Conductores de puesta a tierra de equipos. Cuando se usen conductores en paralelo de puesta a tierra de equipos, se deben dimensionar de acuerdo con 250-122. Se permitirán conductores seccionados de puesta a tierra de equipos con tamaño menor a 53.5 mm^2 (1/0 AWG) en cables multiconductores, de acuerdo con 310-104, siempre que el área circular combinada en mm^2 de los conductores seccionados de puesta a tierra de equipos en cada cable, cumpla con lo que se indica en 250-122.

6) Puentes de unión de equipos. Cuando se instalen en canalizaciones puentes de unión de equipos en paralelo, se deben dimensionar e instalar de acuerdo con 250-102.

310-15. Ampacidad para conductores con tensión de 0-2000 volts.

a) Generalidades

1) Tablas o supervisión de ingeniería. Se permitirá determinar la ampacidad de los conductores mediante Tablas, como se establece en 310-15 (b) o bajo la supervisión de ingeniería, como se establece en 310-15(c).

NOTA 1: En las ampacidades proporcionadas en esta sección no se tiene en cuenta la caída de tensión. Véase 210-19(a), Nota 4, para circuitos derivados y 215-2(a) Nota 2 para alimentadores.

2) Selección de la ampacidad. Cuando se puede aplicar más de una ampacidad para un circuito de una longitud determinada, se debe usar el menor valor.

Excepción: Cuando se apliquen dos ampacidades distintas a partes adyacentes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad más allá del punto de transición, hasta una distancia igual a 3.00 metros o 10 por ciento de la longitud del circuito calificado de corriente más alta, el valor que sea menor.

NOTA: Para las limitaciones de temperatura de los conductores, según las disposiciones de su terminación, véase 110-14(c).

3) Límites de temperatura de los conductores. Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de operación supere la temperatura del aislamiento para la cual se diseña el tipo de conductor con aislamiento al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al número de conductores, se supere el límite de temperatura de alguno de los conductores.

NOTA: El valor nominal de temperatura de un conductor [véase Tablas 310-104(a) y 310-104(c)] es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar el aislamiento del conductor durante un prolongado periodo de tiempo sin que se produzcan daños. Las Tablas de ampacidad permisible, las Tablas de ampacidad del Artículo 310 y las ampacidades del Apéndice B, los factores de corrección de temperatura ambiente en 310-15(b)(2) y las notas a las mismas, ofrecen orientación para coordinar el tipo, tamaño, ampacidad permisible, ampacidad, temperatura ambiente y número de conductores asociados. Los principales determinantes de la temperatura de operación son:

(1) Temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.

(2) El calor generado interiormente en el conductor por el flujo de la corriente, incluidas las corrientes fundamental y sus armónicos.

(3) El valor nominal de disipación del calor generado en el medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores afecta el valor nominal de disipación del calor.

(4) Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.

NOTA 2: Consulte 110-14(c) para los límites de temperatura de las terminales.

b) Tablas. La ampacidad de los conductores de 0 a 2000 volts debe ser la especificada en las tablas de ampacidad permisible 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), y en las tablas de ampacidad 310-15(b)(20) y 310-15(b)(21), según se modifiquen con lo indicado en (b)(1) hasta (b)(7) siguientes.

Se permitirán aplicar los factores de ajuste y la corrección de temperatura a la ampacidad para el valor nominal de temperatura del conductor, siempre que la ampacidad corregida y ajustada no exceda la ampacidad para el valor nominal de temperatura de la terminal de acuerdo con 110-14(c).

NOTA: Las Tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19) son Tablas de aplicación para usarse en la determinación del tamaño de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el Artículo 220. La ampacidad permisible es el resultado de tener en cuenta uno o más de los siguientes factores:

(1) La coordinación con los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito y del sistema.

(2) La conformidad con los requisitos de aprobación de productos. Véase 110-3(b).

(3) Cumplir con las normas de seguridad establecidas por las prácticas industriales y procedimientos normalizados.

1) Generalidades. Para la explicación de las letras usadas en las Tablas, y para los tamaños reconocidos de los conductores para los diferentes aislamientos de los mismos, véase las Tablas 310-104(a) y 310-104(b). Para los requisitos de las instalaciones, véase 310-1 a 310-15(a)(3) y los diferentes Artículos de esta NOM. Para cordones flexibles, véase Tablas 400-4, 400-5(a)(1) y 400-5(a)(2).

2) Factores de corrección de temperatura ambiente. Las ampacidades para temperaturas ambientes diferentes a las mostradas en las tablas de ampacidad se deberán corregir de acuerdo con la Tabla 310-15(b)(2)(a) o Tabla 310-15(b)(2)(b), o se permitirá que sean calculadas usando la siguiente ecuación:

$$I' = I\sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Donde:

$I' = Ampacidad\ corregida\ por\ temperatura\ ambiente$

$I = Ampacidad\ en\ tablas$

$T_c = Temperatura\ del\ conductor$ (°C)

$T'_a = Temperatura\ ambiente\ nueva$ (°C)

$T_a = Temperatura\ ambiente\ usadas\ en\ tablas$ (°C)

Tabla 310-15(b)(2)(a).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	**Rango de temperatura del conductor**		
	60 °C	**75 °C**	**90 °C**
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Tabla 310-15(b)(2)(b).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 40 °C.

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						
Temperatura ambiente (°C)	**Rango de temperatura de los conductores**					
	60 °C	**75 °C**	**90 °C**	**150 °C**	**200 °C**	**250 °C**
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90

81-90	-	-	-	0.74	0.83	0.87
91-100	-	-	-	0.67	0.79	0.85
101-110	-	-	-	0.60	0.75	0.82
111-120	-	-	-	0.52	0.71	0.79
121-130	-	-	-	0.43	0.66	0.76
131-140	-	-	-	0.30	0.61	0.72
141-160	-	-	-	-	0.50	0.65
161-180	-	-	-	-	0.35	0.58
181-200	-	-	-	-	-	0.49
201-225	-	-	-	-	-	0.35

3) Factores de ajuste.

a) Más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el número de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor de tres, o cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310-15(b)(3)(a). Cada conductor portador de corriente de un grupo de conductores en paralelo se debe contar como un conductor portador de corriente.

Cuando conductores de sistemas diferentes, como se establece en 300-3, están instalados en una canalización o cable común, los factores de ajuste mostrados en la Tabla 310-15(B(3))(a) se deben aplicar únicamente a los conductores de fuerza y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230).

Tabla 310-15(b)(3)(a).- Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores[1]	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

[1]Es el número total de conductores en la canalización o cable ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (6).

NOTA 1: Véase el apéndice A, Tabla B.310-15(b)(2)(11), para los factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con carga diversificada.

NOTA 2: Véase 366-23(a) en relación con los factores de ajuste para conductores en canales auxiliares de lámina metálica y 376-22(b) para los factores de ajuste para conductores en ductos metálicos.

(1) Cuando los conductores estén instalados en charolas portacables, se debe aplicar lo establecido en 392-80.

(2) Los factores de ajuste no se deben aplicar a los conductores en canalizaciones cuya longitud no supere los 60 centímetros.

(3) Los factores de ajuste no se deben aplicar a conductores subterráneos que entran o salgan de una zanja exterior, si están protegidos físicamente por tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC o tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC en una longitud no mayor a 3.00 metros, y si el número de conductores no pasa de cuatro.

(4) No se deben aplicar factores de ajuste a cables de tipo AC o de tipo MC bajo las siguientes condiciones:

a. Los cables no tienen cubierta exterior total

b. Cada cable no tiene más de tres conductores portadores de corriente

c. Los conductores de tamaño 3.31 mm² (12 AWG)

d. No más de 20 conductores de fase son instalados sin conservar la separación, están apilados o apoyados en anillos de retención.

(5) Se debe aplicar un factor de ajuste del 60 por ciento a los cables tipo AC o tipo MC bajo las siguientes condiciones:

a. Los cables no tienen cubierta exterior total

b. El número de conductores portadores de corriente exceden de 20.

c. Los cables están amontonados o agrupados en una longitud de más de 60 centímetros sin conservar la separación.

b) Más de un tubo conduit, tubo o canalización. Se debe mantener la separación entre tubos conduits, tubos o canalizaciones.

c) Canalizaciones circulares expuestas a la luz solar en azoteas**.** Cuando los conductores o cables se instalan en canalizaciones circulares expuestas a la luz solar directa en o por encima de azoteas, los valores que se indican en la Tabla 310-15(b)(3)(c) se deben agregar a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección de las Tablas 310-15(b)(2)(a) ó 310-15(b)(2)(b).

Tabla 310-15(b)(3)(c).- Ajustes a la temperatura ambiente para canalizaciones circulares expuestas a la luz solar en o por encima de azoteas

Distancia por encima del techo hasta la base del tubo conduit milímetros	**Sumador de temperatura ºC**
De 0 hasta 13	33
Más de 13 hasta 90	22
Más de 90 hasta 300	17
Más de 300 hasta 900	14

4) Conductores desnudos o recubiertos. Cuando se instalan conductores desnudos o recubiertos con conductores aislados, la temperatura nominal del conductor desnudo o recubierto debe ser igual a la temperatura nominal más baja de los conductores aislados con el fin de determinar la ampacidad.

5) Conductor del neutro.

(1) No se exigirá tomar en cuenta el conductor del neutro que transporte sólo la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, cuando se aplican las disposiciones de 310-15(b)(3)(a).

(2) En un circuito de tres hilos, que consta de dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema trifásico. de 4 hilos conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, y se debe tener en cuenta al aplicar lo establecido en 310-15(b)(3)(a).

(3) En una instalación trifásica de 4 hilos conectada en estrella, en la cual la mayor parte de la carga consiste en cargas no lineales, circulan corrientes armónicas en el conductor del neutro, por lo que el conductor del neutro se debe considerar como un conductor portador de corriente.

6) Conductor de puesta a tierra o de unión. Al aplicar lo establecido en las disposiciones de 310-15 (b)(3)(a) no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o el de unión.

7) Acometidas y alimentadores monofásicos, de 3 hilos, de 120/240 volts, para viviendas. Para unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares, los conductores incluidos en la Tabla 310-15(b)(7) se permitirán como conductores de alimentadores monofásicos de 3 hilos de 120/240 volts que funcionan como el principal alimentador de energía de una unidad de vivienda y están instalados en canalizaciones o cables con o sin un conductor de puesta a tierra del equipo. Para la aplicación de esta sección, el alimentador principal de energía debe ser el alimentador entre el desconectador principal y el tablero de distribución que alimenta, bien sea mediante circuitos derivados o mediante alimentadores, o ambos, todas las cargas que forman parte o que están asociadas a la unidad de vivienda. No se exigirá que los conductores del alimentador para una unidad de vivienda tengan una ampacidad nominal permisible mayor que sus conductores de acometida. Se permitirá que el conductor puesto a tierra sea de menor tamaño que los conductores de fase, siempre y cuando se cumplan los requisitos de 215-2, 220-61 y 230-42.

Tabla 310-15(b)(7).- Tipos y tamaño o designación de conductores para alimentadores monofásicos, de 3 hilos de 120/240 volts para viviendas. Tipos de conductores RHH, RHW, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THW-2, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, SE, USE, USE-2

Valor nominal de acometida o del alimentador (amperes)	Tamaño o designación del conductor			
	Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
	mm²	AWG o kcmil	mm²	AWG o kcmil
100	21.2	4	33.6	2
110	26.7	3	42.4	1
125	33.6	2	53.5	1/0
150	42.4	1	67.4	2/0
175	53.5	1/0	85.0	3/0
200	67.4	2/0	107	4/0
225	85.0	3/0	127	250
250	107	4/0	152	300
300	127	250	177	350
350	177	350	253	500
400	203	400	304	600

c) Supervisión de ingeniería. Bajo la supervisión de ingeniería, se permitirá calcular la ampacidad de los conductores mediante la siguiente ecuación general:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R_{cc}(1 + Y_c)R_{ca}}} \times 10^3 \ amperes$$

Donde:

$T_c = Temperatura\ del\ conductor$ (°C)

$T_a = Temperatura\ ambiente$ (°C)

$R_{cc} = Resistencia\ de\ corriente\ continua\ del\ conductor\ a\ la\ temperatura\ T_c$

$Y_c =$ *Componente de la resistencia de corriente alterna debida al efecto superficial y efecto de proximidad*

$R_{ca} = Resistencia\ térmica\ efectiva\ entre\ el\ conductor\ y\ el\ medio\ ambiente\ que\ lo\ rodea$

d) Protección contra sobrecorriente. Cuando las capacidades nominales o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no correspondan con las capacidades nominales y con los valores de ajuste permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores, según lo establecido en 240-3(b) y 240-3(c).

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm^2	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18**	—	—	14	—	—	—
1.31	16**	—	—	18	—	—	—
2.08	14**	15	20	25	—	—	—
3.31	12**	20	25	30	—	—	—
5.26	10**	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tabla 310-15(b)(17).- Ampacidades permisibles de conductores individuales aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts al aire libre, basadas en una temperatura ambiente de 30 °C*.

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm^2	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18	—	—	14	—	—	—
1.31	16	—	—	18	—	—	—
2.08	14**	25	30	35	—	—	—
3.31	12**	30	35	40	—	—	—
5.26	10**	40	50	55	—	—	—
8.37	8	60	70	80	—	—	—
13.3	6	80	95	105	60	75	85
21.2	4	105	125	140	80	100	115
26.7	3	120	145	165	95	115	130
33.6	2	140	170	190	110	135	150
42.4	1	165	195	220	130	155	175
53.5	1/0	195	230	260	150	180	205
67.4	2/0	225	265	300	175	210	235
85.0	3/0	260	310	350	200	240	270
107	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	500	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	545	615
355	700	630	755	850	500	595	670
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	980	580	700	790
507	1000	780	935	1055	625	750	845
633	1250	890	1065	1200	710	855	965
760	1500	980	1175	1325	795	950	1070
887	1750	1070	1280	1445	875	1050	1185
1013	2000	1155	1385	1560	960	1150	1295

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.
** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tabla 310-15(b)(18).- Ampacidades permisibles de conductores aislados para tensiones hasta e incluyendo 2000 volts, de 150 °C hasta 250 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en canalizaciones o cables y basadas en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
mm^2	AWG o kcmil	Tipo Z	Tipos FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		COBRE		NIQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NIQUEL	DE ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
2.08	14	34	36	39	—
3.31	12	43	45	54	—
5.26	10	55	60	73	—
8.37	8	76	83	93	—
13.3	6	96	110	117	75
21.2	4	120	125	148	94
26.7	3	143	152	166	109
33.6	2	160	171	191	124
42.4	1	186	197	215	145
53.5	1/0	215	229	244	169
67.4	2/0	251	260	273	198
85.0	3/0	288	297	308	227
107	4/0	332	346	361	260

* Véase 310-15(b)(2)(b) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C

Tabla 310-15(b)(19).- Ampacidades permisibles de conductores aislados individuales para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, de 150 °C hasta 250 °C, al aire libre con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		150 °C	200 °C	250 °C	150 °C
		Tipo Z	Tipos FEP, FEPB, PFA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
mm²	AWG o kcmil	COBRE		NIQUEL O COBRE RECUBIERTO DE NIQUEL	DE ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
2.08	14	46	54	59	—
3.31	12	60	68	78	—
5.26	10	80	90	107	—
8.37	8	106	124	142	—
13.3	6	155	165	205	112
21.2	4	190	220	278	148
26.7	3	214	252	327	170
33.6	2	255	293	381	198
42.4	1	293	344	440	228
53.5	1/0	339	399	532	263
67.4	2/0	390	467	591	305
85.0	3/0	451	546	708	351
107	4/0	529	629	830	411

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C

Tabla 310-15(b)(20).- Ampacidades de no más de tres conductores individuales aislados para Tensiones de hasta e incluyendo 2000 volts, sostenidos por un mensajero, con base en una temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(a)]			
		75 °C	90 °C	75 °C	90 °C
		Tipos RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, ZW	Tipos MI, THHN, THHW, THHW-LS THW-2, THWN-2, RHH, RHW-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, XHHW	Tipos RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, USE-2, ZW-2
mm²	AWG o kcmil	COBRE		ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
8.37	8	57	66	—	—
13.3	6	76	89	59	69
21.2	4	101	117	78	91
26.7	3	118	138	92	107
33.6	2	135	158	106	123
42.4	1	158	185	123	144
53.5	1/0	183	214	143	167
67.4	2/0	212	247	165	193
85.0	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262
127	250	320	374	251	292
152	300	359	419	282	328
177	350	397	464	312	364
203	400	430	503	339	395
253	500	496	580	392	458
304	600	553	647	440	514
355	700	610	714	488	570
380	750	638	747	512	598
405	800	660	773	532	622
456	900	704	826	572	669
507	1000	748	879	612	716

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 40 °C.

Tabla 310-15(b)(21).- Ampacidades de conductores desnudos o recubiertos, al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40 °C, 80 °C de temperatura total del conductor, y una velocidad del viento de 610 milímetros/segundo

Conductores de cobre				Conductores de Aluminio AAC			
Tamaño o designación		Desnudos	Recubiertos	Tamaño o designación		Desnudos	Recubiertos
mm²	AWG o kcmil	Amperes	Amperes	mm²	AWG o kcmil	Amperes	Amperes
8.37	8	98	103	—	—	—	—
13.3	6	124	130	13.3	6	96	101
21.2	4	155	163	21.	4	121	127
26.7	2	209	219	33.6	2	163	171
33.6	1/0	282	297	53.5	1/0	220	231
42.4	2/0	329	344	67.4	2/0	255	268
53.5	3/0	382	401	85.0	3/0	297	312
67.4	4/0	444	466	107	4/0	346	364
85.0	250	494	519	135	266.8	403	423
107	300	556	584	171	336.4	468	492
127	500	773	812	201	397.5	522	548
152	750	1000	1050	242	477	588	617
177	1000	1193	1253	282	556.5	650	682
	—	—	—	322	636	709	744
	—	—	—	403	795	819	860
	—	—	—	483	954	920	—
	—	—	—	524	1033.5	968	1017
	—	—	—	645	1272	1103	1201
	—	—	—	806	1590	1267	1381
	—	—	—	1013	2000	1454	1527

310-60. Conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts.

a) Definiciones.

Ductos eléctricos. Como se usan en el Artículo 310, los ductos eléctricos deben incluir cualquiera de los tubos conduit eléctricos reconocidos en el Capítulo 3 como adecuados para uso subterráneo, además cualquier otra canalización de sección transversal redonda, aprobada para uso subterráneo, y embebida en concreto o enterrada.

b) Ampacidades de conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts. Se permitirá determinar las ampacidades para conductores con aislamiento dieléctrico sólido mediante las Tablas o bajo supervisión de ingeniería, como se establece en 310-60(c) y (d).

1) Selección de la ampacidad. Cuando se puede aplicar más de una ampacidad calculada o tabulada, para una longitud de circuito dado, se debe usar el menor valor.

Excepción: Cuando se apliquen dos ampacidades distintas para partes adyacentes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad más allá del punto de transición, a una distancia igual a 3.00 metros o 10 por ciento de la longitud del circuito calculado con la ampacidad más alta, el valor que sea menor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, según lo establecido para su terminación, véase 110-40.

c) Tablas. Las ampacidades para los conductores para tensiones de 2001 a 35 000 volts deben ser como se especifican en las Tablas 310-60(c)(67) a 310-60(c)(86). Las ampacidades para temperaturas ambiente diferentes de las especificadas en las Tablas de ampacidades, se deben corregir de acuerdo con 310-60(c)(4).

NOTA 1: Las ampacidades suministradas en esta sección no tienen en cuenta las caídas de tensión. Véase 210-19(a), Nota 4, para los circuitos derivados y 215-2(a), Nota 2, para los alimentadores.

1) Pantallas metálicas puestas a tierra. Las ampacidades de las Tablas 310-60(c)(69), 310-60(c)(70), 310-60(c)(81) y 310-60(c)(82) son para cables con pantallas metálicas puestas a tierra en un punto solamente. Cuando las pantallas metálicas están puestas a tierra en más de un punto, las ampacidades se deben ajustar para tener en cuenta el calentamiento debido a las corrientes inducidas en la pantalla metálica.

2) Profundidad de enterramiento de circuitos subterráneos. Cuando se modifica la profundidad de enterramiento, de circuitos directamente enterrados o de bancos de ductos eléctricos, con relación a los valores mostrados en las figuras o en las tablas, se permitirá modificar las ampacidades tal como se indica en (a) y (b) siguientes:

a. Cuando la profundidad de enterramiento se aumenta en parte de un tramo del ducto eléctrico, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores, siempre y cuando la longitud total de las partes del tendido del ducto en que se aumenta la profundidad sea menos del 25 por ciento de la longitud total del tendido.

b. Cuando las profundidades de enterramiento son mayores a las presentadas en una tabla o figura específica de ampacidad en instalaciones subterráneas, se permitirá un factor de corrección de la ampacidad del 6 por ciento por cada 30 centímetros de aumento en la profundidad para todos los valores de resistividad térmica (Rho).

No es necesario un cambio en el valor de la ampacidad cuando se reduzca la profundidad de enterramiento.

3) Ductos eléctricos en la Figura 310-60. En los sitios en donde los ductos eléctricos subterráneos entran en los envolventes de los equipos desde debajo de la tierra, la separación entre tales ductos, como se ilustra en la Figura 310-60, podrá ser reducida sin exigirse la reducción de la ampacidad de los conductores.

4) Corrección de la temperatura ambiente. Las ampacidades para temperaturas ambiente diferentes de las especificadas en las tablas de ampacidad, se deben corregir de acuerdo con la Tabla 310-60(c)(4) o se permitirá que sean calculadas usando la siguiente ecuación:

$$I' = I\sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Donde:

I' = *Ampacidad corregida por temperatura ambiente*

I = *Ampacidad en tablas para* T_c *y* T_a

T_c = *Temperatura del conductor* (°C)

T'_a = *Temperatura ambiente nueva* (°C)

T_a = *Temperatura ambiente usadas en la tabla* (°C)

d) Supervisión de Ingeniería. Bajo la supervisión de ingeniería, se permitirá calcular la ampacidad de los conductores usando la siguiente ecuación general:

$$I = \sqrt{\frac{T_c - (T_a + \Delta T_d)}{R_{cc}(1 + Y_c)R_{ca}}} \times 10^3 \ amperes$$

Donde:

T_c = *Temperatura del conductor* (°C)

T_a = *Temperatura ambiente* (°C)

ΔT_d = *Incremento de la temperatura por perdidas dielectricas*

R_{cc} = *Resistencia de corriente continua del conductor a la temperatura* T_c

Y_c = *Componente de la resistencia de corriente alterna debida al efecto superficial y efecto de proximidad*

R_{ca} = *Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el ambiente que lo rodea*

NOTA: La elevación de temperatura por pérdidas dieléctricas (ΔTd) es insignificante para los cables individuales dieléctricos extruidos del circuito de menos de 46 kilovolts.

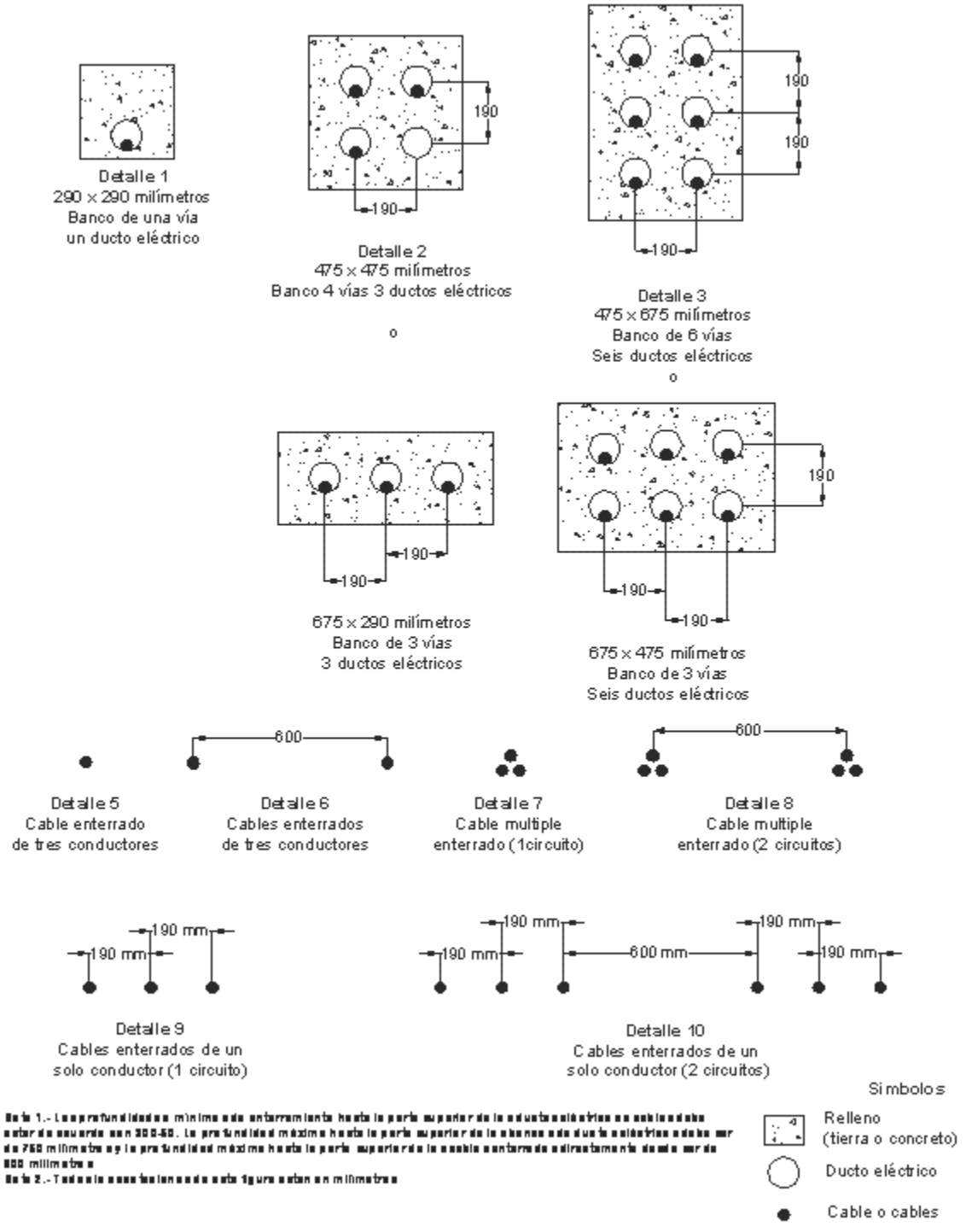


Figura 310-60.- Dimensiones de instalación de cables para uso con las Tablas 310-60c)(77) a 310-60c)(86).

Tabla 310-60(c)(4).- Factores de corrección a temperatura ambiente

Para temperaturas ambiente distintas de 40 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:		
Temperatura ambiente (°C)	**90 °C**	**105 °C**
10 o menos	1.26	1.21
11-15	1.22	1.18
16-20	1.18	1.14
21-25	1.14	1.11
26-30	1.10	1.07
31-35	1.05	1.04
36-40	1.00	1.00
41-45	0.95	0.96
46-50	0.89	0.92
51-55	0.84	0.88
56-60	0.77	0.83
61-65	0.71	0.78
66-70	0.63	0.73
91-75	0.55	0.68
76-80	0.45	0.62
81-85	0.32	0.55
86-90	-	0.48
91-95	-	0.39
96-100	-	0.28

Tabla 310-60(c)(67).- Ampacidad permisible de cables monoconductores de cobre aislados en configuración tríplex al aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		**Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]**			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		**Ampacidad para 5 001-35 000 volts**	
mm²	**AWG o kcmil**	**Temperatura de los conductores de media tensión en °C**			
		90	**105**	**90**	**105**
8.37	8	65	74	—	—
13.3	6	90	99	100	110
21.2	4	120	130	130	140
33.6	2	160	175	170	195
42.4	1	185	205	195	225
53.5	1/0	215	240	225	255
67.4	2/0	250	275	260	295
85.0	3/0	290	320	300	340
107	4/0	335	375	345	390
127	250	375	415	380	430
177	350	465	515	470	525
253	500	580	645	580	650
380	750	750	835	730	820
507	1000	880	980	850	950

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(68).- Ampacidad de cables de ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, al aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire ambiente de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
mm^2	AWG o kcmil	Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
13.3	6	70	77	75	84
21.2	4	90	100	100	110
33.6	2	125	135	130	150
42.4	1	145	160	150	175
53.5	1/0	170	185	175	200
67.4	2/0	195	215	200	230
85.0	3/0	225	250	230	265
107	4/0	265	290	270	305
127	250	295	325	300	335
177	350	365	405	370	415
253	500	460	510	460	515
380	750	600	665	590	660
507	1000	715	800	700	780

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(69).- Ampacidad de conductores de cobre individuales, aislados, y separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]					
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-15 000 volts		Ampacidad para 15 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C					
mm_2	AWG o kcmil	90	105	90	105	90	105
8.37	8	83	93	—	—	—	—
13.3	6	110	120	110	125	—	—
21.2	4	145	160	150	165	—	—
33.6	2	190	215	195	215	—	—
42.4	1	225	250	225	250	225	250
53.5	1/0	260	290	260	290	260	290
67.4	2/0	300	330	300	335	300	330
85.0	3/0	345	385	345	385	345	380
107	4/0	400	445	400	445	395	445

127	250	445	495	445	495	440	490
177	350	550	615	550	610	545	605
253	500	695	775	685	765	680	755
380	750	900	1000	885	990	870	970
507	1000	1075	1200	1060	1185	1040	1160
633	1250	1230	1370	1210	1350	1185	1320
760	1500	1365	1525	1345	1500	1315	1465
887	1750	1495	1665	1470	1640	1430	1595
1010	2000	1605	1790	1575	1755	1535	1710

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(70).- Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C (104 °C) y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]					
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5001-15 000 volts		Ampacidad para 15 001-35 000 volts	
mm^2	AWG o kcmil	Temperatura de los conductores de media tensión en °C					
		90	105	90	105	90	90
13.3	6	85	95	87	97	—	—
21.2	4	115	125	115	130	—	—
33.6	2	150	165	150	170	—	—
42.4	1	175	195	175	195	175	195
53.5	1/0	200	225	200	225	200	225
67.4	2/0	230	260	235	260	230	260
85.0	3/0	270	300	270	300	270	300
107	4/0	310	350	310	350	310	345
127	250	345	385	345	385	345	380
177	350	430	480	430	480	430	475
253	500	545	605	535	600	530	590
380	750	710	790	700	780	685	765
507	1000	855	950	840	940	825	920
633	1250	980	1095	970	1080	950	1055
760	1500	1105	1230	1085	1215	1060	1180
887	1750	1215	1355	1195	1335	1165	1300
1013	2000	1320	1475	1295	1445	1265	1410

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(71) Ampacidad de cables de tres conductores de cobre, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
	AWG o	Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	kcmil	90	105	90	105
8.37	8	59	66	—	—
13.3	6	79	88	93	105
21.2	4	105	115	120	135
33.6	2	140	154	165	185
42.4	1	160	180	185	210
53.5	1/0	185	205	215	240
67.4	2/0	215	240	245	275
85.0	3/0	250	280	285	315
107	4/0	285	320	325	360
127	250	320	355	360	400
177	350	395	440	435	490
253	500	485	545	535	600
380	750	615	685	670	745
507	1000	705	790	770	860

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(72).- Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio, aislados, separados en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	AWG o kcmil	90	105	90	105
13.3	6	61	68	72	80
21.2	4	81	90	95	105
33.6	2	110	120	125	145
42.4	1	125	140	145	165
53.5	1/0	145	160	170	185
67.4	2/0	170	185	190	215
85.0	3/0	195	215	220	245
107	4/0	225	250	255	285
127	250	250	280	280	315
177	350	310	345	345	385
253	500	385	430	425	475
380	750	495	550	540	600
507	1000	585	650	635	705

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(73).- Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de cobre, en tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	AWG o kcmil	90	105	90	105
8.37	8	55	61	—	—
13.3	6	75	84	83	93
21.2	4	97	110	110	120
33.6	2	130	145	150	165
42.4	1	155	175	170	190
53.5	1/0	180	200	195	215
67.4	2/0	205	225	225	255
85.0	3/0	240	270	260	290
107	4/0	280	305	295	330
127	250	315	355	330	365
177	350	385	430	395	440
253	500	475	530	480	535
380	750	600	665	585	655
507	1000	690	770	675	755

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(74).- Ampacidad de cables de tres conductores o ternas de cables individuales aislados, de aluminio, en tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	AWG o kcmil	90	105	90	105
13.3	6	58	65	65	72
21.2	4	76	85	84	94
33.6	2	100	115	115	130
42.4	1	120	135	130	150
53.5	1/0	140	155	150	170
67.4	2/0	160	175	175	200
85.0	3/0	190	210	200	225
107	4/0	215	240	230	260
127	250	250	280	255	290
177	350	305	340	310	350
253	500	380	425	385	430
380	750	490	545	485	540
507	1000	580	645	565	640

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(75).- Ampacidad de cables de tres conductores de cobre aislados y en un tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2001-5000 volts		Ampacidad para 5001-35 000 volts	
	AWG o	Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	kcmil	90	105	90	105
8.37	8	52	58	—	—
13.3	6	69	77	83	92
21.2	4	91	100	105	120
33.6	2	125	135	145	165
42.4	1	140	155	165	185
53.5	1/0	165	185	195	215
67.4	2/0	190	210	220	245
85.0	3/0	220	245	250	280
107	4/0	255	285	290	320
127	250	280	315	315	350
177	350	350	390	385	430
253	500	425	475	470	525
380	750	525	585	570	635
507	1000	590	660	650	725

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(76).- Ampacidad de cables de tres conductores de aluminio aislados, en un tubo conduit físicamente aislado en el aire, con base en temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C y temperatura ambiente del aire de 40 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	AWG o kcmil	90	105	90	105
13.3	6	53	59	64	71
21.2	4	71	79	84	94
33.6	2	96	105	115	125
42.4	1	110	125	130	145
53.5	1/0	130	145	150	170
67.4	2/0	150	165	170	190
85.0	3/0	170	190	195	220
107	4/0	200	225	225	255
127	250	220	245	250	280
177	350	275	305	305	340
253	500	340	380	380	425
380	750	430	480	470	520
507	1000	505	560	550	615

* Consulte 310-60(c)(4) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente del aire es diferente a 40 °C

Tabla 310-60(c)(77).- Ampacidad de tres conductores de cobre, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90 °C, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
	AWG o	Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	kcmil	90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	64	69	—	—
13.3	6	85	92	90	97
21.2	4	110	120	115	125
33.6	2	145	155	155	165
42.4	1	170	180	175	185
53.5	1/0	195	210	200	215
67.4	2/0	220	235	230	245
85.0	3/0	250	270	260	275
107	4/0	290	310	295	315
127	250	320	345	325	345
177	350	385	415	390	415
253	500	470	505	465	500
380	750	585	630	565	610
507	1000	670	720	640	690
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	56	60	—	—
13.3	6	73	79	77	83
21.2	4	95	100	99	105
33.6	2	125	130	130	135
42.4	1	140	150	145	155
53.5	1/0	160	175	165	175
67.4	2/0	185	195	185	200
85.0	3/0	210	225	210	225
107	4/0	235	255	240	255
127	250	260	280	260	280
177	350	315	335	310	330
253	500	375	405	370	395
380	750	460	495	440	475
507	1000	525	565	495	535
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	48	52	—	—
13.3	6	62	67	64	68
21.2	4	80	86	82	88
33.6	2	105	110	105	115
42.4	1	115	125	120	125
53.5	1/0	135	145	135	145
67.4	2/0	150	160	150	165
85.0	3/0	170	185	170	185
107	4/0	195	210	190	205
127	250	210	225	210	225
177	350	250	270	245	265
253	500	300	325	290	310
380	750	365	395	350	375
507	1000	410	445	390	415

Tabla 310-60(c)(78).- Ampacidad de tres conductores de aluminio, individualmente aislados, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
	AWG o kcmil	Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
13.3	6	66	71	70	75
21.2	4	86	93	91	98
33.6	2	115	125	120	130
42.4	1	130	140	135	145
53.5	1/0	150	160	155	165
67.4	2/0	170	185	175	190
85.0	3/0	195	210	200	215
107	4/0	225	245	230	245
127	250	250	270	250	270
177	350	305	325	305	330
253	500	370	400	370	400
380	750	470	505	455	490
507	1000	545	590	525	565
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	44	47	—	—
13.3	6	57	61	60	65
21.2	4	74	80	77	83
33.6	2	96	105	100	105
42.4	1	110	120	110	120
53.5	1/0	125	135	125	140
67.4	2/0	145	155	145	155
85.0	3/0	160	175	165	175
107	4/0	185	200	185	200
127	250	205	220	200	220
177	350	245	265	245	260
253	500	295	320	290	315
380	750	370	395	355	385
507	1000	425	460	405	440
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	38	41	—	—
13.3	6	48	52	50	54
21.2	4	62	67	64	69
33.6	2	80	86	80	88
42.4	1	91	98	90	99
53.5	1/0	105	110	105	110
67.4	2/0	115	125	115	125
85.0	3/0	135	145	130	145
107	4/0	150	165	150	160
127	250	165	180	165	175
177	350	195	210	195	210
253	500	240	255	230	250
380	750	290	315	280	305
507	1000	335	360	320	345

Tabla 310-60(c)(79).- Ampacidad de tres conductores de cobre aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	AWG o kcmil	90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	59	64	—	—
13.3	6	78	84	88	95
21.2	4	100	110	115	125
33.6	2	135	145	150	160
42.4	1	155	165	170	185
53.5	1/0	175	190	195	210
67.4	2/0	200	220	220	235
85.0	3/0	230	250	250	270
107	4/0	265	285	285	305
127	250	290	315	310	335
177	350	355	380	375	400
253	500	430	460	450	485
380	750	530	570	545	585
507	1000	600	645	615	660
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	53	57	—	—
13.3	6	69	74	75	81
21.2	4	89	96	97	105
33.6	2	115	125	125	135
42.4	1	135	145	140	155
53.5	1/0	150	165	160	175
67.4	2/0	170	185	185	195
85.0	3/0	195	210	205	220
107	4/0	225	240	230	250
127	250	245	265	255	270
177	350	295	315	305	325
253	500	355	380	360	385
380	750	430	465	430	465
507	1000	485	520	485	515
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	46	50	—	—
13.3	6	60	65	63	68
21.2	4	77	83	81	87
33.6	2	98	105	105	110
42.4	1	110	120	115	125
53.5	1/0	125	135	130	145
67.4	2/0	145	155	150	160
85.0	3/0	165	175	170	180
107	4/0	185	200	190	200
127	250	200	220	205	220
177	350	240	270	245	275
253	500	290	310	290	305
380	750	350	375	340	365
507	1000	390	420	380	405

Tabla 310-60(c)(80).- Ampacidad de tres conductores de aluminio aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	AWG o kcmil	90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	46	50	—	—
13.3	6	61	66	69	74
21.2	4	80	86	89	96
33.6	2	105	110	115	125
42.4	1	120	130	135	145
53.5	1/0	140	150	150	165
67.4	2/0	160	170	170	185
85.0	3/0	180	195	195	210
107	4/0	205	220	220	240
127	250	230	245	245	265
177	350	280	310	295	315
253	500	340	365	355	385
380	750	425	460	440	475
507	1000	495	535	510	545
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	41	44	—	—
13.3	6	54	58	59	64
21.2	4	70	75	75	81
33.6	2	90	97	100	105
42.4	1	105	110	110	120
53.5	1/0	120	125	125	135
67.4	2/0	135	145	140	155
85.0	3/0	155	165	160	175
107	4/0	175	185	180	195
127	250	190	205	200	215
177	350	230	250	240	255
253	500	280	300	285	305
380	750	345	375	350	375
507	1000	400	430	400	430
Seis circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 3)					
8.37	8	36	39	—	—
13.3	6	46	50	49	53
21.2	4	60	65	63	68
33.6	2	77	83	80	86
42.4	1	87	94	90	98
53.5	1/0	99	105	105	110
67.4	2/0	110	120	115	125
85.0	3/0	130	140	130	140
107	4/0	145	155	150	160
127	250	160	170	160	170
177	350	190	205	190	205
253	500	230	245	230	245
380	750	280	305	275	295
507	1000	320	345	315	335

Tabla 310-60(c)(81).- Ampacidad de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C ||			
mm^2	AWG o kcmil	90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 9)					
8.37	8	110	115	—	—
13.3	6	140	150	130	140
21.2	4	180	195	170	180
33.6	2	230	250	210	225
42.4	1	260	280	240	260
53.5	1/0	295	320	275	295
67.4	2/0	335	365	310	335
85.0	3/0	385	415	355	380
107	4/0	435	465	405	435
127	250	470	510	440	475
177	350	570	615	535	575
253	500	690	745	650	700
380	750	845	910	805	865
507	1000	980	1055	930	1005
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 10)					
8.37	8	100	110	—	—
13.3	6	130	140	120	130
21.2	4	165	180	160	170
33.6	2	215	230	195	210
42.4	1	240	260	225	240
53.5	1/0	275	295	255	275
67.4	2/0	310	335	290	315
85.0	3/0	355	380	330	355
107	4/0	400	430	375	405
127	250	435	470	410	440
177	350	520	560	495	530
253	500	630	680	600	645
380	750	775	835	740	795
507	1000	890	960	855	920

Tabla 310-60(c)(82).- Ampacidad de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados , con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	AWG o kcmil	90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 9)					
8.37	8	85	90	—	—
13.3	6	110	115	100	110
21.2	4	140	150	130	140
33.6	2	180	195	165	175
42.4	1	205	220	185	200

53.5	1/0	230	250	215	230
67.4	2/0	265	285	245	260
85.0	3/0	300	320	275	295
107	4/0	340	365	315	340
127	250	370	395	345	370
177	350	445	480	415	450
253	500	540	580	510	545
380	750	665	720	635	680
507	1000	780	840	740	795
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 10)					
8.37	8	80	85	—	—
13.3	6	100	110	95	100
21.2	4	130	140	125	130
33.6	2	165	180	155	165
42.4	1	190	200	175	190
53.5	1/0	215	230	200	215
67.4	2/0	245	260	225	245
85.0	3/0	275	295	255	275
107	4/0	310	335	290	315
127	250	340	365	320	345
177	350	410	440	385	415
253	500	495	530	470	505
380	750	610	655	580	625
507	1000	710	765	680	730

Tabla 310-60(c)(83).- Ampacidad de tres conductores de cobre, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		**Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]**			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		**Ampacidad para 5 001-35 000 volts**	
	AWG o	**Temperatura de los conductores de media tensión en °C**			
mm^2	**kcmil**	**90**	**105**	**90**	**105**
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	85	89	—	—
13.3	6	105	115	115	120
21.2	4	135	150	145	155
33.6	2	180	190	185	200
42.4	1	200	215	210	225
53.5	1/0	230	245	240	255
67.4	2/0	260	280	270	290
85.0	3/0	295	320	305	330
107	4/0	335	360	350	375
127	250	365	395	380	410
177	350	440	475	460	495
253	500	530	570	550	590
380	750	650	700	665	720
507	1000	730	785	750	810
Dos circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 6)					
8.37	8	80	84	—	—
13.3	6	100	105	105	115
21.2	4	130	140	135	145
33.6	2	165	180	170	185
42.4	1	185	200	195	210

53.5	1/0	215	230	220	235
67.4	2/0	240	260	250	270
85.0	3/0	275	295	280	305
107	4/0	310	335	320	345
127	250	340	365	350	375
177	350	410	440	420	450
253	500	490	525	500	535
380	750	595	640	605	650
507	1000	665	715	675	730

Tabla 310-60(c)(84).- Ampacidad de tres conductores de aluminio, aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores), enterrados directamente en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
	AWG o	Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	kcmil	90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 5)					
8.37	8	65	70	—	—
13.3	6	80	88	90	95
21.2	4	105	115	115	125
33.6	2	140	150	145	155
42.4	1	155	170	165	175
53.5	1/0	180	190	185	200
67.4	2/0	205	220	210	225
85.0	3/0	230	250	240	260
107	4/0	260	280	270	295
127	250	285	310	300	320
177	350	345	375	360	390
253	500	420	450	435	470
380	750	520	560	540	580
507	1000	600	650	620	665
Dos circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 6)					
8.37	8	60	66	—	—
13.3	6	75	83	80	95
21.2	4	100	110	105	115
33.6	2	130	140	135	145
42.4	1	145	155	150	165
53.5	1/0	165	180	170	185
67.4	2/0	190	205	195	210
85.0	3/0	215	230	220	240
107	4/0	245	260	250	270
127	250	265	285	275	295
177	350	320	345	330	355
253	500	385	415	395	425
380	750	480	515	485	525
507	1000	550	590	560	600

Tabla 310-60(c)(85).- Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de cobre, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
	AWG o	Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	kcmil	90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 7)					
8.37	8	90	95	—	—
13.3	6	120	130	115	120
21.2	4	150	165	150	160
33.6	2	195	205	190	205
42.4	1	225	240	215	230
53.5	1/0	255	270	245	260
67.4	2/0	290	310	275	295
85.0	3/0	330	360	315	340
107	4/0	375	405	360	385
127	250	410	445	390	410
177	350	490	580	470	505
253	500	590	635	565	605
380	750	725	780	685	740
507	1000	825	885	770	830
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 8)					
8.37	8	85	90	—	—
13.3	6	110	115	105	115
21.2	4	140	150	140	150
33.6	2	180	195	175	190
42.4	1	205	220	200	215
53.5	1/0	235	250	225	240
67.4	2/0	265	285	255	275
85.0	3/0	300	320	290	315
107	4/0	340	365	325	350
127	250	370	395	355	380
177	350	445	480	425	455
253	500	535	575	510	545
380	750	650	700	615	660
507	1000	740	795	690	745

Tabla 310-60(c)(86).- Ampacidad de tres ternas de conductores individuales de aluminio, aislados, directamente enterrados, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
		Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
	AWG o	Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
mm^2	kcmil	90	105	90	105
Un circuito, tres conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 7)					
8.37	8	70	75	—	—
13.3	6	90	100	90	95
21.2	4	120	130	115	125
33.6	2	155	165	145	155
42.4	1	175	190	165	175

53.5	1/0	200	210	190	205
67.4	2/0	225	240	215	230
85.0	3/0	255	275	245	265
107	4/0	290	310	280	305
127	250	320	350	305	325
177	350	385	420	370	400
253	500	465	500	445	480
380	750	580	625	550	590
507	1000	670	725	635	680
Dos circuitos, seis conductores (Véase la Figura 310-60, Detalle 8)					
8.37	8	65	70	—	—
13.3	6	85	95	85	90
21.2	4	110	120	105	115
33.6	2	140	150	135	145
42.4	1	160	170	155	170
53.5	1/0	180	195	175	190
67.4	2/0	205	220	200	215
85.0	3/0	235	250	225	245
107	4/0	265	285	255	275
127	250	290	310	280	300
177	350	350	375	335	360
253	500	420	455	405	435
380	750	520	560	485	525
507	1000	600	645	565	605

C. Especificaciones de construcción

310-104. Construcción y aplicación de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir las disposiciones aplicables de las Tablas 310-104(a) a 310-104(e).

NOTA: Los aislamientos termoplásticos se pueden endurecer a temperaturas menores a -10 °C. A temperatura normal, los aislamientos termoplásticos también se pueden deformar si están sometidos a presión, tal como en los puntos de soporte.

Si se utilizan aislantes termoplásticos en circuitos de corriente continua en lugares mojados, se puede producir electroendósmosis entre el conductor y el aislamiento.

Tabla 310-104(a).- Aplicaciones y aislamientos de conductores de 600 volts

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima del conductor	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Recubrimiento externo[1]
Etileno-propileno fluorado	FEP o FEPB	90 °C	Lugares secos y húmedos	Etileno-propileno fluorado	Ninguno
		200 °C	Lugares secos		Trenza de fibra de vidrio
			Para aplicaciones especiales[2]		Trenza de fibra de vidrio u otro material trenzado.
Aislamiento mineral (con cubierta metálica)	MI	90 °C	Lugares secos y mojados	Oxido de magnesio[3]	Cobre o aleación de acero
		250 °C	Para aplicaciones especiales[2]		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60 °C	Alambrado de máquinas herramienta en lugares mojados.	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	Ninguno, cubierta de naylon o equivalente
		90 °C	Alambrado de máquinas herramienta en lugares secos.		
Papel		85 °C	Para conductores subterráneos de acometida	Papel	Cubierta de plomo
Perfluoroalcoxi	PFA	90 °C	Lugares secos y húmedos	Perfluoroalcoxi	Ninguno
		200 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales[2]		

Perfluoroalcoxi	PFAH	250 °C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubiertos de níquel)	Perfluoroalcoxi	Ninguno
Termofijo	RHH	90 °C	Lugares secos y húmedos		Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama[1]
Termofijo resistente a la humedad	RHW	75 °C	Lugares secos y mojados	Termofijo resistente a la humedad y retardante a la flama	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante a la flama[4]
	RHW-2	90 °C			
Hule silicón	SA	90 °C	Lugares secos y húmedos	Hule silicón	Trenza de fibra de vidrio u otro material.
		200 °C	Para aplicaciones especiales[2]		
Termofijo	SIS	90 °C	Sólo para alambrado de tableros.	Termofijo retardante a la flama	Ninguno
Termoplástico y malla externa de material fibroso	TBS	90 °C	Sólo para alambrado de tableros	Termoplástico	Recubrimiento no metálico retardante a la flama
Politetra-fluoroetileno	TFE	250 °C	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de aparatos o dentro de canalizaciones conectadas a aparatos (sólo de níquel o de cobre recubierto de níquel)	Politetra-fluoroetileno	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor y a la propagación de la flama.	THHN	90 °C	Lugares secos	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Cubierta de nylon o equivalente.
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y retardante a la flama.	THHW	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad.	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	THHW-LS	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y gas ácido	Ninguno
		90 °C	Lugares secos		
Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	THW	75 °C	Lugares mojados	Termoplástico retardante a la flama y resistente a la humedad y al calor	Ninguno
	THW-2	90 °C	Lugares secos y húmedos		
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas ácido.	THW-LS	75 °C	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, retardante a la flama, de emisión reducida de humos y de gas ácido.	Ninguno
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama.	THWN	75 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico con cubierta de nylon, resistente al calor, a la humedad y retardante a la flama.	Cubierta de nylon o equivalente
	THWN-2	90 °C			
Termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.	TW	60 °C	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.	Ninguno
Cable monoconductor subterráneo y circuitos derivados de un solo conductor (para cables de tipo UF con más de un conductor, ver el Artículo 340)	UF	60 °C	Ver el Artículo 340	Resistente a la humedad[4]	Integrado con el aislante
		75 °C[5]		Resistente a la humedad y al calor	
Cable de acometida subterránea de un solo conductor	USE	75 °C[5]	Ver el Artículo 340[6]	Resistente al calor y a la humedad	Recubrimiento no metálico resistente a la humedad

	USE-2	90 °C	Lugares secos y mojados		
Termofijo retardante a la flama	XHH	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termoplástico retardante a la flama	Ninguno
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHHW	90 °C	Lugares secos y húmedos	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
		75 °C	Lugares mojados		
Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	XHHW-2	90 °C	Lugares secos y mojados	Termofijo retardante a la flama y resistente al calor y a la humedad	Ninguno
Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Z	90 °C	Lugares secos y húmedos	Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Ninguno
		150 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales[2]		
Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	ZW	75 °C	Lugares húmedos	Tetrafluoroetileno modificado con etileno.	Ninguno
		90 °C	Lugares secos y mojados		
		150 °C	Lugares secos y aplicaciones especiales[2]		
	ZW-2	90 °C	Lugares secos y mojados		

NOTAS:

1. Algunos aislamientos no requieren recubrimiento exterior.

2 Cuando las condiciones de diseño requieren que la temperatura máxima de operación del conductor sea superior a 90 °C.

3 Para circuitos de señalización que permiten un aislamiento de 300 volts.

4 Incluye una cubierta integral.

5 Para limitación de ampacidad, véase 340-80.

6 Para cables con un recubrimiento no metálico sobre conductores individualmente aislados con hule con una cubierta de aluminio o una cubierta de plomo o en cables multiconductores con algún tipo de estas cubiertas metálicas, no se requiere que sean retardantes de la flama. Para los cables de tipo MC, véase 330-104.

Para los cables de recubrimiento no metálico, véase el Artículo 334, Parte C.

Para los cables tipo UF, véase el Artículo 340, Parte C

Se permite que los tipos de cables para utilizarse en temperaturas de operación 90º C en lugares secos y mojados se marquen con el sufijo "-2" por ejemplo: THW-2, XHHW-2, RHW-2, etc.

Los cables con aislamiento termofijo, sin contenido de halógenos, pueden tener un grabado “LS0H”.

Los cables que se graban como “LS” son no propagadores del incendio y de baja emisión de humos.

Tabla 310-104(b).- Espesor del aislamiento para conductores no blindados de tipos RHH y RHW aislados con dieléctricos sólidos y con tensión de operación de 2000 volts

Tamaño o designación		Columna A[1]	Columna B[2]
mm²	AWG o kcmil	milímetros	
2.08-5.26	14–10	2.03	1.52
8.37	8	2.03	1.78
13.3-33.6	6–2	2.41	1.78
42.4-6734	1–2/0	2.79	2.29
85.0-107	3/0–4/0	2.79	2.29
108-253	213–500	3.18	2.67
254-507	501–1000	3.56	3.05
508-1013	1001–2000	3.56	3.56

[1]Columna A: Los aislamientos se limitan a aislamientos de hule natural, SBR y hules a base de butilo.

[2]Columna B: Los aislamientos son de materiales tales como polietileno de cadena cruzada, etileno propileno y aislamientos compuestos de ellos.

Tabla 310-104(c).- Aislamientos y aplicaciones de los conductores de media tensión

Nombre genérico	Denominación del cable de	Temperatura máxima de operación	Aplicaciones previstas	Aislamiento	Cubierta exterior

	media tensión				
Dieléctrico sólido de media tensión	90	90 ºC	Lugares secos o mojados	Termoplástico o termofijo	Cubierta, termoplástica o cubierta metálica o armadura
	105*	105 ºC			

* Cuando las condiciones de diseño exigen temperaturas del aislamiento mayores que de 90º C.

Tabla 310-104(d).- Espesor del aislamiento y de la cubierta para cables con dieléctricos sólidos sin pantalla metálica, para 2001 a 5000 volts Esta tabla no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

Tamaño o designación		Lugares secos, conductor individual			Lugares secos o mojados		
		Sin Cubierta	Con Cubierta		Monoconductores		Multiconductores*
mm²	AWG o kcmil	Aislamiento	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento	Cubierta	Aislamiento
		milímetros					
8.37	8	2.79	2.29	0.76	3.18	2.03	2.29
13.3	6	2.79	2.29	0.76	3.18	2.03	2.29
21.2-33.6	4-2	2.79	2.29	1.14	3.18	2.03	2.29
42.4-67.4	1-2/0	2.79	2.29	1.14	3.18	2.03	2.29
85.0-107	3/0-4/0	2.79	2.29	1.65	3.18	2.41	2.29
108-253	213-500	3.05	2.29	1.65	3.56	2.79	2.29
254-380	501-750	3.30	2.29	1.65	3.94	3.18	2.29
381-507	751-1000	3.30	2.29	1.65	3.94	3.18	2.29
508-633	1001-1250	3.56	2.92	1.65	4.32	3.56	2.92
634-760	1251-1500	3.56	2.92	2.03	4.32	3.56	2.92
761-1013	1501-2000	3.56	2.92	2.03	4.32	3.94	3.56

* Bajo un recubrimiento común externo como por ejemplo una cubierta, un forro o una armadura**.**

Tabla 310-104(e).- Espesor del aislamiento para cables con dieléctricos sólidos, con pantalla metálica, para 2001 a 35 000 volts Esta tabla no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

Tamaño o designación		2 001 a 5000 volts	5 001 a 8 000 volts			8 001 a 15 000 volts			15 001 a 25 000 volts		
		Nivel de aislamiento del									
mm²	AWG o kcmil	100%[1]	100%[1]	133%[2]	173%[3]	100%[1]	133%[2]	173%[3]	100%[1]	133%[2]	173%[3]
		milímetros									
8.37	8	2.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.3-21.2	6-4	2.29	2.92	3.56	4.45	-	-	-	-	-	-
33.6	2	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	-	-	-
42.4	1	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	6.60	8.13	10.67
53.5	1/0-2000	2.29	2.92	3.56	4.45	4.45	5.59	6.6	6.60	8.13	10.67

Tamaño o designación		25 001 a 28 000 volts			28 001 a 35 000 volts		
		Nivel de aislamiento del					
mm²	AWG o kcmil	100%[1]	133%[2]	173%[3]	100%[1]	133%[2]	173%[3]
		milímetros					
42.4	1	7.11	8.76	11.30	-	-	-

53.5-1013	1/0-2000	7.11	8.76	11.30	8.76	10.67	14.73

[1] Nivel de aislamiento del 100 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen cuando el sistema tiene protección de relevador de modo que las fallas a tierra se despejarán tan rápido como sea posible pero, en cualquier caso, en menos de 1 minuto. Aunque estos cables son aplicables a la gran mayoría de instalaciones que están en sistemas puestos a tierra, también se permitirá su uso en otros sistemas para los cuales la aplicación de estos cables sea aceptable, siempre que los requisitos anteriores de despeje de las fallas se cumplan al desenergizar por completo la sección que presenta la falla.

[2] Nivel de aislamiento del 133 por ciento. Este nivel de aislamiento corresponde al que anteriormente se designaba para sistemas no puestos a tierra. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen en situaciones en donde los requisitos del tiempo de despeje para la categoría del nivel de 100 por ciento no se pueden cumplir, y aún así existe la seguridad suficiente de que la sección con falla se desenergizará en un tiempo no superior a 1 hora. Igualmente, se permitirá su uso en aplicaciones con nivel de aislamiento de 100 por ciento cuando se desea un aislamiento adicional.

[3] Nivel de aislamiento del 173 por ciento. Se permitirá que los cables de esta categoría se apliquen bajo todas las condiciones siguientes:

(1) En establecimientos industriales cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación.

(2) Cuando los requisitos de tiempo de despeje de la falla de la categoría con nivel del 133 por ciento no se pueden cumplir.

(3) Cuando la parada sistemática sea esencial para proteger al equipo y al personal.

(4) Existe la seguridad suficiente de que la sección que presenta falla se desenergizará en una parada sistemática.

También se permitirá que los cables con este espesor de aislamiento se usen en aplicaciones con nivel de aislamiento del 100 ó 133 por ciento cuando se desea una resistencia adicional del aislamiento.

310-106. Conductores

a) Tamaño mínimo de los conductores. El tamaño mínimo de los conductores debe ser como se presenta en la Tabla 310-106(a), excepto lo que se permita en otras partes de esta NOM.

Tabla 310-106(a).- Tamaño o designación mínimo de los conductores

Tensión nominal del conductor (volts)	Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
	Tamaño o designación			
	mm^2	AWG	mm^2	AWG
0–2 000	2.08	14	13.3	6
2 001–5 000	8.37	8	13.3	6
5 001–8 000	13.3	6	13.3	6
8 001–15 000	33.6	2	33.6	2
15 001–28 000	42.4	1	42.4	1
28 001–35 000	53.5	1/0	53.5	1/0

b) Material de los conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que en esta NOM, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta NOM se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales como aluminio o aluminio recubierto de cobre, los tamaños deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre

Conductores de aluminio. Los cables de aluminio para secciones transversales desde 13.3 mm^2 (6 AWG) hasta el 507 mm^2 (1000 kcmil), marcados como tipo RHH, RHW, XHHW, deben estar hechos de aleación de aluminio de grado eléctrico serie AA-8000

No se permite el uso de conductores de aluminio o de aleación de aluminio en tamaños nominales menores a 13.3 mm^2 (6AWG). Véselas Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(17).

c) Conductores cableados. Cuando están instalados en canalizaciones, los conductores de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) y mayores deben ser cableados, a menos que específicamente se requiera que sean alambres en otra parte de esta NOM.

d) Aislados. Los conductores deben ser aislados, a menos que específicamente se requiera en otra parte de esta NOM que sean recubiertos o desnudos.

NOTA Véase 250-184 para el aislamiento de los conductores del neutro de un sistema de alta tensión sólidamente puesto a tierra.

310-110. Identificación del conductor

a) Conductores puestos a tierra. Los conductores, aislados o cubiertos puestos a tierra, deben estar de acuerdo con 200-6.

b) Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra del equipo deben estar de acuerdo con 250-119.

c) Conductores de fase. Los conductores que estén proyectados para usarlos como conductores de fase, si se usan como conductores individuales o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los conductores de puesta a tierra. Las marcas distintivas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales exigidas en 310-120(b)(1). Los conductores de fase de los circuitos derivados se deben identificar de acuerdo con 210-5(c). Los alimentadores se deben identificar según 215-12.

Excepción: Se permitirá la identificación del conductor de acuerdo con 200-7.

310-120. Marcado

a) Información exigida. Todos los conductores y cables deben estar marcados con la siguiente información, usando el método aplicable de los descritos en el inciso (b) siguiente:

(1) La tensión nominal máxima.

(2) La letra o letras que indican el tipo de alambre o cable, tal como se especifica en otras partes de esta NOM.

(3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca distintiva que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.

(4) El tamaño nominal en mm^2 y en su designación (AWG o área en circular mils).

(5) Los ensambles de cable en donde el conductor neutro es de menor tamaño que los conductores de fase, se identifican por la construcción y tamaño de los conductores para indicar tal condición.

b) Métodos de marcado.

1) Marcado en la superficie. Los siguientes conductores y cables se deben marcar en su superficie en forma indeleble. El tamaño nominal se deben repetir a intervalos no superiores a 60 centímetros Todas las demás marcas se deben repetir a intervalos no superiores a 1.00 metro:

(1) Cables y alambres de uno o varios conductores, con aislamiento de goma o termoplástico.

(2) Cables con forro no metálico.

(3) Cables de acometida.

(4) Cables de alimentadores y circuitos derivados subterráneos.

(5) Cables para charolas portacables.

(6) Cables para equipos de riego.

(7) Cables de potencia limitada para charolas portacables.

(8) Cables de instrumentación para charolas portacables.

2) Cinta de marcar. Para marcar los cables multiconductores con recubrimiento metálico, se debe emplear una cinta de marcar dentro del cable y a todo lo largo del mismo.

Excepción 1: Los cables tipo MI

Excepción 2: Los cables tipo AC.

Excepción 3: Se permitirá que la información exigida en el inciso (a) anterior, se marque en forma duradera en el recubrimiento externo no metálico de los cables tipos MC, ITC o PLTC, a intervalos no superiores a 1.00 metro.

Excepción 4: Se permitirá que la información exigida en el inciso (a) anterior, esté marcada en forma duradera en el revestimiento no metálico bajo la cubierta metálica de los cables Tipo ITC o PLTC, a intervalos no mayores a 1.00 metro.

NOTA. Incluidos en el grupo de cables con recubrimiento metálico están los Tipos AC (Artículo 320), MC (Artículo 330) y cable con forro de plomo.

3) Marcado mediante etiquetas. Los siguientes cables y conductores se deben marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja de cartón del cable:

(1) Cables tipo MI

(2) Alambres para tableros de distribución.

(3) Cables de un solo conductor con recubrimiento metálico.

(4) Cables tipo AC.

4) Marcado opcional del tamaño del cable. Se permitirá que la información exigida en el inciso (a)(4) anterior esté marcada en la superficie de cada conductor con aislamiento de los siguientes cables multiconductores:

(1) Cables tipo MC.

(1) Cables para charolas portacables.

(2) Cables para equipos de riego.

(3) Cables de potencia limitada para charolas portacables.

(4) Cables de potencia limitada para sistemas de alarma contra incendios.

(5) Cables de instrumentación para charolas portacables.

c) Sufijos para designar el número de conductores. Un tipo de letra o letras solas deben indicar un solo conductor con aislamiento. Las siguientes letras utilizadas como sufijo indican:

(1) D – Dos conductores aislados, en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

(2) M – Conjunto de dos o más conductores aislados y torcidos en espiral, dentro de un recubrimiento exterior no metálico.

d) Marcado opcional. Se permitirá que todos los conductores y cables incluidos en el Capítulo 3, estén marcados en l la parte externa para indicar características especiales de los materiales de los cables. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a, marcas para baja emisión de humo, resistente a la luz solar, etc.

ARTICULO 312

GABINETES, CAJAS DE DESCONEXION Y BASES PARA MEDIDORES

312-1. Alcance. Este Artículo trata de las especificaciones de instalación y construcción de gabinetes, cajas de desconexión y envolventes para medidores.

A. Instalación

312-2. Lugares húmedos y mojados. En los lugares húmedos o mojados, los envolventes montados en superficie a que hace referencia este Artículo, deben estar colocadas o equipadas de modo que eviten que el agua o la humedad entren y se acumulen dentro del gabinete o caja para cortacircuitos, y deben ir montadas de modo que quede por lo menos 6.5 milímetros de espacio libre entre la envolvente y la pared u otra superficie de soporte. Los gabinetes o cajas para cortacircuitos instalados en lugares mojados, deben ser a prueba de intemperie. Se deben usar accesorios aprobados para lugares mojados en envolventes en lugares mojados o canalizaciones o cables que entran por encima del nivel de partes vivas no aisladas.

Excepción: Se permite instalar envolventes no metálicas sin espacio libre cuando estén sobre una pared de concreto, ladrillo, azulejo o similar.

NOTA: Véase 300-6 con respecto a la protección contra la corrosión.

312-3. Posición en la pared. En paredes de concreto, loza u otro material no combustible, los gabinetes se deben instalar de manera que el borde frontal del gabinete no quede a más de 6 milímetros hacia adentro de la superficie terminada. En paredes construidas de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a nivel con la superficie terminada o deben sobresalir de la misma.

312-4. Reparación de las superficies no combustibles. Las superficies no combustibles que estén dañadas o incompletas se deben reparar para que no queden espacios abiertos ni separaciones mayores a 3 milímetros en el borde del gabinete o la caja de desconexión que utilicen una cubierta a nivel con la superficie terminada.

312-5. Gabinetes, cajas de desconexión y envolventes para medidores. Los conductores que entren en los envolventes dentro del alcance de este Artículo, se deben proteger contra la abrasión y deben cumplir lo que se especifica (a) hasta (c) siguientes.

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas a través de las cuales entran los conductores se deben cerrar de manera adecuada.

b) Gabinetes, cajas de desconexión y envolventes para medidores, todos metálicos. Cuando los envolventes metálicos dentro del alcance de este Artículo se instalan con alambrado sostenido por cable mensajero, alambrado a la vista sobre aisladores o alambrado oculto con aisladores de perilla y tubo, los conductores deben entrar a través de pasacables aisladores, o en lugares secos a través de tubería flexible que se extienda desde el último soporte aislado y se deben fijar firmemente al envolvente.

c) Cables. Cuando se utilizan cables, cada cable debe estar fijo al gabinete, caja de desconexión o envolvente para medidores.

Excepción: Se permitirá que los cables con forro totalmente no metálico entren por la parte superior de un envolvente de montaje superficial, a través de una o más canalizaciones no flexibles cuya longitud no sea menor a 45 centímetros ni mayor a 3.00 metros, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Cada cable esté sujeto a no más de 30 centímetros, medidos a lo largo del forro, desde el extremo final de la canalización.

b. La canalización se extiende directamente por encima del envolvente y no entra en ningún plafón estructural.

c. En cada extremo de la canalización existe un accesorio para proteger al(los) cable(s) de la abrasión y los accesorios siguen siendo accesibles después de la instalación.

d. La canalización está sellada o taponada en el extremo exterior con medios aprobados, de modo tal que se evite el acceso al envolvente a través de la canalización.

e. El forro del cable es continuo en toda la canalización y se prolonga dentro del envolvente más allá del accesorio, cuando menos 6 milímetros.

f. La canalización está sujeta en su extremo final y en otros puntos, de acuerdo con el Artículo aplicable.

g. Cuando se instalen como tubo conduit o tubería, el número permisible de cables no excede la ocupación permitida para sistemas completos de tubo conduit o tubería, en la Tabla 1 del Capítulo 10 de esta NOM y todas sus notas correspondientes.

NOTA: Véase la Tabla 1 del Capítulo 10, incluyendo la Nota 9, con respecto al factor de ocupación en canalizaciones circulares. Véase 310-15(b)(3)(a) con relación a las reducciones exigidas en la ampacidad de cables múltiples instalados en una canalización común.

312-6. Cambios de dirección de los conductores. Los conductores en las terminales o los conductores que entran o salen de los gabinetes o cajas de desconexión y similares, deben cumplir con lo que se indica en (a) hasta (c) siguientes.

Excepción: El espacio para doblar los conductores en los envolventes para controladores de motores con disposiciones para uno o dos conductores en cada terminal, debe cumplir con 430-10(b).

a) Ancho de las canales para alambrado. Los conductores no se deben doblar dentro de un gabinete o caja de desconexión a menos que exista un canal cuyo ancho esté de acuerdo con la Tabla 312-6 (a). Los conductores en paralelo, según se indica en 310-10(h) se deben considerar en base al número de conductores en paralelo.

Tabla 312-6(a).- Espacio mínimo para el doblado de los cables en las terminales, y ancho mínimo de las canales para alambrado

Tamaño o designación		Alambres por cada terminal				
		1	2	3	4	5
mm²	AWG o kcmil	centímetros				
2.08-5.26	14-10	No se especifica	-	-	-	-
8.37-13.3	8-6	3.81	-	-	-	-
21.2-26.7	4-3	5.08	-	-	-	-
33.6	2	6.35	-	-	-	-
42.4	1	7.62	-	-	-	-
53.5-67.4	1/0-2/0	8.89	12.7	17.8	-	-
85.0-107	3/0-4/0	10.2	15.2	20.3	-	-
127	250	11.4	15.2	20.3	25.4	-
152-177	300-350	12.7	20.3	25.4	30.5	-
203-253	400-500	15.2	20.3	25.4	30.5	35.6
304-355	600-700	20.3	25.4	30.5	35.6	40.6
380-456	750-900	20.3	30.5	35.6	40.6	45.7
507-633	1000-1250	25.4	-	-	-	-
760-1013	1500-2000	30.5	-	-	-	-

El espacio para realizar los dobleces en las terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la terminal o del conector del alambre (en la dirección en que el alambre sale de la terminal) hasta la pared, barrera u obstrucción.

b) Espacio para doblar los conductores en las terminales. El espacio para doblar el conductor en cada terminal debe cumplir con lo que se indica en los incisos (1) o (2).

1) Conductores que no entran ni salen por la pared opuesta.

Se debe aplicar la Tabla 312-6 (a) cuando el conductor no entra ni sale del envolvente por la pared opuesta a su terminal.

2) Conductores que entran o salen por la pared opuesta. Se debe aplicar la Tabla 312-6(b) cuando el conductor entra o sale del envolvente por de la pared opuesta a su terminal.

Excepción 1: Cuando la distancia entre la pared y su terminal está de acuerdo con la Tabla 312-6(a), se permitirá que un conductor entre o salga de un envolvente por la pared opuesta a su terminal, siempre que dicho conductor entre al envolvente o salga de él en el lugar donde la canal se une con la canal adyacente, cuyo ancho esté de acuerdo con el que se indica en la Tabla 312-6(b) para ese conductor.

Excepción 2: Se permitirá que un conductor de tamaño no mayor que 177 mm^2 (350 kcmil) entre o salga de un envolvente que contenga solamente una(s) base(s) para medidor(es), a través de la pared opuesta a su terminal, siempre que la distancia entre la terminal y la pared opuesta no sea menor a la que se especifica en la Tabla 312-6(a) y que la terminal sea de tipo zapata removible-cable, cuando la terminal cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

a. Dirigida hacia la abertura del envolvente y en un ángulo no mayor a 45° con respecto a la perpendicular a la pared del envolvente.

b. Dirigida de frente a la pared del envolvente y tenga una desviación no mayor al 50 por ciento del espacio de doblado que se especifica en la Tabla 312-6(a).

NOTA: La desviación es la distancia medida a lo largo de la pared del envolvente, desde el eje de la línea de centro de la terminal, hasta una línea que pasa por el centro de la abertura del envolvente.

Tabla 312-6(b).- Espacio mínimo para el doblado del alambre en las terminales

Tamaño o designación			Alambres por cada terminal			
	AWG o kcmil		1	2	3	4 o más
mm^2	Todos los otros conductores	Conductores de aleación de aluminio AA-8000, de trenzado compacto, (ver la NOTA 3)	centímetros			
2.08 – 5.26	14-10	—	No se especifica	—	—	—
8.37	8	6	3.81	—	—	—
13.3	6	4	5.08	—	—	—
21.2	4	2	7.62	—	—	—
26.7	3	1	7.62	—	—	—
33.6	2	1/0	8.89	—	—	—
42.4	1	2/0	11.4	—	—	—
53.5	1/0	3/0	14	14	17.8	-
67.4	2/0	4/0	15.2	15.2	19	-
85.0	3/0	250	16.5[a]	16.5[a]	20.3	-
107	4/0	300	17.8[b]	19.0[c]	21.6[a]	-
127	250	350	21.6[b]	22.9[b]	25.4[b]	25.4
152	300	400	25.4[e]	25.4[b]	27.9[b]	30.5
177	350	500	30.5[e]	30.5[e]	33.0[e]	35.6[b]
203	400	600	33.0[e]	33.0[e]	35.6[e]	38.1[e]
253	500	700-750	35.6[e]	35.6[e]	38.1[e]	40.6[e]
304	600	800-900	38.1[e]	40.6[e]	45.7[e]	48.3[e]
355	700	1000	40.6[e]	45.7[e]	50.8[e]	55.9[e]
380	750	-	43.2[e]	48.3[e]	55.9[e]	61.0[e]
405	800	-	45.7	50.8	55.9	61
456	900	-	48.3	55.9	61	61
507	1000	-	50.8	-	-	-
633	1250	-	55.9	-	-	-
760	1500	-	61	-	-	-
887	1750	-	61	-	-	-
1013	2000	-	61	-	-	-

1. El espacio para realizar los dobleces en los terminales se debe medir en una línea recta desde el extremo de la terminal de conexión o del conector del alambre en dirección perpendicular a la pared del embebido en concreto.

2. Para las terminales removibles y de tendido de cables para un solo alambre, se permitirá que el espacio para el doblado se reduzca en la siguiente cantidad de milímetros:

[a] 12.7 milímetros
[b] 25.4 milímetros
[c] 38.1 milímetros
[d] 50.8 milímetros
[e] 76.2 milímetros

3. Se permitirá que en esta columna se determine el espacio exigido para el doblado del alambre para conductores de aluminio de trenzado compacto, con tamaño o designación hasta de 1000 kcmil y fabricados utilizando material para conductores de aleación de aluminio con grado eléctrico serie AA-8000, de acuerdo con 310- 106(b).

c) Conductores tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayores. La instalación debe cumplir con lo que se indica en 300-4(g).

312-7. Espacio en los envolventes. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

312-8. Envolventes para interruptores y dispositivos de protección contra sobrecorriente con empalmes, derivaciones y conductores de paso de alimentación. Se permitirá el espacio del alambrado de los envolventes para interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente para conductores de paso, empalmados o derivados a otros envolventes, interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente, donde se cumplan las siguientes condiciones:

(1) Todos los conductores instalados en cualquier sección transversal del espacio de alambrado no excede del 40 por ciento del área de la sección transversal de dicho espacio.

(2) El área total de todos los conductores, empalmes y derivaciones instalados en cualquier sección transversal del espacio del alambrado no excede del 75 por ciento del área de sección transversal de dicho espacio.

(3) Se aplica una etiqueta de advertencia al envolvente que identifica el medio de desconexión más cercano para cualquier conductor de paso.

312-9. Espacios laterales o posteriores para alambrado, o canales. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener canales, espacios posteriores de alambrado, o compartimientos de alambrado según se exige en 312-11(c) y (d).

B. Especificaciones de construcción

312-10. Material. Los gabinetes, las cajas de desconexión y los envolventes para medidores deben cumplir con las especificaciones de (a) hasta (c) siguientes.

a) Gabinetes y cajas de desconexión de metal. Los envolventes que están dentro del alcance de este Artículo se deben proteger contra la corrosión, por dentro y por fuera.

NOTA: Para información sobre la protección contra la corrosión, véase 300-6.

b) Resistencia mecánica. Los gabinetes y las cajas para cortacircuitos deben tener una resistencia y rigidez para el uso previsto.

c) Gabinetes no metálicos. Los gabinetes no metálicos deben estar aprobados antes de la instalación.

312-11. Separación. La separación dentro de los gabinetes y las cajas de desconexión debe cumplir con lo que se indica en los incisos (a) hasta (d) siguientes.

a) Generalidades. La separación dentro de los gabinetes y las cajas de desconexión debe ser suficiente para que haya espacio amplio para la distribución de los alambres y cables colocados en su interior, y para una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y de los aparatos montados dentro de ellos, de acuerdo con (a)(1), (a)(2) y (a)(3).

1) Base. En los lugares que no sean los puntos de soporte, debe haber un espacio libre mínimo de 1.6 milímetros entre la base del dispositivo y la pared de cualquier gabinete metálico o caja de desconexión en la cual se ensamble el dispositivo.

2) Puertas. Debe existir un espacio libre mínimo de 2.5 centímetros entre cualquier parte metálica viva, incluidas las partes metálicas vivas de los fusibles, y la puerta.

Excepción: Cuando la puerta está recubierta con un material aislante aprobado, o sea de metal con un espesor no menor a 2.5 milímetros sin recubrimiento, el espacio libre no debe ser menor a 15 milímetros.

3) Partes vivas. Cuando la tensión no excede de 250 volts, debe existir un espacio libre de por lo menos 15 milímetros entre las paredes, la parte posterior, la división de las canales, si son metálicos, o la puerta de cualquier gabinete o caja de desconexión y la parte expuesta portadora de corriente más próxima de los dispositivos montados dentro del gabinete. Esta separación se debe incrementar por lo menos a 2.5 centímetros para tensiones de 251 a 600 volts.

Excepción: Cuando se cumplen las condiciones que se indican en la excepción de (a)(2) anterior, se permitirá que para tensiones de 251 a 600 volts, el espacio libre sea de cuando menos 15 milímetros.

b) Espacio libre para los interruptores. Los gabinetes y las cajas de desconexión deben tener una profundidad suficiente que permita el cierre de las puertas cuando los interruptores de 30 amperes de los tableros de distribución estén en cualquier posición; cuando los desconectadores combinados estén en cualquier posición, o cuando otros interruptores de tiro sencillo estén abiertos tanto como su construcción lo permita.

c) Espacio para el alambrado. Los gabinetes y las cajas de desconexión que contienen dispositivos o aparatos conectados dentro del gabinete o la caja a más de ocho conductores, incluyendo aquellos de los

circuitos derivados, los bucles de medición, los circuitos alimentadores, los circuitos de potencia y circuitos similares, pero sin incluir los circuitos de alimentación ni una continuación de ellos, deben tener espacios de alambrado posterior o uno o más espacios de alambrado o canales laterales, o compartimientos para el alambrado.

d) Espacio para el alambrado-envolvente. Los espacios laterales para alambrado, las canales laterales o los compartimientos laterales de gabinetes para alambrado y las cajas de desconexión deben ser envolventes herméticos por medio de cubiertas, barreras o divisiones que se extiendan desde las bases de los dispositivos que se encuentran en el gabinete, hasta la puerta, el bastidor o los lados del gabinete.

Excepción: No se exigirá que los espacios laterales para alambrado, las canales laterales o los compartimientos laterales de gabinetes para alambrado sean envolventes herméticos cuando dichos espacios laterales contengan únicamente conductores que entran al gabinete directamente en dirección opuesta a los dispositivos donde terminan.

Los espacios posteriores para alambrado parcialmente encerrados deben tener cubiertas para completar el envolvente. Los espacios para alambrado que se exigen en 312-11(c) y que están expuestos cuando se abren las puertas, deben tener cubiertas para completar el envolvente. Cuando existe un espacio adecuado para los conductores de paso y para los empalmes, tal como se exige en 312-8, no se exigirán barreras adicionales.

ARTICULO 314

CAJAS, CAJAS DE PASO Y SUS ACCESORIOS, UTILIZADAS PARA SALIDA, EMPALME, UNION O JALADO

A. Generalidades

314-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación y el uso de todas las cajas utilizados como cajas de salida, de dispositivos, de paso y de empalmes, dependiendo de su utilización; así como de los registros. Las cajas fundidas, de lámina metálica, no metálicas y otras cajas tales como las FS, FD y cajas más grandes no clasificadas. Este Artículo también incluye los requisitos de instalación para los accesorios empleados para unir canalizaciones y para conectar canalizaciones, cables y a las cajas.

314-2. Cajas redondas. No deben utilizarse cajas redondas donde los tubos o conectores requieran el uso de contratuercas o pasacables para conectarse en un lado de la caja.

314-3. Cajas no metálicas. Se permitirán cajas no metálicas únicamente con alambrados abiertos sobre aisladores, con alambrados ocultos con aisladores de perilla y tubo, con métodos de alambrado cableados con forros no metálicos, cordones flexibles y canalizaciones no metálicas.

Excepción 1: Cuando se suministran medios internos de unión entre todas las entradas, se permitirá el uso de cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica.

Excepción 2: Cuando se suministran medios de unión integral, con disposiciones para fijar un puente de unión de equipos dentro de la caja, entre todas las entradas roscadas en cajas no metálicas aprobadas para ese propósito, se permitirá la utilización de cajas no metálicas con canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica.

314-4. Cajas metálicas. Las cajas metálicas deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con las partes A, D, E, F, G y J del Artículo 250 según corresponda, excepto lo permitido en 250-112 (i).

B. Instalación

314-15. Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, las cajas y accesorios se deben colocar o deben estar equipados de modo que eviten que entre o se acumule humedad dentro de la caja o accesorio. Las cajas y accesorios instalados en lugares mojados deben ser aprobados para usarlos en esos lugares.

NOTA 1: Véase 314-27(b) con respecto a las cajas en los pisos.

NOTA 2: Véase 300-6 con respecto a la protección contra la corrosión.

314-16. Número de conductores en las cajas de salida, de dispositivos y de empalme. Las cajas deben tener el tamaño suficiente para brindar espacio libre para todos los conductores instalados. En ningún caso el volumen de la caja, calculado como se especifica en el siguiente inciso (a), debe ser menor que el cálculo para la ocupación, determinado como se indica en el siguiente inciso (b). El volumen mínimo para las cajas debe ser el que se calcula según el siguiente inciso (c).

Las disposiciones de esta sección no se deben aplicar a las cajas de terminales que se suministran con los motores o los generadores.

NOTA: Véase 430-12 para los requisitos de volumen de las cajas de terminales de motores o generadores.

Las cajas que alojan conductores de 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayores también deben cumplir con las disposiciones de 314-28.

a) Cálculos del volumen de la caja. El volumen de una caja de alambrado debe ser el volumen total de todas las secciones ensambladas y, cuando se utilice, el volumen de anillos sencillos, extensiones para cajas, etcétera, que estén marcados con el volumen en centímetros cúbicos o que se fabriquen con cajas cuyas dimensiones estén listadas en la Tabla 314-16(a).

Tabla 314-16(a).- Cajas metálicas

Tamaño comercial de la caja		Volumen mínimo	Número máximo de conductores* mm² (AWG)						
centímetros		cm^3	0.824 (18)	1.31 (16)	2.08 (14)	3.31 (12)	5.26 (10)	8.37 (8)	13.3 (6)
10 x 3.2	Redonda/octagonal	205	8	7	6	5	5	5	2
10 x 3.8	Redonda/octagonal	254	10	8	7	6	6	5	3
10 x 5.4	Redonda/octagonal	353	14	12	10	9	8	7	4
10 x 3.2	Cuadrada	295	12	10	9	8	7	6	3
10 x 3.8	Cuadrada	344	14	12	10	9	8	7	4
10 x 5.4	Cuadrada	497	20	17	15	13	12	10	6
12 x 3.2	Cuadrada	418	17	14	12	11	10	8	5
12 x 3.8	Cuadrada	484	19	16	14	13	11	9	5
12 x 5.4	Cuadrada	689	28	24	21	18	16	14	8
7.50 x 5 x 3.8	De Dispositivo	123	5	4	3	3	3	2	1
7.50 x 5 x 5	De Dispositivo	164	6	5	5	4	4	3	2
7.50 x 5 x 5.7	De Dispositivo	172	7	6	5	4	4	3	2
7.50 x 5 x 6.5	De Dispositivo	205	8	7	6	5	5	4	2
7.50 x 5 x 7	De Dispositivo	230	9	8	7	6	5	4	2
7.50 x 5 x 9	De Dispositivo	295	12	10	9	8	7	6	3
10 x 5.40 x 3.8	De Dispositivo	169	6	5	5	4	4	3	2
10 x 5.40 x 4.8	De Dispositivo	213	8	7	6	5	5	4	2
10 x 5.40 x 5.4	De Dispositivo	238	9	8	7	6	5	4	2
9.50 x 5 x 6.5	Caja/tándem de mampostería	230	9	8	7	6	5	4	2
9.50 x 5 x 9	Caja/tándem de mampostería	344	14	12	10	9	8	7	4
Profundidad mínima 4.45	FS -Cubierta/tándem individual	221	9	7	6	6	5	4	2
Profundidad mínima 6.03	FD - Cubierta/tándem individual	295	12	10	9	8	7	6	3
Profundidad mínima 4.45	FS - Cubierta/tándem múltiples	295	12	10	9	8	7	6	3
Profundidad mínima 6.03	FD Cubierta/tándem múltiples	395	16	13	12	10	9	8	4

* Cuando no es requerido considerar volumen por 314-16(b)(2) hasta (b)(5).

1) Cajas estándar. El volumen para las cajas estándar, que no tienen marcado el volumen, debe ser el que se indica en la Tabla 314-16(a).

2) Otras cajas. Las cajas de 1640 cm^3 o menos, distintas de las descritas en la Tabla 314-16(a) y las cajas no metálicas, deben ir marcadas por el fabricante de modo legible y duradero con el volumen en cm^3. Las cajas descritas en la Tabla 314-16(a) que tengan mayor volumen del indicado en la tabla, pueden tener marcado su volumen en cm^3 como exige esta Sección.

b) Cálculos de la ocupación de la caja. Se deben sumar los volúmenes de los párrafos (1) hasta (5), según aplique. No se exigirá que se asignen volúmenes a accesorios pequeños tales como pasacables o contratuercas.

Tabla 314-16(b).- Volumen que es requerido considerar para cada conductor

Tamaño o designación		Espacio libre dentro de la caja para cada conductor
mm^2	AWG	cm^3
0.824	18	24.6
1.31	16	28.7
2.08	14	32.8
3.31	12	36.9
5.26	10	41
8.37	8	49.2
13.3	6	81.9

1) Ocupación por los conductores. Cada conductor que se origina por fuera de la caja y termina o está empalmado dentro de ella, se debe contar una vez, y cada conductor que pase a través de la caja sin empalmes ni terminaciones se debe contar una vez. Cada bucle o espiral de conductores ininterrumpidos no menores al doble de la longitud mínima exigida para los conductores libres, se debe contar dos veces. La ocupación debida a los conductores se debe calcular usando la Tabla 314-16(b). Un conductor que ninguna de sus partes sale la caja, no se cuenta.

Excepción: Se permite omitir de los cálculos el conductor o conductores de puesta a tierra de equipos o como máximo cuatro alambres para accesorios de tamaño menor a 2.08 mm^2 (14 AWG), o ambos, cuando entran a una caja desde una luminaria con domo o tapa ornamental similar y terminan dentro de esa caja.

2) Ocupación por las abrazaderas. Cuando dentro de la caja haya una o más abrazaderas de cable internas, suministrada en fábrica o colocada en la obra, se debe contar un volumen, de la Tabla 314-16(b), seleccionándolo con base en el conductor más grande que se encuentre en la caja. No se exigirá contar un volumen para un conector de cable cuyo mecanismo de sujeción esté fuera de la caja.

3) Ocupación por los accesorios de soporte. Cuando en la caja se encuentran uno o más pernos o adaptadores de montaje de luminarias, se deberá contar un volumen para cada tipo de accesorio, de acuerdo con la Tabla 314-16(b), seleccionándolo con base en el conductor más grande que se encuentre en la caja.

4) Ocupación por el equipo o dispositivo. Para cada yugo o estribo que contenga uno o más dispositivos o equipos, se debe contar un doble volumen, de acuerdo con la Tabla 314-16(b), para cada yugo o estribo, seleccionando el volumen con base en el conductor más grande conectado al(los) dispositivo(s) o al equipo sostenido por ese yugo o estribo .Para un dispositivo o un equipo de utilización con ancho mayor al de una caja de 5 centímetros tal como se describe en la Tabla 314-16(a), debe considerarse un doble volumen por cada tándem exigido para el montaje.

5) Ocupación por el conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando entran en una caja uno o más conductores de puesta a tierra de equipos o puentes de unión de equipos, se debe contar un volumen de acuerdo con la Tabla 314-16(b), seleccionado con base en el conductor más grande de puesta a tierra del equipo o del puente de unión del equipo más grande que se encuentre en la caja. Cuando en la caja existe un conjunto adicional de conductores de puesta a tierra del equipo, tal como lo permite 250-146(d), se debe considerar un volumen, seleccionado con base en el conductor más grande de puesta a tierra del equipo en el conjunto adicional.

c) Cajas

1) Generalidades. Las cajas, que no sean de radio corto descritos en el inciso (3) siguiente, que alojan conductores de 13.3 mm^2 (6 AWG) o más pequeños, deben tener un área de la sección transversal no menor que el doble del área de la sección transversal del tubo conduit o tubería más grande a la cual se puedan fijar. El número máximo de conductores permitidos debe ser el número máximo que se permite en la Tabla 1 del **Capítulo 10** para el tubo conduit o la tubería a la cual se fija.

2) Con empalmes, derivaciones o dispositivos. Sólo se permitirá que aquellas cajas que han sido marcadas con su volumen de forma durable y legible por el fabricante, contengan empalmes, derivaciones o dispositivos. El número máximo de conductores se debe calcular de acuerdo con 314-16(b). Las cajas deben soportarse de una manera rígida y segura.

3) Cajas de radio corto. Las cajas como los codos con casquillo y los codos de la acometida que alojan conductores de tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o menor, y están previstos sólo para permitir la instalación de la canalización y los conductores contenidos, no deben contener empalmes, derivaciones o dispositivos, y deben ser de tamaño suficiente para brindar espacio libre para todos los conductores encerrados en caja.

314-17. Conductores que entran en las cajas, o accesorios. Los conductores que entran en las cajas o accesorios deben estar protegidos contra la abrasión y deben cumplir con lo que se indica en(a) hasta (d) siguientes.

a) Aberturas que se deben cerrar. Las aberturas por las que entran los conductores se deben cerrar adecuadamente.

b) Cajas metálicas. Cuando las cajas metálicas se instalan con alambrado sostenido por cable mensajero, cableado abierto sobre aisladores o cableado oculto con aisladores de perilla y tubo, los conductores deben entrar a través de pasacables aisladores o, en lugares secos, a través de tubería flexible que se extienda desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable.

Con excepción de lo que se indica en 300-15(c), el cableado se debe fijar firmemente a la caja. Cuando se instalan canalizaciones o cables con cajas metálicas, la canalización o el cable se debe fijar a dichas cajas.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas deben ser adecuadas para el conductor con temperatura nominal más baja que entre en la caja. Cuando se utilizan cajas no metálicas con alambrado sostenido por cable mensajero, alambrado abierto sobre aisladores o alambrado oculto de perilla y tubo, los conductores deben entrar a la caja a través de orificios individuales. Cuando se utiliza tubería flexible para canalizar los conductores, la tubería se debe extender desde el último soporte aislante hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. Cuando se utiliza cable con forro no metálico o cable multiconductor tipo UF, el forro se debe extender hasta no menos de 6 milímetros dentro de la caja y más allá de cualquier abrazadera para cable. En todos los casos, todos los métodos de alambrado permitidos se deben fijar a las cajas.

Excepción: Cuando se usa cable con forro no metálico o cable multiconductor tipo UF con cajas de un sólo tándem con tamaño no mayor que el de 5.70 x 10 centímetros montadas en las paredes o los plafones, y cuando el cable está sostenido a una distancia no mayor a 20 centímetros de la caja, medidos a lo largo del forro, y cuando el forro se extiende a través de la abertura para cable en no menos de 6 milímetros, no se exigirá la fijación del cable a la caja. Se permitirá la entrada de cables múltiples en la abertura para cable.

d) Conductores de 21.2 mm^2 (4 AWG) o más grandes. La instalación debe cumplir con lo que se especifica en 300-4(g).

NOTA: Véase 110-12 (a) con respecto a los requisitos sobre el cierre de las aberturas no utilizadas en canalizaciones.

314-19. Cajas que alojan dispositivos empotrados. Las cajas que se utilizan para encerrar dispositivos empotrados deben tener un diseño que permita que los dispositivos estén totalmente encerrados en la parte lateral y posterior, y tengan un soporte adecuado. Los tornillos para el soporte de la caja no se deben utilizar para la fijación del dispositivo contenido en la caja.

314-20. En la pared o el plafón. En las paredes o los plafones con una superficie de concreto, losa, estuco, yeso u otros materiales no combustibles, las cajas empotradas que utilizan una cubierta tipo rasante o una placa frontal se deben instalar de modo que el borde frontal de la caja, el anillo sencillo, el anillo de extensión o el extensor aprobado no quede a más de 6 milímetros adentro de la superficie terminada.

En paredes y plafones construidos de madera u otros materiales superficiales combustibles, las cajas, los anillos sencillos, los anillos de extensión y los extensores aprobados deben estar a ras con la superficie terminada o sobresalir de dicha superficie.

314-21. Reparación de superficies incombustibles. Las superficies incombustibles que están dañadas o incompletas alrededor de las cajas que utilizan cubierta de tipo rasante o placa frontal, se deben reparar para que no existan espacios abiertos ni separaciones mayores que 3 milímetros en el borde de la caja.

314-22. Extensiones superficiales. Las extensiones superficiales se deben hacer mediante el montaje y la fijación mecánica de un anillo de extensión por fuera de la caja. La puesta a tierra del equipo se debe hacer según se especifica en la Parte F del Artículo 250.

Excepción: Se permitirá hacer una extensión superficial desde la cubierta de una caja, cuando la cubierta está diseñada de modo que no es probable que se caiga o pueda ser quitada si sus medios de fijación se aflojan. El método de alambrado debe ser flexible y tener una longitud suficiente que permita retirar la cubierta y tener acceso al interior de la caja, y se debe organizar de forma que la continuidad de cualquier conductor de puesta a tierra sea independiente de la conexión entre la caja y la cubierta.

314-23. Soportes. Los envolventes a que se refiere este Artículo deben tener soportes que estén de acuerdo con una o más de las disposiciones de (a) hasta (h) siguientes.

a) Montaje superficial. Un envolvente montado en un edificio u otra superficie se debe fijar en su lugar de forma rígida y firme. Si la superficie no proporciona un soporte rígido y firme, se debe suministrar un soporte adicional que esté acorde con otras disposiciones de esta sección.

b) Montaje estructural. Un envolvente sostenido de un elemento estructural de un edificio o bajo el piso debe estar sostenido rígidamente, bien sea directamente o mediante la utilización de una abrazadera metálica, de polímeros o de madera.

1) Clavos y tornillos. Los clavos y tornillos, cuando se emplean como medio de sujeción, se deben fijar utilizando ménsulas en el exterior del envolvente, o deben pasar a través del interior a una distancia no mayor a 6 milímetros de la parte posterior o de los extremos del envolvente. No se permitirá que los tornillos pasen a través de la caja a menos que la rosca de los tornillos dentro de la caja estén protegidas utilizando medios aprobados para evitar daños al aislamiento del conductor.

2) Abrazaderas. Las abrazaderas metálicas deben estar protegidas contra la corrosión y tener espesor no sea menor a 0.5 milímetros antes de recubrirlo. Las abrazaderas de madera deben tener una sección transversal no menor de de 2.50 x 5.00 centímetros. Las abrazaderas de madera en lugares mojados deben tener un tratamiento para esas condiciones. Las abrazaderas de polímeros deben estar identificadas como adecuadas para el uso.

c) Montaje en superficies terminadas. Un envolvente montado en una superficie terminada debe estar fijo a ella de manera rígida por medio de abrazaderas, anclajes o accesorios identificados para la aplicación.

d) Plafones suspendidos. Un envolvente montado en los elementos estructurales o de soporte de un plafón suspendido, debe tener un tamaño no mayor a 1640 cm^3 y debe estar sujetado y asegurado en su lugar, según se indica en (1) ó (2) siguientes.

1) Elementos del armazón. Un envolvente debe estar sujeto a los elementos del armazón con medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches, o utilizando grapas u otros medios de aseguramiento identificados para el uso con el(los) tipo(s) de elemento(s) del armazón del plafón y del(los) envolvente (s) utilizado(s). Los elementos del armazón deben estar adecuadamente soportados, sujetos y asegurados entre sí y a la estructura del edificio.

2) Alambres de soporte. La instalación debe cumplir con las disposiciones de 300-11(a). El envolvente se debe sujetar, utilizando métodos identificados para tal propósito, al alambre o los alambres de soporte del plafón, incluidos cualesquier alambres de soporte adicionales instalados para ese propósito. El alambre o los alambres de soporte utilizados para el soporte del envolvente deben estar sujetos en cada extremo de forma tal que queden tensos dentro de la cavidad del plafón.

e) Envolventes con soporte en la canalización, sin dispositivos, luminarias ni portalámparas. Un envolvente que no contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que no brinde apoyo a luminarias, portalámparas u otros equipos, y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1640 cm^3. El envolvente debe tener entradas roscadas o bujes identificados para ese propósito. Debe estar asegurado por dos o más tubos conduits roscados, apretados con la llave adecuada dentro del envolvente o los bujes. Cada tubo conduit se debe fijar a menos de 90 centímetros del envolvente, o de 45 centímetros del envolvente si todos los tubos conduit entran por el mismo lado.

Excepción: Se permitirán que los siguientes métodos de alambrado brinden soporte a una caja de cualquier tamaño, incluyendo una caja construida únicamente con una entrada de tubo conduit, siempre y cuando el tamaño de la caja no sea mayor al tamaño más grande del tubo conduit o la tubería:

(1) Tubo conduit metálico semipesado, Tipo IMC

(2) Tubo conduit metálico pesado, Tipo RMC

(3) Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, Tipo PVC

(4) Tubo conduit de resina termofija reforzada, Tipo RTRC

(5) Tubería metálica eléctrica, Tipo EMT

f) Envolventes soportadas en la canalización, con dispositivos, luminarias o portalámparas. Un envolvente que contenga dispositivos diferentes de aquellos para empalme, que soporten luminarias, portalámparas u otros equipos y que esté soportado por las canalizaciones que entran, debe tener un tamaño que no exceda 1640 cm^3.

El envolvente debe tener entradas roscadas o bujes identificados para ese propósito. Debe estar soportado por dos o más tubos conduits roscados apretados con la llave adecuada dentro del envolvente o bujes. Cada tubo conduit debe estar soportado a una distancia no mayor a 45 centímetros del envolvente.

Excepción 1: Se permitirá que el tubo conduit metálico pesado o el metálico semipesado brinden soporte a una caja de cualquier tamaño, incluyendo una caja con una sola entrada, siempre y cuando el tamaño de la caja no sea mayor al tamaño más grande del tubo conduit.

Excepción 2: Se permitirá que un tramo ininterrumpido de tubo conduit metálico pesado o metálico semipesado brinde soporte a una caja utilizada para sostener una luminaria o un portalámparas, o para dar soporte a un envolvente para cableado que es parte integral de una luminaria y se usa en lugar de una caja, según se establece en 300-15(b), cuando se cumplen todas las siguientes condiciones:

a. El tubo conduit está sujeto firmemente en un punto, de modo que la longitud del tubo conduit más allá del último punto de soporte no exceda los 90 centímetros.

b. La longitud ininterrumpida del tubo conduit antes del último punto de soporte del tubo conduit es de 30 centímetros o más, y esa porción del tubo conduit está sujeta firmemente en algún punto a no menos de 30 centímetros desde su último punto de soporte.

c. Cuando son accesibles a personas no calificadas, las luminarias o los portalámparas están por lo menos a 2.50 metros por encima del suelo o del área para estar de pie, medidos hasta su punto más bajo; y por lo menos a 90 centímetros medidos horizontalmente a una elevación de 2.50 metros desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares.

d. Una luminaria soportada por un solo tubo conduit que no excede los 30 centímetros en cualquier dirección desde el punto de entrada del tubo conduit.

e. El peso soportado por cualquier tubo conduit individual no excede los 9 kilogramos.

f. En el extremo de la luminaria o el portalámparas, el tubo conduit está apretado firmemente con la llave adecuada dentro de la caja o el envolvente de alambrado integral, o en los bujes identificados para ese propósito. Cuando se utiliza una caja para soporte, la luminaria se debe fijar directamente a la caja o por medio de un niple de tubo conduit roscado cuya longitud sea de 7.50 centímetros o menos.

g) Envolventes en concreto o mampostería. Un envolvente empotrado debe estar identificado como protegido adecuadamente contra la corrosión y empotrado de manera firme en concreto o mampostería.

h) Cajas suspendidas. Se permite que las cajas estén colgadas, cuando cumplan con las condiciones (1) o (2) siguientes.

1) Cordón flexible. Una caja debe estar sostenida por un cable o un cordón multiconductor de una manera aprobada, que proteja los conductores contra la tensión, tal como un conector de alivio atornillado a una caja con un buje.

2) Tubo conduit. Las cajas que brinden soporte a portalámparas o luminarias, o a los envolventes de alambrado dentro de las luminarias utilizadas en lugar de las cajas, según lo que se especifica en 300-15(b), deben estar sostenidas por medio de tramos de tubo conduit metálico semipesado o pesado. Los tramos con longitud mayor a 45 centímetros, se deben conectar al sistema de alambrado con accesorios flexibles adecuados para el lugar. En el extremo de la luminaria, el tubo conduit debe estar enroscado firmemente con llave adecuada dentro de la caja o el envolvente del alambrado, o en los bujes identificados para ese propósito.

Cuando están soportadas únicamente por un solo tubo conduit, se debe evitar que las uniones roscadas se aflojen mediante el uso de tornillos de presión u otros medios eficaces, o la luminaria, en cualquier punto, debe estar por lo menos a 2.50 metros por encima del suelo o del área para estar de pie, y por lo menos a 90 centímetros medidos horizontalmente a una elevación de 2.50 metros desde las ventanas, puertas, pórticos, escaleras de incendios o lugares similares. Una luminaria sostenida por un sólo tubo conduit no debe exceder los 30 centímetros en cualquier dirección horizontal desde el punto de entrada del tubo conduit.

314-24. Profundidad de las cajas. Las cajas para salidas y dispositivos deben tener una profundidad suficiente que permita que el equipo instalado dentro de ellas se ensamble de manera correcta, y sin probabilidad de daño a los conductores dentro de la caja.

a) Cajas de salida sin dispositivos encerrados ni equipo de utilización. Las cajas de salida que no encierren dispositivos o equipos de utilización deben tener una profundidad interna mínima de 12.7 milímetros.

b) Cajas de salida y de dispositivos con equipos de utilización o dispositivos encerrados. Las cajas de salida y de dispositivos que alojan dispositivos o equipos de utilización deben tener una profundidad interna mínima que acomode la proyección posterior del equipo y el tamaño de los conductores que alimentan el equipo. La profundidad interna debe incluir, cuando se utilizan, las cajas de extensión, anillos sencillos o cubiertas elevadas. La profundidad interna debe cumplir con todas las disposiciones aplicables de (1) hasta (5) siguientes.

1) Equipos grandes. Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización con proyección posterior mayor a 4.80 centímetros desde el plano de montaje de la caja, deben tener una profundidad que no sea menor a la profundidad del equipo más 6 milímetros.

2) Conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) deben estar identificadas para su función específica.

Excepción para (2): Se permitirá que sean montados los dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores más grandes que el tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) sobre o en las cajas de empalme y de paso más grandes que 1640 cm³ si el espacio en las terminales cumple con los requisitos de 312-6.

3) Conductores tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG), 13.3 mm^2 (6 AWG) o 21.2 mm^2 (4 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG), 13.3 mm^2 (6 AWG) o 21.2 mm^2 (4 AWG**)** deben tener una profundidad interna que no sea menor a 5.24 centímetros.

4) Conductores tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) o 5.26 mm^2 (10 AWG). Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) ó 5.26 mm^2 (10 AWG) deben tener una profundidad interna no menor a 3 centímetros. Cuando el equipo se proyecta hacia la parte posterior, desde el plano de montaje de la caja, una distancia mayor a 2.50 centímetros, la caja debe tener una profundidad no menor a la del equipo más 6 milímetros.

5) Conductores tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) y más pequeños. Las cajas que alojan dispositivos o equipos de utilización alimentados por conductores tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) y más pequeños deben tener una profundidad no menor a 2.38 centímetros.

Excepción para (1) hasta (5): Se permitirán dispositivos o equipo de utilización aprobados para instalación con cajas especificadas por el fabricante.

314-25. Cubiertas y tapas ornamentales. En instalaciones terminadas, cada caja debe tener una cubierta, placa frontal, portalámparas o tapa ornamental para luminaria, excepto cuando la instalación cumple con lo que se especifica en 410-24(b).

a) Cubiertas y placas metálicas o no metálicas. Se permitirán cubiertas y placas metálicas o no metálicas. Cuando se utilizan cubiertas o placas metálicas, éstas deben cumplir con los requisitos de puesta a tierra de 250-110.

NOTA: Para los requisitos adicionales de puesta a tierra, véase 410-42 para las tapas ornamentales metálicas de luminarias, y 404-12 y 406-6(b) para placas frontales metálicas.

b) Acabado de pared o plafón, combustible y expuesto. Cuando se utilizan una tapa ornamental o platillo de luminaria, cualquier acabado de pared o plafón, combustible y expuesto entre el borde de la tapa ornamental o platillo y la caja de salida debe estar cubierta con material no combustible.

c) Dispositivo de suspensión de cordón flexible. Las cubiertas de las cajas de salida que tienen orificios a través de los cuales puedan pasar cables flexibles, deben estar dotadas de boquillas aprobadas o tener una superficie lisa y perfectamente redondeada sobre la que haga el recorrido el cable No se deben utilizar los pasacables llamados de goma dura o compuesto.

314-27. Cajas de salida

a) Cajas en las salidas para luminarias o portalámparas. Se permite que las cajas de salida o accesorios diseñados para el soporte de luminarias y portalámparas e instalados como se exige en 314-23, soporten una luminaria o portalámparas.

1) Salidas de pared. Las cajas utilizadas en las salidas para luminarias o portalámparas en una pared, deben estar marcadas en el interior de la caja indicando el peso máximo de la luminaria que soporta la caja en la pared, cuando es diferente de 23 kilogramos.

Excepción: Se permitirá que una luminaria o portalámparas montada en la pared que no pese más de 3 kilogramos esté soportada en otras cajas o anillos sencillos que estén fijos a otras cajas, siempre y cuando la luminaria o su yugo de soporte o portalámparas estén fijos a la caja por lo menos con dos tornillos numero 6 o más grandes.

2) Salidas en plafón. En cualquier salida utilizada exclusivamente para iluminación, la caja se debe diseñar o instalar para que se pueda fijar una luminaria o portalámparas. Se exigirá que las cajas soporten una luminaria que pese hasta 23 kilogramos. Una luminaria que pese más de 23 kilogramos se debe soportar independientemente de la caja de salida, a menos que la caja de salida esté aprobada y marcada para el peso máximo que se va a sostener.

b) Cajas en el piso. Para los contactos localizados en el piso se deben utilizar cajas aprobadas específicamente para esta aplicación.

Excepción: Cuando se considere baja la probabilidad de exposición al daño físico, la humedad y la suciedad, se permitirá que las cajas localizadas en pisos elevados de escaparates y lugares similares sean diferentes de aquellas aprobadas para las aplicaciones en el piso. Los contactos y las cubiertas deben estar aprobados como un ensamble para este tipo de lugar.

c) Cajas en las salidas para los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón. Las cajas de salida o los sistemas de cajas de salidas utilizados como único soporte para un ventilador (de aspas) suspendido del plafón deben estar aprobadas y marcadas por el fabricante como adecuadas para este propósito y no deben sostener ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón con un peso mayor a 32 kilogramos. Para cajas de salida o sistemas de cajas de salida diseñadas para sostener ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón con un peso mayor a 16 kilogramos, el marcado exigido debe incluir el peso máximo que se puede sostener.

Cuando se instalen conductores de fase adicionales, con apagadores separados en una caja de salida montada en plafón, en un lugar aceptable para ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón, en viviendas unifamiliares y multifamiliares, la caja de salida o el sistema de cajas de salida se listará como el único soporte de un ventilador (de aspas) suspendido del plafón.

d) Equipo de utilización. Las cajas utilizadas para soportar equipos de utilización, diferentes de los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón, deben cumplir con los requisitos de las secciones 314-27(a) para el soporte de una luminaria que tiene el mismo tamaño y el mismo peso.

Excepción: Se permitirá que el equipo de utilización con un peso no mayor a 3 kilogramos esté soportado en otras cajas o anillos sencillos que estén fijos a otras cajas, siempre y cuando el equipo o su yugo de soporte esté fijo a la caja por lo menos con dos tornillos número 6 o más grandes.

314-28. Cajas de paso y de empalme. Las cajas utilizadas como cajas de paso y de empalme deben cumplir con las especificaciones de (a) hasta (e) siguientes.

Excepción: Las cajas de terminales que se suministran con los motores deben cumplir con las disposiciones de 430-12.

a) Tamaño mínimo. Para las canalizaciones que contienen conductores del 21.2 mm^2 (4 AWG) o más grandes que deben estar aislados, y para cables que contienen conductores tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) y más grandes, las dimensiones mínimas de las cajas de paso o de empalme instaladas en un tendido de cable o canalización deben cumplir con lo que se especifica en (1) a (3) siguientes.

1) Tendidos rectos. En tendidos rectos, la longitud de la caja no debe ser menor a ocho veces el diámetro de la canalización más grande.

2) Tendidos en ángulos o en U, o empalmes. En donde se hagan empalmes, tendidos en ángulos o en U, la distancia entre cada entrada de canalización dentro de la caja y la pared opuesta de la caja, no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande en una hilera. Esta distancia se debe incrementar para las entradas adicionales, en una cantidad igual a la suma de los diámetros de todas las otras entradas de canalizaciones en la misma hilera y en la misma pared de la caja. Cada hilera se debe calcular individualmente, y se debe usar la hilera que proporcione la máxima distancia.

Excepción: Cuando una entrada para la canalización o cable está en la pared opuesta a una cubierta removible, de una caja se permitirá que la distancia desde esta pared hasta la cubierta cumpla con los requisitos de distancia para un alambre por cada terminal que se indica en la Tabla 312-6(a).

La distancia entre las entradas de las canalizaciones que alojan al mismo conductor, no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande.

Si en lugar del tamaño de la canalización en los anteriores incisos (a)(1) y (a)(2) se toma el tamaño del cable, se debe utilizar el diámetro mínimo de la canalización para el número y tamaño de los conductores del cable.

3) Dimensiones más pequeñas. Se permitirán cajas con dimensiones menores a las exigidas en los anteriores incisos (a)(1) y (a)(2) para instalaciones de combinaciones de conductores con una ocupación menor a la máxima del tubo conduit o la tubería (de los tubos conduit o la tubería que se utiliza) permitida por la Tabla 1 del Capítulo 10**,** siempre y cuando la caja haya sido aprobada para, y esté marcada permanentemente con, el número máximo y el tamaño máximo permitidos para los conductores.

b) Conductores en cajas de paso o de empalme. En cajas de paso o cajas de empalme que tengan cualquiera de sus dimensiones mayor a 1.80 metros, todos los conductores deben estar cableados o agrupados.

c) Tapas. Todas las cajas de paso y cajas de empalme deben tener tapas compatibles con la construcción de la caja y deben ser adecuadas para las condiciones de uso. Cuando se utilizan tapas metálicas, éstas deben cumplir con los requisitos de puesta a tierra de 250-110.

d) Barreras permanentes. Cuando se instalan barreras permanentes en una caja, cada sección se debe considerar como una caja independiente.

e) Bloques de distribución de fuerza. Se permitirán los bloques de distribución de fuerza en las cajas de paso y de empalme de más de1640 cm^3 para conexiones de conductores cuando estén instalados en cajas y cuando la instalación cumpla con (1) a (5) siguientes.

Excepción: Se permitirán barras terminales de puesta a tierra de equipos en envolventes más pequeños.

1) Instalación. Los bloques de distribución de fuerza en las cajas deben ser aprobados.

2) Tamaño. Además de que en donde se hagan empalmes, tendidos en ángulos o en U, la distancia entre cada entrada de canalización dentro de la caja y la pared opuesta de la caja no debe ser menor a seis veces el diámetro de la canalización más grande en una hilera, se debe instalar el bloque de distribución de fuerza en una caja con dimensiones no menores a las especificadas en las instrucciones de instalación del fabricante.

3) Espacio para el doblado de los conductores. El espacio para el doblado del conductor en las terminales de los bloques de distribución de fuerza debe cumplir con 312-6.

4) Partes vivas. Los bloques de distribución de fuerza no deben tener partes vivas no aisladas y expuestas dentro de una caja, ya sea que la cubierta de la caja esté instalada o no.

5) Conductores de paso. Cuando se utilicen las cajas de paso o de empalme para conductores que no terminan en el(los) bloque(s) de distribución de fuerza, los conductores de paso se deben disponer de tal modo que los terminales del bloque de distribución de fuerza no se obstruyan después de la instalación.

314-29. Cajas y registros que deben ser accesibles. Las cajas, y registros se deben instalar de forma que el alambrado que se encuentra dentro de ellos, pueda ser accesible sin retirar ninguna parte del edificio o, en circuitos subterráneos, sin excavar las banquetas, el pavimento, la tierra u otras sustancias que se utilicen para establecer el terminado del terreno.

Excepción: Se permitirán cajas y registros aprobados, cuando están cubiertos por graba, agregado liviano o suelo granulado no cohesivo, si su ubicación está identificada de manera eficaz y es accesible para la excavación.

314-30. Registros. Los registros se deben diseñar e instalar para que resistan todas las cargas que probablemente se impongan sobre ellos. Deben estar identificados para uso en sistemas subterráneos y cumplir con (a) hasta (e) siguientes.

a) Tamaño. Los registros se deben dimensionar de acuerdo con 314-28(a) para conductores que operan a 600 volts o menos, y de acuerdo con 314-71 para conductores que operan a más de 600 volts. Para los registros sin fondo a los que se aplican las disposiciones de la Excepción a 314-28(a)(2), o de la Excepción 1 de 314-71(b)(1), la medición de la tapa removible se debe hacer desde el extremo del tubo conduit o del ensamble del cable.

b) Entradas del alambrado. Las canalizaciones subterráneas y los conjuntos de cables subterráneos que entran en un registro se deben prolongar dentro del envolvente, pero no sé exigirá que estén conectados mecánicamente al envolvente.

c) Alambrado encerrado. Todos los conductores y cualquier empalme o terminación, si están presentes, deben ser aprobados como adecuados para lugares mojados.

d) Cubiertas. Las cubiertas de los registros deben tener una marca o un logotipo de identificación que indique de manera visible la función del envolvente, por ejemplo "eléctrico". Las cubiertas de los registros deben requerir de la utilización de herramientas para abrirlas, o deben pesar más de 45 kilogramos. Las cubiertas metálicas y otras superficies conductoras expuestas deben estar unidas de acuerdo con 250-92 si los conductores en el registro son conductores de acometida, o de acuerdo con 250-96 (a) si los conductores en el registro son conductores de alimentador o de circuito derivado.

C. Especificaciones de construcción

314-40. Cajas metálicas y accesorios.

a) Resistentes a la corrosión. Las cajas metálicas, las cajas y los accesorios deben ser resistentes a la corrosión o deben estar bien galvanizados, esmaltados o tener otro recubrimiento adecuado por dentro y por fuera para prevenir la corrosión.

NOTA: Véase 300-6 con respecto a la limitación en el uso de las cajas y los accesorios protegidos contra la corrosión únicamente con esmalte.

b) Espesor del metal. Las cajas metálicas deben tener una resistencia y rigidez para el uso previsto.

Excepción 1: Se permitirá que las cajas aprobadas que demuestren tener características y resistencia equivalentes, sean fabricadas con otros metales o de menor espesor.

Excepción 2: Se permitirá que las paredes de las cajas aprobadas de radio reducido, de las que trata 314-16(c)(2), estén fabricadas con un metal de menor espesor.

c) Cajas metálicas de más de 1640 cm^3. Las cajas metálicas con tamaño mayor a 1640 cm^3 deben tener una resistencia y rigidez para el uso previsto.

d) Disposiciones para la puesta a tierra. En cada caja metálica se debe suministrar un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permitirá que el medio sea un orificio roscado o su equivalente.

314-41. Cubiertas. Las cubiertas metálicas deben ser del mismo material de la caja con la cual se utiliza, o deben estar revestidas con un material aislante firmemente unido. Las cubiertas deben estar aprobadas para uso como sistema de canalización. Las cubiertas metálicas deben tener el mismo espesor de las cajas con las cuales se utiliza o deben estar aprobados para este propósito.

314-42. Pasacables. Las cubiertas de las cajas de salida que tienen orificios a través de los cuales puedan pasar cordones flexibles colgantes, deben tener pasacables aprobados o tener superficies lisas y bien redondeadas en las cuales se pueda apoyar el cordón. Cuando los conductores individuales pasan a través de una cubierta metálica, se debe suministrar, para cada conductor, un orificio independiente equipado con un pasacables de material aislante adecuado. Estos orificios independientes deben estar conectados por una ranura tal como lo exige 300-20.

314-43. Cubiertas no metálicas. Los medios de soporte u otras formas de montaje de las cajas no metálicas deben estar por fuera de la caja, o se debe construir la caja de forma que se evite el contacto entre los conductores dentro de la caja y los tornillos de soporte.

314-44. Marcado. Todas las cajas, cubiertas, anillos de extensión, anillos sencillos y similares deben estar marcados de forma duradera y legible con el nombre del fabricante o la marca comercial.

D. Cajas de paso y de empalme, y registros para uso en sistemas de más de 600 volts

314-70. Generalidades

a) Cajas de paso y de empalme. Cuando se utilizan cajas de paso y de empalme en sistemas de más de 600 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes disposiciones de este Artículo:

(1) Parte A, 314-2; 314-3 y 314-4

(2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-20; 314-23(a), (b), o (g); 314-28(b) y 314-29

(3) Parte C, 314-40(a) y (c); y 314-41

b) Cajas. Cuando se utilizan cajas en sistemas de más de 600 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes generalidades de este Artículo:

(1) Parte A, 314-4

(2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-23(a), (e), o (g); y 314-29

(3) Parte C, 314-40(a) y 314-41

c) Registros. Cuando se utilizan los registros en sistemas de más de 600 volts, la instalación debe cumplir con las disposiciones de la Parte D y con las siguientes generalidades de este Artículo:

(1) Parte A, 314-3 y 314-4

(2) Parte B, 314-15; 314-17; 314-23(g); 314-28(b); 314-29 y 314-30

314-71. Tamaño de las cajas de paso y de empalme, y registros. Las cajas de paso y de empalme y los registros deben suministrar el espacio y las dimensiones adecuadas para la instalación de los conductores y deben cumplir con los requisitos específicos de esta sección.

Excepción: Las cajas de terminales que se suministran con los motores deben cumplir con las disposiciones de 430-12.

a) Para tendidos rectos. La longitud de la caja no debe ser menor a 48 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro del conductor más grande, blindado o recubierto de plomo o del cable que entra en la caja. La longitud no debe ser menor a 32 veces el diámetro exterior del conductor o cable no blindado que sea más grande.

b) Para tendidos en ángulo o en U.

1) Distancia a la pared opuesta. La distancia entre cada cable o conductor que entra en la caja y la pared opuesta de ésta no debe ser menor a 36 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro, del cable o conductor más grande. Esta distancia se debe incrementar para las entradas adicionales en una cantidad igual a la suma de los diámetros exteriores, medidos sobre el forro, de todas las otras entradas de cables o conductores a través de la misma pared de la caja.

Excepción 1: Cuando la entrada de un conductor o cable está en la pared de una caja opuesta a una cubierta removible, se permitirá que la distancia desde esta pared hasta la cubierta no sea menor al radio de curvatura para los conductores, tal como se especifica en 300-34.

Excepción 2: Cuando los cables no son blindados y no están recubiertos con plomo, se permitirá que la distancia de 36 veces el diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

2) Distancia entre la entrada y la salida. La distancia entre la entrada de un cable o conductor y su salida de la caja no debe ser menor a 36 veces el diámetro exterior, medido sobre el forro, de este cable o conductor.

Excepción: Cuando los cables no son blindados y no están recubiertos con plomo, se permitirá que la distancia de 36 veces el diámetro exterior se reduzca a 24 veces dicho diámetro.

c) Laterales removibles. Uno o más laterales de las cajas de paso deben ser removibles.

314-72. Requisitos de construcción e instalación

a) Protección contra la corrosión. Las cajas se deben fabricar con materiales resistentes a la corrosión o se deben proteger adecuadamente, tanto interna como externamente, con esmalte, galvanización, enchapado u otros medios.

b) Paso a través de divisiones. Se deben instalar pasacables, pantallas o accesorios adecuados que tengan bordes lisos y redondeados donde los conductores o los cables pasan a través de las divisiones, y en otros lugares, cuando sea necesario.

c) Envolvente completo. Las cajas deben proporcionar un envolvente completo para los cables o conductores que contienen.

d) Alambrado accesible. Las cajas se deben instalar de forma que los conductores sean accesibles sin retirar ninguna parte fija al edificio o estructura. El espacio de trabajo que se debe suministrar debe estar de acuerdo con lo que se estipula en 110-34.

e) Cubiertas adecuadas. Las cajas se deben cerrar con cubiertas adecuadas, sujetas firmemente en su lugar. Se considerará que las cubiertas de cajas subterráneas con un peso mayor a los 45 kilogramos cumplen con este requisito. Las cubiertas para las cajas deben estar marcadas permanentemente con el siguiente texto:

“PELIGRO-ALTA TENSION”

Este marcado debe estar por fuera de la cubierta de la caja y debe ser fácilmente visible. Las letras deben ser mayúsculas y tener una altura mínima de 13 milímetros.

f) Adecuadas para la manipulación prevista. Las cajas y sus cubiertas deben tener la capacidad de resistir la manipulación a la cual probablemente sean sometidas.

ARTICULO 320

CABLE ARMADO TIPO AC

A. Generalidades

320-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción para el cable armado tipo AC.

320-2. Definición.

Cable armado tipo AC. Ensamble fabricado de conductores aislados en una armadura metálica entrelazada flexible. Véase 320-100.

B. Instalación

320-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de los cables tipo AC en los siguientes casos:

(1) Para alimentadores y circuitos derivados tanto en instalaciones visibles como ocultas.

(2) En charolas portacables.

(3) En lugares secos.

(4) Recubiertos de acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados.

(5) Cuando se instalan o se tienden en los espacios vacíos de los bloques de mampostería o las paredes de losa, si dichas paredes no están expuestas o sometidas a mojarse o a humedecerse excesivamente.

NOTA: Los “usos permitidos” no constituyen una lista que incluya todos los casos.

320-12. Usos no permitidos. Los cables tipo AC no se deben utilizar en los siguientes casos:

(1) Cuando están sometidos al daño físico.

(2) En lugares húmedos o mojados.

(3) En los espacios vacíos de los bloques de mampostería o las paredes de losa, cuando dichas paredes están expuestas o sometidas a mojarse o humedad excesiva.

(4) Cuando están expuestos a condiciones corrosivas.

(5) Si están recubiertos de acabado de yeso sobre ladrillo u otra mampostería en lugares húmedos o mojados.

320-15. Instalación visible. Los tendidos visibles de cable, excepto lo que se especifica en 300-11(a), deben seguir muy de cerca la superficie del acabado del edificio o de los largueros. También se permitirá que los tendidos visibles se instalen en la cara inferior de las vigas cuando están sostenidos en cada viga y colocados de tal manera que no se vean sometidos al daño físico.

320-17. A través o paralelo a elementos estructurales. El cable tipo AC debe estar protegido de acuerdo con lo que se indica en 300-4(a), (c) y (d) cuando se instala a través de o paralelo a elementos estructurales.

320-23. En desvanes accesibles. Los cables tipo AC que se encuentran en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, se deben instalar según se especifica en (a) y (b) siguientes.

a) Cables que se tienden a través de la parte superior de las vigas del piso. Cuando se instalen en desvanes o espacios accesibles entre tejado y techo, cruzando sobre las vigas del techo o sobre postes o travesaños a una distancia menor que 2.00 metros del techo o de las vigas del mismo, los cables deben protegerse por medio de tiras de guarda adecuadas que tengan al menos la altura del diámetro del cable. Cuando este espacio no sea accesible por medio de escaleras permanentes o portátiles, sólo se requiere protegerlos hasta una distancia de 1.80 metros a partir del borde más próximo del orificio de la escotilla o de la entrada al desván.

b) Cable instalado paralelo a elementos estructurales. Cuando el cable se instala paralelo a los lados de las columnas, los travesaños, los plafones o las vigas del piso, no se exigirán tirantes ni largueros de protección, y la instalación también debe cumplir con lo que se indica en 300-4(d).

320-24. Radio de curvatura. La curvatura en el cable tipo AC se debe hacer de manera que no se produzca daño al cable. El radio de la curva del borde interior de cualquier doblez no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable tipo AC.

320-30. Sujeción y soporte

a) Generalidades. El cable tipo AC se debe sostener y asegurar con grapas, amarres de cable, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de modo que no se cause daño al cable.

b) Sujeción. A menos que se permita algo diferente, el cable tipo AC se debe fijar a una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, gabinete o accesorio, y a intervalos no mayores de 1.40 metros cuando se instalan sobre o a través de elementos estructurales.

c) Soporte. A menos que se permita algo diferente, el cable tipo AC debe estar sostenido a intervalos no mayores de 1.40 metros. Los tendidos horizontales de cable tipo AC instalados en elementos estructurales de madera o metal, o medios de soporte similares se deben considerar que están sostenidos, cuando dichos soportes están a intervalos que no exceden 1.40 metros.

d) Cables no sostenidos. Se permitirá que el cable tipo AC no esté sostenido cuando cumpla con cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Si es tendido o alambrado entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

(2) No tiene más de 60 centímetros de longitud en las terminales en donde la flexibilidad es necesaria.

(3) No tiene más de 1.80 metros de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un plafón accesible. Para los propósitos de esta sección, se permitirán accesorios del cable tipo AC como medios de soporte del cable.

320-40. Cajas y herrajes. En todos los puntos en donde termina la armadura del cable tipo AC, se debe suministrar un accesorio para proteger los cables contra la abrasión, a menos que el diseño de las cajas de salida o de los accesorios sea tal que brinden una protección equivalente y, además, se debe proporcionar un pasacables aislante o su protección equivalente entre los conductores y la armadura. El conector o la abrazadera con los que se fija el cable tipo AC a las cajas o los gabinetes, deben tener un diseño tal que permita que el pasacables aislante o su equivalente sean visibles para inspección.

Cuando se cambie del cable tipo AC a otro cable o método de alambrado en canalización, se debe instalar una caja o accesorio en los puntos de empalme, según se exige en 300-15.

320-80. Ampacidad. La ampacidad se debe determinar de acuerdo con 310-15.

a) Aislamiento térmico. El cable armado instalado en aislamiento térmico del techo debe tener conductores con temperatura nominal de 90 °C. La ampacidad del cable instalado en estas aplicaciones no debe exceder a la de los conductores de 60 °C. Se permitirá usar el valor nominal de 90 °C para los cálculos de la corrección y ajuste de la ampacidad; sin embargo, la ampacidad no debe exceder la de los conductores de 60 °C.

b) Charola portacables. La ampacidad de un cable tipo AC instalado en una charola portacables se debe determinar de acuerdo con 392-80(a).

C. Especificaciones de construcción

320-100. Construcción. El cable tipo AC debe tener una armadura de cinta metálica flexible y debe tener una banda interna de unión, de cobre o aluminio en contacto estrecho con la armadura en toda su longitud.

320-104. Conductores. Los conductores aislados deben ser del tipo indicado en la Tabla 310-104(a) o de aquellos identificados para uso en este cable. Además, los conductores deben tener una cubierta exterior de fibra resistente a la humedad y retardante de la flama. Para el tipo ACT, se deberá exigir una cubierta de fibra resistente a la humedad únicamente sobre los conductores individuales

320-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. El cable tipo AC debe suministrar una trayectoria adecuada para las corriente de falla, tal como se exige en 250-4(a)(5) o (b)(4) para comportarse como un conductor de puesta a tierra del equipo.

320-120. Marcado. El cable se debe marcar de acuerdo con lo que se especifica en 310-120, excepto que el tipo AC debe tener una identificación fácil del fabricante mediante marcas externas distintivas sobre la armadura del cable en toda su longitud.

ARTICULO 322

ENSAMBLES DE CABLE PLANO TIPO FC

A. Generalidades

322-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para los ensambles de cable plano tipo FC.

322-2. Definición.

Ensambles de cable plano, tipo FC. Ensambles de conductores paralelos formados integralmente con un tejido de material aislante, diseñados específicamente para instalación en campo en canalizaciones metálicas superficiales.

B. Instalación

322-10. Usos permitidos. Los ensambles de cable plano sólo se permitirán en los siguientes casos:

(1) Como circuitos derivados para alimentar dispositivos enchufables adecuados para iluminación, aparatos pequeños o cargas de potencias pequeñas. El valor nominal del circuito derivado no debe ser mayor de 30 amperes.

(2) Cuando se usan para instalación visible.

(3) En lugares en donde no estarán expuestos a daño físico. Cuando un ensamble de cable plano se instala a menos de 2.50 metros por encima del piso o plataforma fija de trabajo, se debe proteger mediante una cubierta identificada para tal uso.

(4) En canalizaciones metálicas superficiales identificadas para dicho uso. La parte del canal del sistema de canalización metálica superficial debe estar totalmente instalada, antes de tender el ensamble de cable plano dentro de la canalización.

322-12. Usos no permitidos. Los ensambles de cable plano no se deben utilizar en los siguientes casos:

(1) Cuando están expuestos a condiciones corrosivas, a menos que sean adecuados para la aplicación.

(2) En fosos de ascensores, en elevadores o escaleras móviles.

(3) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto que se permita específicamente por otros Artículos en esta NOM.

(4) En exteriores o en lugares mojados o húmedos, a menos que estén identificados para ese uso.

322-30. Sujeción y soporte. Los ensambles de cable plano deben estar sostenidos por los medios especiales de diseño, dentro de las canalizaciones metálicas superficiales.

Las canalizaciones metálicas superficiales deben estar sostenidas tal como se exige para la canalización específica que se va a instalar.

322-40. Cajas y accesorios.

a) Terminaciones. Cada terminación de un ensamble de cable plano debe acabar en un dispositivo de casquillo terminal identificado para ese uso.

El accesorio para finalizar la canalización metálica superficial debe estar identificado para dicho uso.

b) Soporte colgante para luminarias. Los soportes colgantes para luminarias instaladas con los ensambles de cable plano deben estar identificados para este uso.

c) Accesorios. Los accesorios que se van a instalar con los ensambles de cable plano deben estar diseñados e instalados para prevenir daño físico a los ensambles de cable.

d) Extensiones. Todas las extensiones desde ensambles de cable plano se deben hacer con métodos de alambrado aprobados, dentro de cajas de empalme, instaladas en cualquiera de los extremos de los tendidos de los ensambles de cable plano.

322-56. Empalmes y derivaciones.

a) Empalmes. Los empalmes se deben hacer en cajas de empalme aprobadas.

b) Derivaciones. Las derivaciones se deben hacer entre cualquier conductor de fase y el conductor puesto a tierra o cualquier otro conductor de fase, por medio de dispositivos y accesorios identificados para dicho uso. Los dispositivos de derivación deben tener un valor nominal no menor de 15 amperes o más de 300 volts a tierra, y deben estar codificados por color de acuerdo con los requisitos de 322-120(c).

C. Construcción

322-100. Construcción. Los ensambles de cable plano serán de dos, tres, cuatro o cinco conductores.

322-104. Conductores. Los ensambles de cable plano deben tener conductores de 5.26 mm^2 (10 AWG) de alambres de cobre con trenzado especial.

322-112. Aislamiento. La totalidad del ensamble de cable plano debe estar conformado de manera que proporcione una cobertura aislante adecuada a todos los conductores y utilizar uno de los materiales reconocidos en la Tabla 310-104(a) para alambrado general de circuitos derivados.

322-120. Marcado.

a) Temperatura nominal. Además de las disposiciones de 310-120, el cable tipo FC debe tener la temperatura nominal marcada de manera permanente sobre la superficie, a intervalos no mayores de 60 centímetros.

b) Identificación del conductor puesto a tierra. El conductor puesto a tierra debe estar identificado en toda su longitud por medio de una marca blanca o gris distintiva y durable.

NOTA: El color gris puede haber sido utilizado en el pasado para un conductor de fase. Se recomienda tener precaución al trabajar en sistemas existentes.

c) Identificación en los bloques de terminales. Los bloques de terminales identificados para tal uso deben tener marcas distintivas y durables por código de color o de palabras. La sección para el conductor puesto a tierra debe tener una marca blanca u otra designación adecuada. La siguiente sección adyacente en el bloque de terminales debe tener una marca negra u otra designación adecuada. La sección que sigue debe tener una marca roja u otra designación adecuada. La sección final o exterior, opuesta a la sección del conductor puesto a tierra, debe tener una marca azul u otra designación adecuada.

ARTICULO 324

CABLE DE CONDUCTOR PLANO TIPO FCC

A. Generalidades

324-1. Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de alambrado instalados en campo para circuitos derivados con cables tipo FCC y sus accesorios asociados, tal como se define en este Artículo. El sistema de alambrado está diseñado para instalación debajo de cuadros de alfombras.

324-2. Definiciones

Blindaje inferior. Capa protectora que se instala entre el piso y el cable de conductor plano tipo FCC, para proteger el cable contra daño físico, y puede o no estar incorporado como parte integral del cable.

Blindaje superior. Blindaje metálico puesto a tierra que cubre los componentes del sistema FCC que se encuentran debajo de la alfombra con el propósito de brindar protección contra daño físico.

Cable tipo FCC. Tres o más conductores planos de cobre colocados borde con borde, y separados cubiertos por un ensamble aislante.

Conector del cable. Conector diseñado para unir cables tipo FCC sin utilizar cajas de empalme.

Conexiones de placas metálicas. Medios de conexión diseñados para conectar eléctrica y mecánicamente una placa metálica a otra placa metálica, al alojamiento de un contacto, a un dispositivo autocontenido o a un ensamble de transición.

Ensamble de transición. Ensamble para facilitar la conexión del sistema FCC a otros sistemas de alambrado, que incorpora (1) un medio de interconexión eléctrica y (2) una cubierta o caja adecuada para proporcionar seguridad eléctrica y protección contra daño físico.

Sistema FCC. Sistema de alambrado completo para circuitos derivados, que está diseñado para su instalación debajo de cuadros de alfombras. El sistema FCC incluye el cable tipo FCC y el blindaje asociado, conectores, terminales, adaptadores, cajas y contactos.

Terminal aislante. Aislador diseñado para aislar eléctricamente el extremo final de un cable tipo FCC.

324-6 Requisitos de aprobación. El cable tipo FCC y los accesorios asociados deben estar aprobados.

B. Instalación

324-10. Usos permitidos

a) Circuitos derivados. Se permitirá la utilización de sistemas FCC para circuitos derivados de uso general, circuitos derivados para aparatos y circuitos derivados individuales.

b) Valores nominales del circuito derivado

1) Tensión. La tensión entre los conductores de fase no debe ser mayor de 300 volts. La tensión entre los conductores de fase y el conductor puesto a tierra no debe ser mayor de 150 volts.

2) Corriente. Los circuitos de uso general y los circuitos derivados para aparatos deben tener valor nominal no mayor de 20 amperes. Los circuitos derivados individuales deben tener un valor nominal no mayor de 30 amperes.

c) Pisos. Se permitirá el uso de sistemas FCC en pisos con superficies duras, sólidas, lisas y continuas de concreto, cerámica o sistemas compuestos para pisos, madera y materiales similares.

d) Paredes. Se permitirá el uso de sistemas FCC en las superficies de la pared en canalizaciones metálicas superficiales.

e) Lugares húmedos. Se permitirá el uso de sistemas FCC en lugares húmedos.

f) Pisos con calefacción. Los materiales utilizados en pisos con calefacción a más de 30 °C deben estar identificados como adecuados para uso a estas temperaturas.

g) Altura del sistema. Cualquier parte de un sistema FCC con una altura sobre el nivel del piso que supere 2.30 milímetros debe estar ahusada o biselada en los bordes hasta el nivel del piso.

324-12. Usos no permitidos. Los sistemas FCC no se deben utilizar en los siguientes lugares:

(1) En exteriores o en lugares mojados.

(2) Cuando están sometidos a vapores corrosivos.

(3) En cualquier lugar peligroso (clasificado).

(4) En edificios residenciales, escolares y hospitalarios.

324-18. Cruzamientos. No se permitirán cruzamientos de más de dos tendidos de cable tipo FCC en ningún punto. Se permitirán los cruzamientos de un cable tipo FCC por encima o por debajo de un cable plano de señalización o de telecomunicaciones.

En cada caso, una capa puesta a tierra de la armadura metálica debe separar los dos cables, y no se permitirán cruzamientos de más de dos cables planos en ningún punto.

324-30. Sujeción y soporte. Todos los componentes del sistema FCC deben estar anclados firmemente al piso o a la pared, utilizando un adhesivo o un sistema de anclaje mecánico identificado para este uso. Los pisos se deben preparar con el fin de garantizar la adherencia del sistema FCC al piso hasta que se coloquen los cuadros de alfombra.

324-40. Cajas y accesorios

a) Conexiones del cable y terminales aislantes. Todas las conexiones del cable tipo FCC deben utilizar conectores identificados para ese propósito, instalados de tal forma que se proporcione continuidad eléctrica, aislamiento y sellado contra la humedad y los derrames de líquidos. Todos los extremos de cable desnudo deben estar aislados y sellados contra la humedad y los derrames de líquidos, por medio de terminales aislantes aprobadas.

b) Polarización de las conexiones. Todos los contactos y las conexiones se deben construir e instalar de forma que se mantenga la polarización adecuada del sistema.

c) Blindajes

1) Blindaje superior. Se debe instalar una armadura metálica en la parte superior, por encima de todos los cables tipo FCC, conectores y terminales aislantes montados en el piso. El blindaje superior debe cubrir por completo todos los tendidos, esquinas, conectores y extremos del cable.

2) Blindaje inferior. Se debe instalar un blindaje inferior por debajo de todos los cables tipo FCC, conectores y terminales aislantes.

d) Conexión a otros sistemas. La alimentación de fuerza, la conexión de puesta a tierra y la conexión del sistema de blindaje entre el sistema FCC y otros sistemas de alambrado se debe hacer en un ensamble de transición identificado para tal uso.

e) Conectores de la armadura metálica. La armadura metálica debe estar conectado entre sí y a las cajas, los alojamientos de los contactos, los dispositivos autocontenidos y los ensambles de transición por medio de conectores de la armadura metálica.

324-41. Cubiertas del piso. El cable tipo FCC, los conectores del cable y las terminales aislantes deben estar cubiertos con cuadros de alfombra con tamaño máximo de 92 centímetros de lado. Los cuadros de alfombra que van adheridos ya deben tener el adhesivo necesario.

324-42. Dispositivos

a) Contactos. Todos los contactos, sus alojamientos y los dispositivos autocontenidos utilizados con el sistema FCC deben estar identificados para este uso y se deben conectar al cable tipo FCC y a los blindajes metálicos. La conexión de cualquier conductor de puesta a tierra del cable tipo FCC se debe hacer al sistema de blindaje en cada contacto.

b) Contactos y alojamientos. Se permitirá, con el sistema FCC, el uso de los alojamientos de los contactos y de los dispositivos autocontenidos, diseñados para montaje en el piso o para montaje dentro de la pared o sobre ella. Los alojamientos de los contactos y los dispositivos autocontenidos deben tener medios para facilitar la entrada y la terminación del cable FCC y para conectar eléctricamente el alojamiento o el dispositivo con la armadura metálica. Los contactos y los dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo que se estipula en 406-4. Se permitirá instalar en un alojamiento común, las salidas de fuerza y de comunicaciones, según la Excepción 2 de 800-133(a)(1)(d).

324-56. Empalmes y derivaciones

a) Modificaciones en los sistemas FCC. Se permitirán modificaciones en los sistemas FCC. Se deben utilizar conectores de cable nuevos en los puntos de conexión nuevos para hacer las modificaciones. Se permitirá dejar tendidos de cables no utilizados y los conectores de cable asociados en el lugar y energizados. Todos los extremos del cable deben estar cubiertos con terminales aislantes.

b) Ensambles de transición. Todos los ensambles de transición deben estar identificados para su uso. Cada ensamble debe tener medios que faciliten la entrada del cable tipo FCC dentro del ensamble, para conectar el cable tipo FCC a los conductores puestos a tierra, y para la conexión eléctrica del ensamble a los blindajes metálicos del cable y a los conductores de puesta a tierra del equipo.

324-60. Puesta a tierra. Todos los blindajes metálicos, cajas, alojamientos de contactos y dispositivos autocontenidos deben ser eléctricamente continuos hasta el conductor de puesta a tierra del equipo del circuito derivado alimentador. Todas estas conexiones eléctricas se deben hacer con conectores identificados para este propósito. La resistividad eléctrica de este sistema de blindaje no debe ser mayor a la de un conductor del cable tipo FCC usado en la instalación.

C. Construcción

324-100. Construcción

a) Cable tipo FCC. El cable tipo FCC debe estar aprobado para su uso con el sistema FCC y debe constar de tres, cuatro o cinco conductores planos de cobre, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo.

b) Blindaje

1) Materiales y dimensiones. Todos los blindajes superiores e inferiores deben ser de diseño y de materiales identificados para tal propósito. Los blindajes superiores deben ser metálicos. Se permitirán materiales tanto metálicos como no metálicos para los blindajes inferiores.

2) Resistividad. Los blindajes metálicos deben tener áreas de sección transversal que aseguren una resistividad eléctrica no superior a la de un conductor del cable tipo FCC usado en la instalación.

324-101. Resistencia a la corrosión. Los componentes metálicos del sistema deben ser resistentes a la corrosión, estar recubiertos con materiales resistentes a la corrosión o aislados del contacto con sustancias corrosivas.

324-112. Aislamiento. El material aislante del cable debe ser resistente a la humedad y retardante de flama. Todos los materiales aislantes en los sistemas FCC deben estar identificados para tal uso.

324-120. Marcado

a) Marcado del cable. El cable tipo FCC debe estar marcado claramente y de forma durable en ambos lados, a intervalos no mayores de 60 centímetros, con la información exigida en 310-120 (a) y con la siguiente información adicional:

(1) Material de los conductores.

(2) Temperatura nominal máxima.

(3) Ampacidad.

b) Identificación del conductor. Los conductores deben estar marcados en forma clara y durable en ambos lados y en toda su longitud, tal como se especifica en 310-110.

ARTICULO 326

CABLE CON SEPARADOR INTEGRADO DE GAS TIPO IGS

A. Generalidades

326-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para cables con separador integrado de gas tipo IGS.

326-2. Definición

Cable con separador integrado de gas tipo IGS. Ensamble de fábrica de uno o más conductores, cada uno aislado individualmente y encerrado en un tubo conduit flexible no metálico de ajuste con holgura, como un cable con separador integrado de gas con tensión nominal de 0 hasta 600 volts.

B. Instalación

326-10. Usos permitidos. Se permitirá el cable tipo IGS para uso subterráneo, incluso directamente enterrado, de la siguiente manera:

(1) Conductores de la acometida.

(2) Conductores del alimentador o del circuito derivado.

(3) Conductores de acometida subterránea.

326-12. Usos no permitidos. El cable tipo IGS no se debe usar como alambrado interior ni estar visible en contacto con edificios.

326-24. Radio de curvatura. Cuando el tubo conduit no metálico enrollable y los cables se doblen para su instalación, o se tengan que doblar o flexionar durante el transporte o instalación, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor al especificado en la Tabla 326-24.

Tabla 326-24.- Radio mínimo de curvatura

Tamaño o designación del conduit		Radio mínimo
Designación métrica	Tamaño comercial	cm
53	2	60
78	3	90
103	4	115

326-26. Dobleces. Un tramo de cable de tipo IGS entre dos cajas de paso o terminaciones, no debe tener más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total), incluidos los dobleces situados inmediatamente a la entrada o salida de la caja de paso o terminación.

326-40. Accesorios. Las terminales y empalmes de los cables de tipo IGS se deben identificar como del tipo adecuado para mantener la presión del gas dentro del conduit. Cada tramo de cable y tubo conduit debe tener una válvula y una tapa para comprobar la presión del gas o inyectar gas dentro del conduit.

326-80. Ampacidad. La ampacidad del cable tipo IGS no debe superar los valores que se presentan en la Tabla 326-80.

Tabla 326-80.- Ampacidad de los cables tipo IGS

mm²	Tamaño o designación (kcmil)	Amperes	mm²	Tamaño o designación (kcmil)	Amperes
127	250	119	1267	2500	376
253	500	168	1520	3000	412
380	750	206	1647	3250	429
507	1000	238	1773	3500	445
633	1250	266	1900	3750	461
760	1500	292	2027	4000	476
887	1750	315	2154	4250	491
1013	2000	336	2280	4500	505
1140	2250	357	2407	4750	519

C. Especificaciones de construcción

326-104. Conductores. Los conductores deben ser barras sólidas de aluminio en paralelo, compuestos de 1 a 19 barras de 1.27 centímetros de diámetro. El tamaño mínimo de los conductores debe ser 127 mm^2 (250 kcmil) y el máximo 4380 mm^2 (4750 kcmil).

326-112. Aislamiento. El aislamiento debe ser cinta de papel kraft seco y gas de hexafluoruro de azufre (SF_6) a presión, ambos aprobados para uso eléctrico. La presión nominal del gas debe ser de 138 kPa manométrica (20 libras por pulgada cuadrada manométricas). El espesor del separador de papel debe ser el que se especifica en la Tabla 326-112.

Tabla 326-112.- Espesor del papel separador

mm²	Tamaño o designación (kcmil)	Espesor milímetros
127 – 507	250 - 1000	1.02
633 - 2407	1250 - 4750	1.52

326-116. Tubo conduit. El tubo conduit debe ser de polietileno de media densidad, identificado como adecuado para usarse en una tubería para gas natural de diámetro nominal con designación métrica de 53, 78 ó 103 (tamaño comercial 2, 3 ó 4). Las dimensiones para el porcentaje de ocupación del tubo conduit se presentan en la Tabla 326-116.

El tamaño del tubo conduit permitido para cada tamaño del conductor se debe calcular para un porcentaje de ocupación que no exceda los valores de la Tabla 1 del Capítulo 10.

Tabla 326-116.- Dimensiones del conduit

Tamaño del conduit		Diámetro exterior real	Diámetro interior real
Designación métrica	Tamaño comercial	centímetros	
53	2	6	5
78	3	9	7.3
103	4	11.5	9.5

326-120. Marcado. El cable se debe marcar de acuerdo con 310-120(a),(b)(1) y(d).

(Continúa en la Tercera Sección-Vespertina)

TERCERA SECCION
SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Cuarta Sección)

(Viene de la Segunda Sección-Vespertina)

ARTICULO 328

CABLE DE MEDIA TENSION

A. Generalidades

328-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable de media tensión.

328-2. Definición

Cable de media tensión. Cable individual o multiconductor, con aislamiento dieléctrico sólido, para tensiones de 2001 volts o más.

B. Instalación

328-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de media tensión en instalaciones hasta de 35 000 volts en los siguientes lugares:

(1) En lugares secos o mojados

(2) En canalizaciones

(3) En charolas portacables, cuando están identificadas para tal uso, como lo especifican 392-10, 392-20(b), (c), y (d), 392-22(c), 392-30(b)(1), 392-46, 392-56, y 392-60. Se permitirá que el cable de media tensión que tiene cubierta metálica o armadura exterior, que también cumple con los requisitos para el cable tipo MC, y que está identificado como cable de “Media tensión” o “MC”, se instale en charolas portacables de acuerdo con 392-10(b)(2).

(4) Directamente enterrado, de acuerdo con 300-50.

(5) En alambrados sostenidos por cable mensajero, según la Parte B del Artículo 396.

(6) En tramos visibles, de acuerdo con 300-37. Se permitirá que se instale el cable de media tensión que tiene cubierta metálica o blindaje exterior, que cumple con los requisitos para el cable tipo MC, y que está identificado como “Cable de media tensión” o “MC”, en tramos visibles de cable con armadura metálica de acuerdo con 300-37.

NOTA: El listado de “usos permitidos” no incluye todos los usos.

328-12. Usos no permitidos. No se permitirá usar los cables de media tensión cuando estén expuestos a la luz directa del sol, a menos que estén identificados para tal uso.

328-14. Instalación. El cable de media tensión se debe instalar, terminar y probar por personal calificado.

328-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de media tensión se debe determinar según lo establecido en 310-60. La ampacidad de los cables de media tensión instalados en charolas portacables se debe determinar según lo establecido en 392-80(b).

C. Especificaciones de construcción

328-100. Construcción. Los cables de media tensión deben tener conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre y deben cumplir lo establecido en la Tabla 310-104(c), la Tabla 310-104(d) o en la 310-104(e).

328-120. Marcado. Los cables de media tensión deben estar marcados como exige 310-120.

ARTICULO 330

CABLE CON ARMADURA METALICA TIPO MC

A. Generalidades

330-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable con armadura metálica tipo MC.

330-2. Definición.

Cable con armadura metálica tipo MC. Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados, con o sin elementos de fibra óptica, encerrados en una armadura de cinta metálica entrelazada o en una cubierta metálica lisa o corrugada.

B. Instalación

330-10. Usos permitidos

a) Usos generales. Se permitirá utilizar cables de tipo MC en los siguientes casos:

(1) Para acometidas, alimentadores y circuitos derivados.

(2) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señales.

(3) En interiores y exteriores.

(4) Visibles u ocultos.

(5) Directamente enterrados, cuando estén identificados para ese uso.

(6) En charolas portacables, cuando estén identificados para ese uso.

(7) En cualquier canalización.

(8) Como cable aéreo suspendido de un cable mensajero.

(9) En lugares peligrosos (clasificados), cuando específicamente se permita por otros Artículos en esta NOM.

(10) En lugares secos y recubiertos por el acabado de paredes de ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados.

(11) En lugares mojados cuando se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

a. Que la cubierta metálica sea impermeable a la humedad.

b. Que debajo de la cubierta metálica tenga una cubierta impermeable a la humedad.

c. Que los conductores aislados bajo la cubierta metálica estén aprobados para uso en lugares mojados y que sobre el cubierta metálica lleve una cubierta resistente a la corrosión.

(12) Cuando se utilizan cables de un solo conductor, todos los conductores de fase y, cuando se usa, el conductor puesto a tierra se deben agrupar con el fin de minimizar la tensión inducida sobre el forro.

b) Usos específicos. Se permitirá la instalación del cable tipo MC según lo estipulado en las partes B y C del Artículo 725 y del 770-133, según se apliquen, y de acuerdo con 330-10(b)(1) hasta (b)(4).

1) Charolas portacables. El cable tipo MC instalado en charolas portacables debe cumplir con 392-10, 392-12, 392-18, 392-20, 392-22, 392-30, 392-46, 392-56, 392-60(c) y 392-80.

2) Directamente enterrado. El cable directamente enterrado debe cumplir con 300-5 ó 300-50, según corresponda.

3) Instalado como cable de acometida. Se permitirá instalar el cable tipo MC como cable de acometida de acuerdo con 230-43.

4) Instalado en el exterior de edificios o estructuras, o como cable aéreo. El cable tipo MC instalado en el exterior de edificios o estructuras o como cable aéreo debe cumplir con lo especificado en 225-10, 396-10 y 396-12.

NOTA: El listado de “usos permitidos” no incluye todos los usos.

330-12. Usos no permitidos. Los cables de tipo MC no se deben usar bajo ninguna de las siguientes condiciones:

(1) Cuando estén sometidos a daño físico.

(2) Cuando estén expuestos a alguna de las condiciones corrosivas destructivas que se indican en (a) o (b), a menos que el cubierta metálica o la armadura sean resistentes a las condiciones o estén protegidos con material resistente a las condiciones:

a. Directamente enterrados en la tierra o embebidos en concreto, a menos que estén identificados para ser enterrados directamente.

b. Cuando estén expuestos a relleno de ceniza, cloruros fuertes, álcalis cáusticos o vapores de cloro o de ácido clorhídrico.

330-17. A través o paralelo a elementos estructurales. El cable tipo MC debe estar protegido según 300-4(a), (c) y (d) cuando se instala a través o paralelo a elementos estructurales.

330-23. En áticos accesibles. La instalación de cables de tipo MC en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, debe cumplir lo establecido en 320-23.

330-24. Radio de curvatura. Todos los dobleces en el cable tipo MC deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser menor a lo indicado en (a) hasta (c) siguientes.

a) Forro liso.

(1) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable no sea mayor de 1.90 centímetros.

(2) Doce veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 1.90 centímetros hasta de 3.80 centímetros.

(3) Quince veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 3.80 centímetros de.

b) Armadura de tipo entrelazado o forro corrugado. Siete veces el diámetro exterior de la cubierta metálica.

c) Conductores blindados. Doce veces el diámetro exterior de uno de los conductores individuales, o siete veces el diámetro exterior del cable multiconductor, de estos valores el mayor.

330-30. Sujeción y soporte

a) Generalidades. El cable tipo MC se debe sostener y sujetar con grapas, amarres para cable, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, u otros medios aprobados, diseñados e instalados de modo que no se cause daño al cable.

b) Sujeción. A menos que se disponga algo diferente, los cables se deben fijar a intervalos no mayores de 1.80 metros. Los cables que tengan cuatro o menos conductores con tamaño no superior al 5.26 mm^2 (10 AWG) se deben sujetar a una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja, gabinete, accesorio u otra terminación del cable.

c) Soporte. A menos que se disponga algo diferente, los cables deben estar sostenidos en intervalos no mayores de 1.80 metros.

Los tendidos horizontales de cable tipo MC instalados en elementos estructurales de madera o metal, o medios de soporte similares se deben considerar como sostenidos y asegurados cuando dicho soporte está a intervalos que no exceden 1.80 metros.

d) Cables no soportados. Se permitirá que el cable tipo MC no esté soportado cuando cumpla con una de las siguientes condiciones:

(1) Si el cable está tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

(2) No tiene más de 1.80 metros de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un plafón accesible. Para los propósitos de esta sección, se permitirán accesorios del cable tipo MC como medios de soporte del cable.

330-31. Conductores individuales. Cuando se utilizan cables de un solo conductor con armadura o forro no ferroso, la instalación debe cumplir con lo establecido en 300-20.

330-40. Cajas y accesorios. Los accesorios usados para conectar los cables de tipo MC a cajas, gabinetes u otros equipos deben estar aprobados e identificados para ese uso.

330-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MC se debe determinar según 310-15 ó 310-60 para conductores de 2.08 mm^2 (14 AWG) y más grandes, y según la Tabla 402-5 para conductores del 0.823 mm^2 (18 AWG) y el 1.31 mm^2 (16 AWG). La instalación no debe exceder la temperatura nominal de las terminales y del equipo.

a) Cable tipo MC instalado en charolas portacables. La ampacidad del cable tipo MC instalado en charolas portacables se debe determinar según 392-80.

b) Conductores tipo MC individuales agrupados. Cuando se agrupan conductores tipo MC individuales en una configuración triangular o cuadrada y se instalan en un cable mensajero o visibles, conservando un espacio de aire libre de no menos de 2.15 veces el diámetro del conductor más grande dentro de la configuración (2.15 x diámetro exterior), y las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los conductores no debe exceder la ampacidad permisible en las siguientes tablas:

(1) Tabla 310-15(b)(20) para conductores de tensión nominal de 0 hasta 2000 volts.

(2) Tabla 310-60(c)(67) y Tabla 310-60(c)(68) para conductores con tensión nominal de más de 2000 volts.

C. Especificaciones de construcción

330-104. Conductores. Los conductores deben ser de cobre, aluminio, aluminio recubierto de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, sólidos o trenzados. El tamaño mínimo de los conductores debe ser 0.823 mm^2 (18 AWG) si es de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel o 3.31 mm^2 (12 AWG) si es de aluminio o de aluminio recubierto de cobre.

330-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el cable tipo MC se usa para proporcionar un conductor de puesta a tierra del equipo, debe cumplir con lo establecido en 250-118(10) y 250-122.

330-112. Aislamiento. Los conductores aislados deben cumplir con lo establecido en (a) o (b) siguientes.

a) 600 volts. Los conductores aislados de tamaños 0.823 mm^2 (18 AWG) y 1.31 mm^2 (16 AWG) deben ser de alguno de los tipos presentados en la Tabla 402-3, con temperatura máxima de operación no menor a 90 °C y según lo que permite 725-49. Los conductores de tamaño superior a 1.31 mm^2 (16 AWG) deben ser de alguno de los tipos presentados en la Tabla 310-104(a), o de un tipo identificado para uso en cables de tipo MC.

b) Más de 600 volts. Los conductores aislados deben ser de uno de los tipos presentados en las Tablas 310-104(c) hasta 310-104(e).

330-116. Forro. El recubrimiento metálico debe ser de uno de los siguientes tipos: cubierta metálica lisa, cubierta metálica corrugada o armadura de cinta metálica entrelazada. La cubierta metálica debe ser continua y de ajuste estrecho. Se debe usar un forro o armadura no magnética en un conductor individual tipo MC. Se permitirá el uso de protección suplementaria en forma de una cubierta externa de material resistente a la corrosión, que debe ser obligatoria cuando dicha protección sea necesaria. El forro no se debe usar como un conductor portador de corriente.

NOTA: Véase 300-6 con relación a la protección contra la corrosión.

ARTICULO 332

CABLE CON AISLAMIENTO MINERAL Y CUBIERTA METALICA TIPO MI

A. Generalidades

332-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción del cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI.

332-2. Definición

Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica tipo MI. Cable ensamblado en fábrica, de uno o más conductores aislados con un aislante mineral refractario altamente comprimido y encerrado en un forro continuo de cobre o de aleación de acero, hermético a los líquidos y a los gases.

B. Instalación

332-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo MI en:

(1) Para acometidas, circuitos alimentadores y circuitos derivados.

(2) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.

(3) En lugares secos, mojados o continuamente húmedos.

(4) En interiores o exteriores.

(5) Ocultos o visibles.

(6) Recubiertos de mezcla, concreto, tierra u otro material de mampostería, sobre o debajo del suelo.

(7) En lugares peligrosos (clasificados), cuando específicamente se permita por otros Artículos en esta NOM.

(8) Expuestos a aceite y gasolina.

(9) Expuestos a condiciones corrosivas que no deterioren su forro.

(10) En tramos subterráneos, si están protegidos adecuadamente contra daños físicos y condiciones corrosivas.

(11) Dentro o fijos a charolas portacables.

NOTA: El listado de "usos permitidos" no incluye todos los usos.

332-12. Usos no permitidos. Los cables tipo MI no se deben usar bajo las siguientes condiciones ni en los siguientes lugares:

(1) En tramos subterráneos, a menos que estén protegidos contra el daño físico, cuando sea necesario.

(2) Cuando estén expuestos a condiciones corrosivas y destructivas para la cubierta metálica, a menos que tengan protección adicional.

332-17. A través o paralelo a elementos estructurales. Los cables de tipo MI deben estar protegidos de acuerdo con 300-4, cuando se instalen a través o paralelos a elementos estructurales.

332-24. Radio de curvatura. Los dobleces en el cable tipo MI deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva no debe ser menor a lo indicado a continuación:

(1) Cinco veces el diámetro exterior de la cubierta metálica, cuando el diámetro exterior del cable no sea mayor que 1.90 centímetros.

(2) Diez veces el diámetro exterior de la cubierta metálica cuando el diámetro exterior del cable sea mayor de 1.90 centímetros pero no más de 2.50 centímetros.

332-30. Sujeción y soporte. El cable tipo MI se debe sostener y sujetar con grapas, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares, diseñados e instalados de modo que no dañen al cable, a intervalos no mayores de 1.80 metros.

a) Tramos horizontales a través de orificios y muescas. En tramos que no sean verticales, se considerará que los cables instalados de acuerdo con 300-4 están sostenidos y sujetos cuando tales soportes estén a intervalos no mayores de 1.80 metros.

b) Cables sin soporte. Se permitirá que el cable tipo MI no tenga soporte cuando el cable esté tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

c) Charolas portacables. Todos los cables tipo MI instalados en charolas portacables deben cumplir con lo que se estipula en 392-30(a).

332-31. Conductores individuales. Cuando se usen cables de un solo conductor, todos los conductores de fase y el conductor del neutro, cuando exista, se deben agrupar para reducir al mínimo la tensión inducida en el forro.

332-40. Cajas y accesorios.

a) Accesorios. Los accesorios utilizados para conectar los cables de tipo MI a las cajas, gabinetes u otros equipos deben estar identificados para ese uso.

b) Sellante de los extremos. En donde terminan los cables tipo MI, se debe aplicar un sellante inmediatamente después de retirar el revestimiento, para prevenir la entrada de humedad en el aislamiento. Los conductores que sobresalgan del forro se deben aislar individualmente con un material aislante.

332-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo MI se debe determinar de acuerdo con 310-15. La temperatura del conductor en el accesorio del extremo sellado no debe exceder el valor nominal de temperatura del accesorio aprobado de extremo sellado, y la instalación no debe exceder la temperatura nominal de las terminales y del equipo.

a) Cable tipo MI instalado en charolas portacables. La ampacidad del cable tipo MI instalado en charolas portacables se debe determinar de acuerdo con 392-80(a).

b) Conductores tipo MI individuales agrupados. Cuando se agrupan conductores tipo MI individuales en una configuración triangular o cuadrada, tal como se exige en 332-31, y se instalan en un cable mensajero o visibles, conservando un espacio de aire libre de no menos de 2.15 veces el diámetro del conductor más grande dentro de la configuración (2.15 x diámetro exterior), y las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los conductores no debe exceder la ampacidad permisible que se indica en la Tabla 310-15(b)(17).

C. Especificaciones de construcción

332-104. Conductores. Los conductores de los cables de tipo MI deben ser de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, sólidos, con una resistencia correspondiente a los tamaños estándar.

332-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el forro exterior es de cobre, éste debe suministrar una trayectoria adecuada que sirva como conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el forro exterior es de acero, se debe proporcionar un conductor de puesta a tierra independiente.

332-112. Aislamiento. El aislamiento de los conductores de los cables de tipo MI debe ser un mineral refractario altamente comprimido que ofrezca espacio suficiente para todos los conductores.

332-116. Forro. El forro exterior debe ser de construcción continua, de modo que ofrezca protección mecánica y sello contra la humedad.

ARTICULO 334

CABLE CON FORRO NO METALICO TIPOS NM, NMC Y NMS

A. Generalidades

334-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables con forro no metálico.

334-2. Definiciones

Cable con forro no metálico. Ensamble montado en fábrica de dos o más conductores aislados y encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica.

Tipo NM. Conductores aislados encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica.

Tipo NMC. Conductores aislados encerrados dentro de una cubierta exterior no metálica, resistente a la corrosión.

Tipo NMS. Conductores aislados de control o de fuerza con conductores de señalización, datos y comunicaciones dentro de una cubierta exterior no metálica.

334-6. Aprobados. Los cables de los tipos NM, NMC y NMS deben ser aprobados.

B. Instalación

334-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables de tipo NM, NMC y NMS en:

(1) Viviendas unifamiliares y bifamiliares y sus garajes juntos o separados, y sus edificios de almacenamiento

(2) Viviendas multifamiliares de los tipos de construcción III, IV y V, excepto como se prohíbe en 334-12.

(3) Otras estructuras de los tipos de construcción III, IV y V, excepto como se prohíbe en 334-12. Los cables deben estar ocultos dentro de paredes, pisos o plafones que proporcionen una barrera térmica, de un material con una resistencia nominal al fuego mínima de 15 minutos.

(4) Charolas portacables en estructuras de los tipos III, IV o V, si el cable está identificado para ese uso.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

(5) Los tipos de construcción I y II cuando se instalen dentro de canalizaciones aprobadas para los tipos de construcción I y II.

a) Tipo NM. Se permitirá usar cables de tipo NM como sigue:

(1) Para Instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares normalmente secos, excepto lo prohibido en 334-10(3).

(2) Ser instalados o jalados con una guía en los espacios de aire en los bloques de mampostería o las paredes de azulejo.

b) Tipo NMC. Se permitirá instalar cables de tipo NMC como sigue:

(1) Para instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares secos, húmedos, mojados o corrosivos, excepto lo prohibido en 334-10(3).

(2) En el interior y el exterior de paredes de bloque de ladrillo o azulejo.

(3) Ranuras poco profundas en ladrillo, concreto o adobe y protegidas contra clavos o tornillos por una lámina de acero de un espesor mínimo de 1.6 milímetros y recubiertas con yeso, adobe o un acabado similar.

c) Tipo NMS. Se permitirá instalar cables de tipo NMS como sigue:

(1) Para instalaciones tanto visibles como ocultas en lugares normalmente secos, excepto lo prohibido en 334-10(3).

(2) Ser instalados o jalados con una guía en los espacios de aire en los bloques de ladrillo o las paredes de azulejo.

334-12. Usos no permitidos

a) Tipos NM, NMC y NMS. No se deben usar cables de tipo NM, NMC y NMS:

(1) En cualquier vivienda o estructura que no se permitan específicamente en 334-10(1), (2) y (3).

(2) Visibles en plafones suspendidos o tendidos en edificios diferentes de las unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares.

(3) Como cables de acometida.

(4) En garajes comerciales que tengan lugares peligrosos (clasificados), tal como se define en 511-3.

(5) En teatros y lugares similares, excepto lo permitido en 518-4(b).

(6) En estudios cinematográficos.

(7) En cuartos de baterías de acumuladores.

(8) En los fosos de ascensores, elevadores o escaleras móviles.

(9) Incrustados en cemento vaciado, concreto o agregado.

(10) En lugares peligrosos (clasificados), excepto que se permita específicamente en otros Artículos de esta NOM:

b) Tipos NM y NMS. No se deben instalar cables de tipo NM y NMS bajo las siguientes condiciones ni en los siguientes lugares:

(1) Cuando estén expuestos a humos o vapores corrosivos.

(2) Incrustados en ladrillo, concreto, adobe, tierra o yeso.

(3) En ranuras poco profundas en ladrillo, concreto o adobe y cubiertos con yeso, adobe u otro acabado similar.

(4) En lugares mojados o húmedos.

334-15. Instalaciones visibles. En instalaciones visibles excepto lo previsto en 300-11(a), los cables se deben instalar como se especifica en (a) hasta (c) siguientes.

a) Siguiendo la superficie. El cable debe seguir muy de cerca la superficie del acabado de edificios o los largueros.

b) Protegido contra daños físicos. Los cables deben estar protegidos contra daños físicos cuando sea necesario, mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tuberías eléctricas metálicas, tubo conduit de PVC Cédula 80, tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) marcado con el sufijo XW u otros medios aprobados. Cuando pasen a través del piso, los cables deben estar encerrados en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, tubo conduit de PVC Cédula 80, tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) marcado con el sufijo XW u otros medios aprobados que sobresalgan como mínimo 15 centímetros del piso.

El cable tipo NMC instalado en ranuras poco profundas o surcos en ladrillo, concreto o adobe debe estar protegido de acuerdo con los requisitos de 300-4(f) y cubierto con yeso, adobe o un acabado similar.

c) En sótanos sin terminar y espacios subterráneos de poca altura. Cuando el cable esté tendido formando ángulos con vigas en sótanos sin terminar y espacios subterráneos de poca altura, se permitirá asegurar los cables que no tengan menos de dos conductores de tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o tres conductores de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) directamente a las caras inferiores de las vigas. Los cables más

pequeños se deben instalar a través de agujeros taladrados en las vigas o sobre largueros. Se permitirá que el cable con forro no metálico instalado en la pared de un sótano sin terminar se instale en un tubo conduit o tubería aprobados, o se debe proteger de acuerdo con 300-4. El tubo conduit o la tubería deben tener una funda aislante adecuada o un adaptador en el punto en que el cable entra en la canalización. El forro no metálico del cable se debe extender a través del tubo conduit o la tubería y dentro de la caja de salida o de dispositivo una distancia no menor a 6 milímetros. El cable se debe sujetar a una distancia no mayor de 30 centímetros del punto donde el cable entra en el tubo conduit o la tubería. El tubo conduit metálico, la tubería y las cajas metálicas de salida se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipo cumpliendo con las disposiciones de 250-86 y 250-148.

334-17. A través o paralelos a elementos estructurales. Cuando se instalen los cables tipo NM, NMC o NMS a través o paralelos a elementos estructurales, deben estar protegidos de acuerdo con 300-4. Los anillos usados tal como se exige en 300-4(b)(1) deben permanecer en su lugar y estar aprobados para el propósito de proteger el cable.

334-23. En desvanes accesibles. La instalación de cables en desvanes o espacios bajo el techo accesibles, también debe cumplir lo establecido en 320-23.

334-24. Radio de curvatura. Todos los dobleces de los cables de tipos NM, NMC y NMS se deben hacer de modo que el cable no resulte dañado. El radio de curvatura en la parte interna de cada curva, durante o después de la instalación, no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable.

334-30. Sujeción y soporte. Los cables con forro no metálico se deben sostener y asegurar con grapas, amarres para cable, abrazaderas, soportes colgantes o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable, a intervalos no superiores a 1.40 metros y dentro de una distancia de 30 centímetros de cualquier caja de salida, caja de empalme, gabinete o accesorios. Los cables planos no se deben engrapar sobre el borde.

No se exigirá que las secciones de cable protegidas contra daño físico por medio de una canalización, se fijen dentro de la canalización.

a) Tramos horizontales a través de orificios y muescas.

En tramos que no sean verticales, se considerará que los cables instalados de acuerdo con 300-4 están sostenidos y asegurados cuando dichos soportes estén a intervalos no mayores de 1.40 metros, y el cable con forro no metálico esté firmemente asegurado en su lugar por medios aprobados dentro de una distancia de 30 centímetros de cada caja, gabinete u otra terminación del cable con forro no metálico.

NOTA: Véase 314-17(c) respecto al soporte cuando se usan cajas no metálicas.

b) Cables no soportados. Se permitirá que el cable con forro no metálico no esté sostenido cuando el cable:

(1) Está tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte no es viable.

(2) No tiene más de 1.40 metros de longitud desde el último punto de soporte del cable hasta el punto de conexión a una luminaria u otro equipo eléctrico, y el cable y el punto de conexión están dentro de un plafón accesible.

c) Dispositivo de alambrado sin caja independiente de salida. Se permitirá un dispositivo de alambrado identificado para ese uso, sin una caja independiente de salida, y que incorpore una abrazadera de cable, cuando el cable está asegurado en su lugar a intervalos no mayores que 1.40 metros y a una distancia no mayor de 30 centímetros desde la abertura en la pared del dispositivo de alambrado. Además debe haber por lo menos un bucle de cable continuo de 30 centímetros, o un tramo de 15 centímetros del extremo disponible del cable en el lado interno de la pared terminada, para permitir el reemplazo.

334-40. Cajas y accesorios

a) Cajas de material aislante. Se permitirán las cajas de salida no metálicas, tal como establece 314-3.

b) Dispositivos de material aislante. Se permitirá usar los interruptores, salidas y dispositivos de derivación de material aislante sin cajas, en instalaciones visibles y para rehabilitación de instalaciones en edificios ya existentes, cuando el cable esté oculto y se jala con una guía. Las aberturas de dichos dispositivos deben ajustarse estrechamente alrededor de la cubierta exterior del cable y el dispositivo debe encerrar completamente la parte del cable que se le haya quitado la cubierta. Cuando las conexiones a los conductores se hagan mediante terminales de tipo tornillo, debe haber tantas terminales como conductores haya.

c) Dispositivos con envolvente integral. Se permitirá utilizar dispositivos de alambrado con envolventes integrales identificados para ese uso, tal como establece 300-15(e).

334-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables de tipo NM, NMC y NMS se debe determinar de acuerdo con 310-15. La ampacidad permisible no debe exceder la de un conductor con temperatura nominal de 60 °C.

Se permitirá usar el valor nominal de 90 °C para fines de los cálculos de corrección y ajuste de la ampacidad, siempre y cuando la ampacidad corregida final no exceda la de un conductor con temperatura nominal de 60 °C. La ampacidad de los cables de tipos NM, NMC y NMS instalados en charolas portacables se debe determinar de acuerdo con 392-80(a).

Cuando se instalan más de dos cables tipo NM que tengan dos o más conductores de fase, sin mantener el espaciamiento entre los cables, a través de la misma abertura en la estructura de madera que está sellada con aislamiento térmico, masilla o espuma sellante, la ampacidad permisible de cada conductor se debe ajustar de acuerdo con la Tabla 310-15(b)(3)(a), y no se deben aplicar las disposiciones de la Excepción de 310-15(a)(2).

Cuando más de dos cables tipo NM que tengan dos o más conductores de fase se instalan en contacto con el aislamiento térmico, sin conservar la separación entre los cables, la ampacidad permisible de cada conductor se debe ajustar de acuerdo con la Tabla 310-15 (b)(3)(a).

C. Especificaciones de construcción

334-100. Construcción. El forro exterior no metálico del cable debe ser de material no metálico.

334-104. Conductores. Los conductores aislados de 600 volts deben ser conductores de cobre con tamaños entre 2.08 mm^2 (14 AWG) y 33.6 mm^2 (2 AWG), o conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre con tamaños de 3.31 mm^2 (12 AWG) a 33.6 mm^2 (2 AWG). Los conductores de comunicaciones deben cumplir con lo especificado en la Parte E del Artículo 800.

334-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Además de los conductores aislados, el cable debe tener un conductor de puesta a tierra del equipo, aislado, cubierto o desnudo.

334-112. Aislamiento. Los conductores aislados de fuerza deben ser de uno de los tipos enumerados en la Tabla 310-104(a) que sean adecuados para el alambrado de circuitos derivados, o identificados para uso en estos cables. El aislamiento del conductor debe tener una temperatura nominal de 90 ºC.

NOTA: Los cables de tipos NM, NMC y NMS identificados con las marcas NM-B, NMC-B y NMS-B cumplen este requisito.

334-116. Forro. El forro exterior de los cables con forro no metálico debe cumplir con lo estipulado en 334-116(a), (b) y (c).

a) Tipo NM. El recubrimiento exterior debe ser retardante de flama y resistente a la humedad.

b) Tipo NMC. El recubrimiento exterior debe ser retardante de flama, resistente a la humedad, a los hongos y a la corrosión.

c) Tipo NMS. El recubrimiento exterior debe ser retardante de flama y resistente a la humedad. El forro se debe aplicar de modo que separe los conductores de fuerza, de los conductores de comunicaciones.

ARTICULO 336

CABLES DE FUERZA Y CONTROL PARA CHAROLA TIPO TC

A. Generalidades

336-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables de fuerza y control para charolas portacables, tipo TC.

336-2. Definición.

Cable de fuerza y control para charola, tipo TC. Ensamble montado en fábrica, de dos o más conductores aislados, con o sin conductores asociados de puesta a tierra desnudos o cubiertos, bajo una cubierta no metálica.

B. Instalación

336-10. Usos permitidos. Se permitirá usar cables tipo TC tal como sigue:

(1) Para circuitos de fuerza, alumbrado, control y señalización.

(2) En charolas portacables.

(3) En canalizaciones.

(4) En lugares exteriores sostenidos por un cable mensajero.

(5) Para circuitos de Clase 1, como se permite en las Partes B y C del Artículo 725.

(6) Para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, si los conductores cumplen los requisitos de 760-49

(7) En establecimientos industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida únicamente por personal calificado, se permitirá este cable entre una charola portacables y el equipo o dispositivo de utilización, cuando el cable para charola tipo TC cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable tipo MC, esté identificado para este uso con la marca de tipo TC-ER, y cuando el cable esté sostenido continuamente y esté protegido contra el daño físico, usando protección mecánica como por ejemplo puntales, ángulos o canales, el cable debe ir sostenido y asegurado a intervalos no mayores de 1.80 metros. La puesta a tierra de los equipos de utilización la debe suministrar un conductor de puesta a tierra del equipo dentro del cable. En los cables que tienen conductores con tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o más pequeños, se debe suministrar el conductor de puesta a tierra del equipo dentro del cable o, en el momento de la instalación, uno o más conductores aislados deben ser identificados permanentemente como conductor de puesta a tierra del equipo, de acuerdo con 250-119(b).

Excepción: Cuando no esté sometido al daño físico, se permitirá el cable tipo TC-ER para la transición entre charolas portacables y entre las charolas portacables y el equipo o los dispositivos de utilización en una distancia no mayor de 1.80 metros sin apoyo continuo. El cable debe estar sostenido mecánicamente donde sale de la charola portacables para garantizar que no se exceda el radio mínimo de curvatura.

(8) Cuando se instala en lugares mojados, el cable tipo TC también debe ser resistente a la humedad y a los agentes corrosivos.

NOTA: para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

336-12. Usos no permitidos. No se permitirá instalar ni usar cables de fuerza y control para charolas portacables tipo TC:

(1) Instalados donde estén expuestos a daños físicos.

(2) Instalados por fuera de una canalización o de un sistema de charolas portacables, excepto lo permitido en los incisos (4) y (7) de esta sección.

(3) Expuestos a la luz directa del sol, a no ser que estén identificados como resistentes a la luz del sol.

(4) Directamente enterrados, a no ser que estén identificados para ese uso.

336-24. Radio de curvatura. Los dobleces en los cables de tipo TC se deben hacer de modo que no dañen el cable. Para cables tipo TC sin armadura metálica, el radio mínimo de curvatura debe ser:

(1) Cuatro veces el diámetro total para cables con diámetro de 2.50 centímetros o menos.

(2) Cinco veces el diámetro total para cables con diámetro superior a 2.50 centímetros pero máximo de 5 centímetros.

(3) Seis veces el diámetro total para cables con diámetro superior a 5 centímetros.

Los cables tipo TC con armadura metálica deben tener un radio de curvatura mínimo no menor a 12 veces el diámetro total del cable.

336-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables tipo TC se debe determinar de acuerdo con 392-80(a) para conductores con tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) y más grandes, de acuerdo con 402-5 para conductores con tamaño 0.823 mm^2 (18 AWG) a 1.31 mm^2 (16 AWG) cuando se instalan en charolas portacables, y con 310-15 cuando se instalan en una canalización o como cable soportado por mensajero.

C. Especificaciones de construcción

336-100. Construcción. No se permitirá una cubierta metálica ni una armadura metálica tal como se definen en 330-116, ni por debajo ni por encima de la cubierta no metálica. Se permitirá blindaje(es) metálico(s) por encima de grupos de conductores, por debajo de la cubierta exterior, o ambos.

336-104. Conductores. Los conductores aislados de los cables tipo TC deben ser de tamaño 0.823 mm^2 (18 AWG) al 507 mm^2 (1000 kcmil), de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, y de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) hasta 507 mm^2 (1000 kcmil), de aluminio o aluminio recubierto de cobre. Los conductores aislados de tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) y más grandes de cobre, níquel o cobre recubierto de níquel, y de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) hasta 507 mm^2 (1000 kcmil) de aluminio o aluminio recubierto de cobre, deben ser de uno de los tipos incluidos en la Tabla 310-104(a) o la Tabla 310-104(b), aplicable para circuitos de alimentadores o circuitos derivados, o identificados para dicho uso.

a) Sistemas de alarma contra incendios. Cuando se usan para sistemas de alarma contra incendios, los conductores deben cumplir también lo establecido en 760-49.

b) Circuitos de termopares. Se permitirá que los conductores de los cables de tipo TC utilizados en circuitos de termopares, que cumplan con la Parte C del Artículo 725, sean de cualquiera de los materiales utilizados para los alambres de extensión de los termopares.

c) Conductores de circuito Clase 1. Los conductores de cobre aislados con tamaño 0.823 mm^2 (18 AWG) y 1.31 mm^2 (16 AWG) también deben cumplir lo establecido en 725-49.

336-116. Cubierta. La cubierta exterior debe ser de material no metálico retardante de la flama.

336-120. Marcado. En los cables de tipo TC que utilicen alambres de extensión de termopares, no deben tener marcada la tensión.

ARTICULO 338

CABLES DE ACOMETIDA TIPOS SE Y USE

A. Generalidades

338-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los cables de acometida.

338-2. Definiciones

Cable de acometida. Conductor individual o un ensamble multiconductor con o sin cubierta exterior total, utilizado fundamentalmente para acometidas, de los tipos siguientes:

Tipo SE. Cable de acometida con cubierta retardante de flama y resistente a la humedad.

Tipo USE. Cable de acometida, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad pero que no se exige que tenga una cubierta retardante de flama.

B. Instalación

338-10. Usos permitidos

a) Conductores de acometida. Se permitirá el uso de cables de acometida como conductores de acometida y se deben instalar de acuerdo con 230-6, 230-7 y las partes B, C y E del Artículo 230.

b) Alimentadores o circuitos derivados.

1) Conductor con aislamiento puesto a tierra. Se permitirá usar cables de acometida de tipo SE en sistemas de alambrado cuando todos los conductores de circuito del cable son de tipo termofijo o termoplástico.

2) Uso del conductor no aislado. Se permitirá usar los cables de acometida de tipo SE, cuando los conductores con aislamiento se usan para el alambrado del circuito y el conductor no aislado se usa únicamente con propósitos de puesta a tierra de los equipos.

Excepción: En instalaciones existentes, se permitirán los conductores no aislados como conductores puestos a tierra de acuerdo con 250-32 y 250-140 cuando el conductor no aislado puesto a tierra del cable se origine en el equipo de acometida, y de acuerdo con 225-30 hasta 225-40.

3) Límites de temperatura. Los cables de acometida tipo SE que se usen para alimentar aparatos, no deben estar sometidos a temperaturas superiores a la temperatura especificada para el tipo de aislamiento que tienen.

4) Métodos de instalación para circuitos derivados y alimentadores.

a) Instalaciones interiores. Además de las disposiciones de este Artículo, los cables de acometida tipo SE, utilizados en instalaciones interiores, deben cumplir con los requisitos de instalación de la Parte B del Artículo 334, excluyendo 334-80.

Cuando se instale en aislamiento térmico, la ampacidad debe estar de acuerdo con la temperatura nominal del conductor de 60 °C. Se permitirá utilizar la máxima temperatura nominal del conductor para propósitos de corrección y ajuste de la ampacidad, si la ampacidad corregida final no excede la de los conductores de 60 °C.

NOTA 1: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

NOTA 2: Véase 310-15(b)(7) para la instalación de los conductores principales del alimentador de energía en unidades de vivienda.

b) Instalaciones exteriores. Además de las disposiciones de este Artículo, los cables de acometida usados para alimentadores o circuitos derivados, cuando se instalen como alambrado exterior, deben ser

instalados de acuerdo con la Parte A del Artículo 225. El cable debe estar soportado de acuerdo con 334-30. El cable tipo USE instalado como cable de alimentador o circuito derivado subterráneo debe cumplir con lo que se especifica en la Parte B del Artículo 340.

338-12. Usos no permitidos

a) Cable de acometida. El cable de acometida (SE) no se debe usar bajo ninguna de las siguientes condiciones, ni en ninguno de los siguientes lugares:

(1) Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté protegido de acuerdo con 230-50(b).

(2) Subterráneo con o sin canalización

(3) Para alambrado de alimentadores y circuitos exteriores, a menos que la instalación cumpla con las disposiciones de la Parte A del Artículo 225 y esté soportado de acuerdo con 334-30, o si se usa como un alambrado soportado por mensajero, tal como lo permite la Parte B del Artículo 396.

b) Cable de acometida subterránea. El cable de acometida subterránea (USE) no se debe usar bajo ninguna de las siguientes condiciones, ni en ninguno de los siguientes lugares:

(1) Para alambrado interior.

(2) Para instalaciones sobre el suelo, excepto cuando el cable tipo USE emerge del suelo y termina en un envolvente en un lugar exterior, y el cable está protegido de acuerdo con 300-5(d).

(3) Como un cable aéreo, a menos que sea un cable multiconductor identificado para uso sobre el suelo y se instale como alambrado soportado por mensajero, de acuerdo con 225-10 y la Parte B del Artículo 396.

338-24. Radio de curvatura. Los dobleces de los cables de tipos USE y SE se deben hacer de modo que no se dañe el cable. El radio del doblez del borde interior de cualquier doblez, durante o después de la instalación, no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable.

C. Construcción

338-100. Construcción. Se permitirá que las construcciones cableadas tipo USE de un sólo conductor, reconocidas para uso subterráneo, tengan un conductor desnudo de cobre cableado con el ensamble. Se permitirá que los ensambles de conductores tipo USE de un solo conductor, paralelos o cableados reconocidos para uso subterráneo, tengan un conductor concéntrico de cobre desnudo. No se exigirá que estas construcciones tengan una cubierta exterior total.

NOTA: Véase la excepción de 230-41, con respecto a los conductores de acometida, no aislados, directamente enterrados. Se permitirá que los cables de tipos SE y USE que tienen dos o más conductores, tengan un conductor no aislado.

338-120. Marcado. Los cables de acometida se deben marcar tal como exige 310-120. Un cable con el conductor del neutro de tamaño menor al de los conductores de fase, debe estar marcado.

ARTICULO 340

CABLES PARA ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS SUBTERRANEOS, TIPO UF

A. Generalidades

340-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para los cables para alimentadores y circuitos derivados subterráneos, tipo UF.

340-2. Definición

Cable para alimentadores y circuitos derivados subterráneos, tipo UF. Ensamble montado en fábrica de uno o más conductores aislados, con cubierta integral o total de material no metálico, adecuado para enterrarlo directamente en la tierra.

340-6. Requisitos de aprobación Los cables tipo UF deben ser aprobados.

B. Instalación

340-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de cables tipo UF como se indica a continuación:

(1) Para uso subterráneo, incluso directamente enterrados en la tierra. Para los requisitos de instalación subterránea, véase 300-5.

(2) Como cables de un solo conductor. Cuando se instalan como cables de un solo conductor, todos los cables del conductor puesto a tierra del alimentador o del circuito derivado, incluido el conductor puesto a tierra y el conductor de puesta a tierra de los equipos, si los hubiera, se deben instalar de acuerdo con 300-3.

(3) Para alambrado en lugares mojados, secos o corrosivos con los métodos de alambrado reconocidos en esta NOM.

(4) Instalados como cables con forro no metálico. Cuando se instalan de esta manera, los requisitos de la instalación y el conductor deben cumplir con las disposiciones de las partes B y C del Artículo 334 y deben ser del tipo multiconductor.

(5) Para sistemas solares fotovoltaicos, de acuerdo con 690-31.

(6) Como cables de un solo conductor, como terminales no calefactores para cables de calefacción, tal como se establece en 424-43.

(7) Soportados por charolas portacables. Los cables tipo UF soportados en charolas portacables, deben ser del tipo multiconductor.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-10.

340-12. Usos no permitidos. No se deben usar los cables tipo UF de las siguientes maneras:

(1) Como cables de acometida.

(2) En garajes comerciales.

(3) En teatros y lugares similares.

(4) En estudios cinematográficos.

(5) En cuartos de baterías de acumuladores.

(6) En fosos de ascensores, elevadores o escaleras mecánicas.

(7) En lugares peligrosos (clasificados), excepto como se permita específicamente en otros Artículos de esta NOM.

(8) Incrustados en cemento vaciado, concreto o agregado, excepto cuando esté incrustado en el recubrimiento como terminales no calefactores, cuando lo permita 424-43.

(9) Cuando estén expuestos a la luz directa del sol, excepto si están identificados como resistentes a la luz del sol.

(10) Cuando estén sometidos a daño físico.

(11) Como cable aéreo, excepto cuando se instale como un alambrado soportado por mensajero, de acuerdo con la Parte B del Artículo 396.

340-24. Radio de curvatura. Los dobleces de los cables tipo UF se deben hacer de modo que no se dañe el cable. El radio del doblez del borde interior de cualquier doblez no debe ser menor a cinco veces el diámetro del cable.

340-80. Ampacidad. La ampacidad de los cables tipo UF debe ser la de los conductores de 60 °C, de acuerdo con 310-15.

C. Especificaciones de construcción

340-104. Conductores. Los conductores deben ser de cobre con tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) o de aluminio o aluminio recubierto de cobre de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG), hasta 107 mm^2 (4/0 AWG).

340-108. Conductor de puesta a tierra del equipo. Además de los conductores aislados, se permitirá que el cable tenga un conductor de puesta a tierra del equipo aislado o desnudo.

340-112. Aislamiento. Los conductores de tipo UF deben ser uno de los tipos resistentes a la humedad que se indican en la Tabla 310-104(a), adecuados para el alambrado del circuito derivado o uno identificado para ese uso. Cuando se instalan como método de alambrado substituto para cable tipo NM, el aislamiento del conductor debe tener una temperatura nominal de 90 ºC.

340-116. Forro. La cubierta exterior debe ser retardante de flama, resistente a la humedad, los hongos y la corrosión y adecuada para enterrarla directamente en la tierra.

ARTICULO 342

TUBO CONDUIT METALICO SEMIPESADO TIPO IMC

A. Generalidades

342-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para tubo conduit metálico semipesado (IMC) y accesorios asociados.

342-2. Definición

Tubo conduit metálico semipesado (IMC). Canalización de acero roscable, de sección transversal circular diseñada para la protección física y el direccionamiento de los conductores y cables, y para usarse como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala con sus acoplamientos integrales o asociados y los accesorios adecuados.

342-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico semipesado (IMC), los codos y coples de fábrica, así como los accesorios asociados, deben ser aprobados.

B. Instalación

342-10. Usos permitidos

a) Todas las condiciones atmosféricas y lugares. Se permitirá el uso del tubo conduit metálico semipesado (IMC) en todas las condiciones atmosféricas y en todos los lugares.

b) Ambientes corrosivos. Se permitirá instalar el tubo conduit metálico semipesado (IMC), codos, coples y accesorios en el concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas sometidas a condiciones corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

c) Con relleno de cascajo. Se permitirá instalar tubo conduit metálico semipesado (IMC) en relleno de cascajo o debajo de él, donde esté sujeto a humedad permanente, si está protegido por todos los lados por una capa de concreto sin cascajo de espesor no menor a 5 centímetros; si el tubo conduit no está a menos de 45 centímetros bajo el relleno; o si está protegido contra la corrosión y se juzga adecuado para esas condiciones.

d) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de material resistente a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

342-14. Metales diferentes. Cuando sea posible, se debe evitar que en cualquier lugar del sistema haya metales diferentes en contacto, para eliminar la posibilidad de efectos galvánicos. Se permitirá usar accesorios y envolventes de aluminio con el tubo conduit metálico semipesado (IMC).

342-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit (IMC) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial de ½).

b) Máximo. No se debe usar tubo conduit (IMC) con designación métrica superior al 103 (tamaño comercial de 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos son para efectos de identificación únicamente y no se relacionan con las dimensiones reales.

342-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

342-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit metálico semipesado (IMC) se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente.

El radio de la curva de cualquier doblez hecho en obra, hasta la línea central del tubo conduit no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10.

342-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

342-28. Escariado y roscado. Todos los extremos cortados del tubo conduit se deben escariar o acabar de una forma adecuada para eliminar los bordes ásperos. Cuando el tubo conduit se rosque en obra, se debe utilizar una tarraja estándar con conicidad de 1 en 16 (¾ de pulgada por pie).

342-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit metálico semipesado (IMC) se debe instalar como un sistema completo, como se establece en 300-18, se debe asegurar bien en su sitio y soportarse de acuerdo con 342-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. Cada tubo conduit metálico semipesado (IMC) se debe sujetar y asegurar con uno de los siguientes métodos:

(1) Tubo conduit metálico semipesado (IMC) se debe asegurar bien en su sitio a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalmes, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación de conduit.

(2) Se permitirá aumentar la distancia de sujeción a 1.50 metros si los miembros estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de los 90 centímetros.

(3) No se exigirá que el tubo conduit esté sujetado y asegurado cada 90 centímetros de la mufa de acometida hasta donde empieza el techo.

b) Soportes. El tubo conduit metálico semipesado (IMC) se debe soportar de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

(1) El tubo conduit se debe soportar a intervalos no mayores de 3.00 metros.

(2) La distancia entre soportes para tramos rectos de tubo conduit se permitirá de acuerdo con la Tabla 344-30(b)(2), siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, y los soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación cuando hay una deflexión entre los soportes.

(3) Se permitirá que los tramos verticales visibles desde maquinaria industrial o equipo fijo estén soportados a intervalos no mayores de 6.00 metros, siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, esté soportado y fijo firmemente en la parte superior e inferior del tramo vertical y no haya disponibles otros medios de soporte intermedio.

(4) Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico semipesado (IMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no mayores a 3.00 metros y asegurados firmemente a una distancia no mayor a 90 centímetros de los puntos de terminación.

342-42. Coples y conectores

a) Sin rosca. Los coples y conectores sin rosca utilizados con el tubo conduit deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben cumplir lo estipulado en 314-15. Los coples y conectores sin rosca no se deben usar en los extremos roscados del conduit, a menos que estén aprobados para ese propósito.

b) Con rosca corrida. En los tubos conduit no se deben utilizar roscas corridas para conectarlos con coples.

342-46. Pasacables. Cuando el tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables que proteja el cable de la abrasión, a menos que la caja, accesorio, gabinete o envolvente esté diseñado para brindar dicha protección.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

342-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

342-60. Puesta a tierra. Se permitirá el tubo conduit metálico semipesado (IMC) como conductor de puesta a tierra del equipo.

C. Especificaciones de construcción

342-120. Marcado. Cada tramo debe ir marcado de manera clara y duradera al menos cada 1.50 metros con las letras IMC . Además, cada tramo debe ir marcado según se exige en 110-21.

342-130. Longitud. La longitud de un tramo de tubo conduit metálico semipesado (IMC) debe ser de 3.00 metros, incluido un cople, y cada extremo debe estar roscado. Se permitirán longitudes mayores o menores, con cople o sin él, y roscadas o no.

ARTICULO 344

TUBO CONDUIT METALICO PESADO TIPO RMC

A. Generalidades

344-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit metálico pesado (RMC), y accesorios asociados.

344-2. Definición

Tubo conduit metálico pesado (RMC). Canalización, de sección transversal circular diseñada para la protección física y el direccionamiento de conductores y cables, y para usarse como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala con su cople integral o asociado y los accesorios adecuados. El tubo conduit metálico pesado (RMC) generalmente se fabrica en acero (ferroso) con revestimiento protector de aluminio (no ferroso). Los tipos de uso especial son de latón rojo y de acero inoxidable.

344-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico pesado (RMC), los codos y coples de fábrica, así como los accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

344-10. Usos permitidos

a) Condiciones atmosféricas y ocupaciones

1) Tubo conduit metálico pesado de acero galvanizado (RMC) y de acero inoxidable. Se permitirá el uso de tubo conduit metálico pesado de acero galvanizado (RMC) y de acero inoxidable en todas las condiciones atmosféricas e inmuebles.

2) Tubo conduit metálico pesado (RMC) de latón rojo. Se permitirá instalar tubo conduit metálico pesado (RMC) de latón rojo para enterrarlo directamente y en aplicaciones en piscinas.

3) Tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio. Se permitirá instalar tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio cuando se considere adecuado para el entorno. El tubo conduit de aluminio rígido (RMC) encerrado en concreto o en contacto directo con la tierra debe tener protección complementaria contra la corrosión.

4) Canalizaciones y accesorios ferrosos. Se permitirán canalizaciones y accesorios ferrosos protegidos contra la corrosión únicamente con esmalte, solamente en interiores y en ocupaciones no sometidas a influencias corrosivas fuertes.

b) Ambientes corrosivos

1) Tubo conduit metálico pesado (RMC) de acero galvanizado, acero inoxidable y bronce, y codos, coples y accesorios. Se permitirá instalar tubo conduit metálico pesado (RMC) de acero galvanizado, acero inoxidable y latón rojo, y codos, coples y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y se juzgue adecuado para esa condición.

2) Protección complementaria del tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio. El tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio debe tener protección complementaria aprobada contra la corrosión cuando está embebido en concreto o en contacto directo con la tierra.

c) Relleno de cascajo. Se permitirá instalar el tubo conduit metálico pesado de acero galvanizado, acero inoxidable y latón rojo (RMC) en relleno de cascajo o debajo de él, donde esté sometido permanente a la humedad, cuando esté protegido por todos sus lados por una capa de concreto sin ceniza no menor a 5 centímetros de espesor, cuando el tubo conduit esté a no menos de 45 centímetros bajo el relleno, o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue adecuado para esa condición.

d) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc. deben ser de material resistente a la corrosión o deben estar protegidos por un material resistente a la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

344-14. Metales diferentes. Cuando sea factible, se debe evitar el contacto entre metales diferentes en cualquier parte del sistema con el fin de eliminar la posibilidad de acción galvánica. Se permitirá el uso de accesorios y envolventes de aluminio con tubo conduit metálico pesado (RMC) de acero, y el uso de accesorios y envolventes de acero con tubo conduit metálico pesado (RMC) de aluminio cuando no estén sometidos a influencias corrosivas fuertes.

344-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit metálico pesado (RMC) con designación métrica menor a 16 (tamaño comercial de ½).

Excepción: Para contener las terminales de motores, como lo permite 430-245(b).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit metálico pesado (RMC) con designación métrica superior a 155 (tamaño comercial de 6).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

344-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el porcentaje de ocupación permitido especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo permitido por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

344-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit metálico pesado (RMC) se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente.

El radio del doblez, de cualquier doblez hecho en obra, hasta la línea central del tubo conduit no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10.

344-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

344-28. Escariado y roscado. Todos los extremos cortados del tubo conduit se deben escariar o deben tener un acabado tal, que elimine los bordes ásperos. Cuando el tubo conduit sea roscado en obra, se debe usar una tarraja estándar con conicidad de 1 en 16 (¾ de pulgada por pie).

344-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit metálico pesado (RMC) se debe instalar como un sistema completo, como se establece en 300-18, y se debe asegurar firmemente en su sitio y soportarse de acuerdo con 344-30(a) y (b.

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit metálico pesado (RMC) se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalmes, caja de dispositivos, gabinete u otra terminación de conduit. Se permitirá aumentar la distancia de sujeción a 1.50 metros si los miembros estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de los 90 centímetros. No se exigirá que el tubo conduit esté sujetado y asegurado a cada 90 centímetros de la mufa de acometida hasta donde empieza el del techo.

b) Soportes. El tubo conduit metálico pesado (RMC) se debe soportar de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

(1) El tubo conduit se debe soportar a intervalos de máximo 3.00 metros.

(2) La distancia entre soportes para tramos rectos de tubo conduit se permitirá de acuerdo con la Tabla 344-30(b)(2), siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, y éstos eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación cuando hay una deflexión entre los soportes.

Tabla 344-30(b)(2).- Soportes para tubo conduit metálico pesado

Tamaño del conduit		Distancia máxima entre los soportes del tubo conduit metálico pesado
Designación métrica	**Tamaño comercial**	**Metros**
16-21	½ - ¾	3
27	1	3.7
35-41	1¼ - 1½	4.3
53-63	2 - 2½	4.9
78 y mayor	3 y mayor	6.1

(3) Se permitirá que los tramos verticales visibles desde maquinaria industrial o equipo fijo estén soportados a intervalos no mayores de 6.00 metros, siempre y cuando el tubo conduit tenga coples roscados, esté soportado firmemente en los extremos y no haya disponibles otros medios de soporte intermedio.

(4) Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico pesado (RMC) soportados en aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no superiores a 3.00 metros y asegurados firmemente a no más de 90 centímetros de los puntos de terminación.

344-42. Coples y conectores

a) Sin rosca. Los coples y conectores sin rosca utilizados con el tubo conduit deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando se instalan en lugares mojados, deben cumplir lo estipulado en 314-15. Los coples y conectores sin rosca no se deben usar en los extremos roscados del conduit, a menos que estén aprobados para ese propósito.

b) Con rosca corrida. En los tubos conduit no se deben utilizar roscas corridas para conectarlos con coples.

344-46. Pasacables. Cuando el tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables que proteja el cable de la abrasión, a menos que la caja, accesorio, gabinete o envolvente esté diseñado para brindar dicha protección.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

344-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

344-60. Puesta a tierra. Se permitirá el tubo conduit metálico pesado (RMC) como conductor de puesta a tierra del equipo.

C. Especificaciones de construcción

344-120. Marcado. Cada tramo debe ir marcado de manera clara y duradera al menos cada 3.00 metros tal como se exige en la primera frase de 110-21. El tubo conduit no ferroso de material resistente a la corrosión debe tener marcas adecuadas.

344-130. Longitud. La longitud del tubo conduit metálico pesado (RMC) debe ser 3.00 metros, incluido un cople, y cada extremo debe ser roscado. Se permitirán longitudes mayores o menores, con cople o sin él, y roscadas o no.

ARTICULO 348

TUBO CONDUIT METALICO FLEXIBLE TIPO FMC

A. Generalidades

348-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit metálico flexible (FMC) y accesorios asociados.

348-2. Definición

Tubo conduit metálico flexible (FMC). Canalización de sección transversal circular hecha de una banda metálica helicoidal y engargolada.

348-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico flexible (FMC) y accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

348-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible (FMC) en lugares expuestos y ocultos.

348-12. Usos no permitidos. No se debe usar tubo conduit metálico flexible (FMC) en las siguientes condiciones:

(1) En lugares mojados.

(2) En fosos de ascensores, excepto lo permitido en 620-21(a)(1).

(3) En cuartos para baterías de acumuladores.

(4) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(5) Cuando esté expuesto a materiales que tengan un efecto deteriorante sobre los conductores instalados, tales como aceite o gasolina.

(6) Subterráneo o empotrado en concreto vaciado o de agregado.

(7) Cuando esté expuesto a daños físicos.

348-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit metálico flexible (FMC) con designación métrica menor a 16 (tamaño comercial de1/2), excepto lo permitido en 348-20(a)(1) hasta (a)(5) para la designación métrica 12 (tamaño comercial de ⅜):

(1) Para encerrar puntas de cables de motores, tal como lo permite 430-245(b).

(2) En tramos no superiores a 1.80 metros para cualquiera de los siguientes usos:

a. Para equipos de utilización.

b. Como parte de un ensamble aprobado.

c. Para conexiones en derivación a luminarias, tal como lo permite 410-117(c).

(3) Para sistemas de alambrado fabricado, como lo permite 604-6(a).

(4) En fosos de ascensores, como lo permite 620-21(a)(1).

(5) Como parte de un ensamble aprobado, para conectar secciones de luminarias cableadas, como lo permite 410-137(c).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit metálico flexible (FMC) con designación métrica superior a 103 (tamaño comercial de 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

348-22. Número de conductores. El número de conductores permitido no debe exceder el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10, o lo permitido en la Tabla 348-22 o para la designación métrica 12 (tamaño comercial de ⅜).

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

Tabla 348-22.- Número máximo de conductores aislados en el tubo conduit metálico flexible con designación métrica de 12 (tamaño comercial de 3/8)*

Tamaño o designación		Tipos RFH-2, SF-2		Tipos TF, XHHW, TW		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos FEP, FEBP, PF, PGF	
mm^2	AWG	Accesorios dentro del conduit							
0.823	18	2	3	3	5	5	8	5	8
1.31	16	1	2	3	4	4	6	4	6
2.08	14	1	2	2	3	3	4	3	4
3.31	12	-	-	1	2	2	3	2	3
5.26	10	-	-	1	1	1	1	1	2

* Además, se permitirá un conductor de puesta a tierra de equipos del mismo tamaño o designación, aislado, cubierto o desnudo.

348-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio del doblez hasta la línea central de cualquier doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10, en la columna “otros dobleces”.

348-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

348-28. Desbaste. Todos los extremos cortados se deben desbastar o de otro modo darles un terminado para eliminar los bordes ásperos, excepto cuando se usen accesorios que se instalan con la rosca el tubo.

348-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit metálico flexible (FMC) se debe asegurar firmemente en su sitio y soportar de acuerdo con 348-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit metálico flexible (FMC) se debe sujetar y asegurar con un medio aprobado a una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja, gabinete u otra terminación de conduit, y se debe fijar y soportar a intervalos no mayores de 1.40 metros.

Excepción 1: Cuando el tubo conduit metálico flexible (FMC) vaya tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte es impráctico.

Excepción 2: Cuando la flexibilidad es necesaria después de la instalación, los tramos desde el último punto donde la canalización es asegurada firmemente en su sitio no deben exceder las siguientes longitudes:

(1) 90 centímetros para los designadores métricos del 16 hasta el 35 (tamaños comerciales de ½ hasta 1 ¼).

(2) 1.20 metros para los designadores métricos del 41 hasta el 53 (tamaños comerciales de 1 ½ hasta 2).

(3) 1.50 metros para los designadores métricos del 63 (tamaños comerciales de 2 ¼) y mayores.

Excepción 3: Tramos no mayores de 1.80 metros desde la conexión terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias, tal como lo permite 410-117(c).

Excepción 4: Tramos no mayores de 1.80 metros desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un plafón accesible hasta la(s) luminaria(s) u otro equipo.

b) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico flexible (FMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 1.40 metros y fijos firmemente a una distancia no mayor de 30 centímetros de los puntos de terminación.

348-42. Coples y conectores. Los conectores en ángulo no deben ser ocultos.

348-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

348-60. Puesta a tierra y unión. Si se utiliza para conectar equipos donde se necesita flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para brindar flexibilidad al equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando no se necesita flexibilidad después de la instalación, se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible (FMC) como un conductor de puesta a tierra del equipo, si se instala de acuerdo con 250-118(5).

Cuando se instala o se exige, el conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar de acuerdo con 250-134(b).

Cuando se instala o se exige un puente de unión del equipo, se debe instalar de acuerdo con 250-102.

ARTICULO 350

TUBO CONDUIT METALICO FLEXIBLE HERMETICO A LOS LIQUIDOS TIPO LFMC

A. Generalidades

350-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) y accesorios asociados.

350-2. Definición

Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC). Canalización de sección transversal circular que lleva una cubierta exterior hermética a los líquidos, no metálica y resistente a la luz del sol, sobre un núcleo central metálico flexible con sus coples, conectores y accesorios asociados, para la instalación de conductores eléctricos.

350-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) y accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

350-10. Usos permitidos. Se permitirá usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) en lugares visibles u ocultos tal como sigue:

(1) Cuando las condiciones de instalación, operación o mantenimiento requieran de flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos.

(2) Como está permitido por 501-10(b), 502-10, 503-10 y 504-20 y en otros lugares peligrosos (clasificados), cuando están específicamente aprobados, y según 553-7(b).

(3) Directamente enterrado, cuando esté aprobado y marcado para ese propósito.

350-12. Usos no permitidos. No se debe usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) cuando:

(1) Esté expuesto a daños físicos.

(2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y la de los conductores produce una temperatura de operación superior a aquella para la que está aprobado.

350-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC), con designación métrica menor a 16 (tamaño comercial de ½).

Excepción: Se permitirá instalar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC), con designación métrica 12 (tamaño comercial de ⅜), según lo establecido en 348-20(a).

b) Máximo. El tamaño máximo del tubo conduit metálico flexible hermético a líquidos (LFMC) debe ser con designación métrica 103 (tamaño comercial 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

350-22. Número de conductores o cables

a) Designadores métricos del 16 hasta el 103 (tamaños comerciales de ½ hasta 4). El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

b) Designación métrica 12 (tamaño comercial de ⅜). El número de conductores no debe exceder el que se indica en la Tabla 348-22, columna “Accesorios fuera del conduit”.

350-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio del doblez hasta la línea central de cualquier doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10, en la columna “Otros dobleces”.

350-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

350-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe fijar firmemente en su sitio y soportar de acuerdo con 350-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe sujetar y asegurar con un medio aprobado a de una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja, gabinete u otra terminación de conduit, y se debe fijar y soportar a intervalos no mayores de 1.40 metros.

Excepción 1: Cuando el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) vaya tendido entre puntos de acceso a través de espacios ocultos en edificios o estructuras terminadas y el soporte es impráctico.

Excepción 2: Cuando la flexibilidad es necesaria después de la instalación, los tramos desde el último punto donde la canalización es asegurada firmemente en su sitio no deben exceder las siguientes longitudes:

(1) 90 centímetros para los designadores métricos del 16 hasta el 35 (tamaños comerciales de ½ hasta 1 ¼).

(2) 1.20 metros para los designadores métricos del 41 hasta el 53 (tamaños comerciales de 1 ½ hasta 2).

(3) 1.50 metros para los designadores métricos del 63 (tamaño comercial de 2 ¼) y mayores.

Excepción 3: Tramos no mayores de los 1.80 metros desde la conexión terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias, tal como lo permite 410-117(c).

Excepción No. 4: Tramos no mayores de los 1.80 metros desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un plafón accesible hasta la(s) luminaria(s) u otro equipo.

b) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 1.40 metros y fijos firmemente a una distancia no mayor de 30 centímetros de los puntos de terminación.

350-42. Coples y conectores. Los conectores en ángulo no deben ser ocultos.

350-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

350-60. Puesta a tierra y unión. Si se utiliza para conectar equipos donde se necesita flexibilidad para minimizar la transmisión de la vibración del equipo o para brindar flexibilidad al equipo que requiere movimiento después de la instalación, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando no se necesita flexibilidad después de la instalación, se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) como un conductor de puesta a tierra del equipo, si se instala de acuerdo con 250-118(6).

Cuando se instala o se exige, el conductor de puesta a tierra del equipo se debe instalar de acuerdo con 250-134(b).

Cuando se instala o se exige un puente de unión del equipo, se debe instalar de acuerdo con 250-102.

NOTA: Para los tipos de conductores de puesta a tierra de equipos, véase 501-30(b), 502-30(b), 503-30(b), 505-25(b) y 506-25(b).

C. Especificaciones de construcción

350-120. Marcado. El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC) se debe marcar de acuerdo con 110-21. El tamaño comercial y otra información exigida por el aprobado también se deben marcar sobre el conduit.

El tubo conduit adecuado para enterrarlo directamente debe estar marcado como tal.

ARTICULO 352

TUBO CONDUIT RIGIDO DE POLICLORURO DE VINILO TIPO PVC

A. Generalidades

352-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC) y accesorios asociados.

NOTA: Consulte el Artículo 353 para el tubo conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE, y el Artículo 355 para el tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC.

352-2. Definición.

Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC). Un tubo conduit rígido no metálico de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios asociados o integrales, para la instalación de conductores y cables eléctricos.

352-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit de PVC, los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

352-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso del tubo conduit de PVC de acuerdo con(a) hasta (i).

NOTA: El frío extremo puede hacer que algunos tubos conduits no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

a) Oculto. Se permitirá el tubo conduit de PVC en paredes, pisos y plafones.

b) Influencias corrosivas. Se permitirá el tubo conduit de PVC en lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se estipula en 300-6 y cuando están sometidos a sustancias químicas para las cuales los materiales están específicamente aprobados.

c) Cascajo. Se permitirá el tubo conduit de PVC en rellenos de cascajo.

d) Lugares mojados. Se permitirá el tubo conduit de PVC en plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados, y en lugares en los que se laven con frecuencia las paredes; todo el sistema de conduit, incluyendo las cajas y los accesorios usados en él, se deben instalar y equipar de modo que se prevenga que el agua entre en el conduit. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

e) Lugares secos y húmedos. Se permitirá el uso de tubo conduit de PVC en lugares secos y húmedos no prohibidos por 352-12.

f) Visible. Se permitirá el tubo conduit de PVC para instalaciones visibles. El tubo conduit de PVC usado visible en áreas de riesgo de daño físico, debe estar marcado para ese uso.

NOTA: El tubo conduit de PVC tipo Cédula 80 está identificado para áreas de riesgo de daño físico.

g) Instalaciones subterráneas. Para instalaciones subterráneas, se permitirá el PVC directamente enterrado y subterráneo encerrado de concreto. Véase 300-5 y 300-50.

h) Soporte de los cuerpos de conduit. Se permitirá que el tubo conduit de PVC soporte cuerpos de conduit no metálicos no mayores que el tamaño comercial más grande de una canalización que entra. Estas cajas no deben sostener luminarias u otros equipos, y no deben contener dispositivos diferentes a los de empalme, tal como se permite en 110-14(b) y 314-16(c)(2).

i) Limitaciones de temperatura del aislamiento. Se permitirá que los conductores o cables con una temperatura nominal mayor a la aprobada del tubo conduit de PVC sean instalados en tubo conduit de PVC, siempre y cuando los conductores o cables no operen a temperaturas más altas a las aprobadas del tubo conduit de policloruro de vinilo.

352-12. Usos no permitidos. El tubo conduit de PVC no se debe usar en las condiciones que se especifican en (a) hasta (e) siguientes:

a) Lugares peligrosos. En cualquier lugar peligroso, excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

b) Soporte de luminarias. Para el soporte de luminarias y otros equipos no descritos en 352-10(h).

c) Daño físico. Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté identificado para ese uso.

d) Temperaturas del ambiente. Cuando está sometido a temperaturas ambiente mayores de 50 ºC, a menos que estén aprobados de otro modo.

e) Lugares de reunión, teatros y lugares similares. En lugares de reunión como se definen en 518-1, teatros y lugares similares, excepto como se indica en 518-4 y 520-5.

f) Cuando estén expuestos a la luz directa del sol.

352-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit de PVC con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial de ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit de PVC con designación métrica mayor al 155 (tamaño comercial de 6).

NOTA: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase 300-1(c).

352-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

352-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Los dobleces hechos en obra se deben hacer únicamente con equipo para hacer dobleces identificado para ese propósito. El radio del doblez hasta la línea central de dichos dobleces no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10.

352-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

352-28. Desbaste. Todos los extremos cortados se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

352-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit de PVC se debe instalar como un sistema completo, según 300-18, y se debe fijar de modo que se permita el movimiento debido a la expansión o a la contracción térmica. El tubo conduit de PVC se debe fijar firmemente y soportar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit de PVC se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo u otra terminación de conduit. Se permitirá la instalación de tubo conduit aprobado para sujeción a una distancia diferente de los 90 centímetros de acuerdo con su aprobación.

b) Soportes. El tubo conduit de PVC se debe soportar de acuerdo con la Tabla 352-30. Se permitirá instalar tubo conduit aprobado para su fijación con separación diferente a la mostrada en la Tabla 352-30 de acuerdo con la aprobación. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit de PVC soportados en aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no superiores a los mostrados en la Tabla 352-30 y asegurados firmemente a una distancia no mayor de 90 centímetros de los puntos de terminación.

Tabla 352-30.- Soportes para tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC)

Tamaño del conduit		Separación máxima entre los soportes
Designación métrica	Tamaño comercial	Metros
16 - 27	½ - 1	0.9
35 - 53	1¼ - 2	1.5
63 -78	2½ - 3	1.8
91 - 129	3½ - 5	2.1
155	6	2.5

352-44. Accesorios de expansión. Se deben suministrar accesorios de expansión para el tubo conduit de PVC para compensar la expansión y la contracción térmica donde el cambio de longitud, de acuerdo con la Tabla 352-44, se espera que sea de 6 milímetros o más, en un tramo recto entre elementos firmemente montados, como cajas, gabinetes, codos y otras terminaciones de conduit.

Tabla 352-44.- Características de expansión del tubo conduit rígido no metálico de PVC con un coeficiente de expansión térmica = 6.084 x 10^{-5} mm/mm/ºC

Cambio de temperatura (° C)	Cambio de longitud del tubo conduit tipo RTRC (mm/m)
5	0.30
10	0.61
15	0.91
20	1.22
25	1.52
30	1.83
35	2.13
40	2.43
45	2.74
50	3.04
55	3.35
60	3.65
65	3.95
70	4.26
75	4.56
80	4.87
85	5.17
90	5.48
95	5.78
100	6.08

352-46. Pasacables. Cuando un tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

352-48. Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el tubo conduit y los coples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

352-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

352-60. Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el tubo conduit un conductor separado de puesta a tierra del equipo.

Excepción No. 1: Tal como se permite en la Excepción 2 de 250-134(b), para circuitos de corriente continua, y en la Excepción 1 de 250-134(b), para conductores de puesta a tierra del equipo tendido separado.

Excepción No. 2: Cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, tal como se permite en 250-142.

C. Especificaciones de construcción

352-100. Construcción. El tubo conduit de PVC debe estar fabricado con policloruro de vinilo (PVC), rígido (no plastificado). El tubo conduit de PVC y los accesorios deben estar compuestos por material no metálico adecuado, resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. Para uso sobre el suelo, también debe ser resistente a la llama, el impacto y la compresión, resistente a la distorsión del calor, en condiciones que probablemente se encuentren en servicio, y resistente a los efectos de la baja temperatura y de la luz solar.

Para uso subterráneo, el material debe tener resistencia aceptable a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterrarlo directamente, sin estar embebido en concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente se encuentre después de la instalación.

352-120. Marcado. Cada tramo de tubo conduit de PVC se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3.00 metros, tal como se exige en la primera frase de 110-21. El tipo de material también se debe incluir en la marca, a menos que se pueda identificar visualmente. En el tubo conduit reconocido para uso sobre el suelo, estas marcas deben ser permanentes. En el tubo conduit limitado para uso subterráneo exclusivamente, estas marcas deben tener duración suficiente para permanecer legibles hasta que se instale el material. Se permitirá que el tubo conduit tenga marcas superficiales para indicar características especiales del material.

NOTA: Ejemplos de estas marcas incluyen, pero no se limitan a: “humo limitado” y “resistente a la luz del sol”.

ARTICULO 353

TUBO CONDUIT DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD TIPO HDPE

A. Generalidades

353-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) y accesorios asociados.

NOTA: Consulte el Artículo 352 para el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC, y el Artículo 355 para el tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC.

353-2. Definición.

Tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE). Canalización no metálica de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios asociados o integrales para la instalación de conductores eléctricos.

353-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit de polietileno de alta densidad HDPE y accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

353-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso del tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) en las siguientes condiciones:

(1) En tramos o en carrete.

(2) En lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se trata en 300-6, y donde esté sujeto a sustancias químicas para las cuales el tubo conduit está aprobado.

(3) En relleno de cascajo.

(4) En instalaciones directamente enterradas en tierra o en concreto.

NOTA: Consulte 300-5 y 300-50 con relación a las instalaciones subterráneas.

(5) Por encima del suelo, excepto lo que prohíbe 353-12, cuando está encerrado en no menos de 5 centímetros de concreto.

(6) Se permitirá que los conductores o cables con una temperatura nominal mayor a la aprobada del tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) sean instalados en tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE), siempre y cuando los conductores o cables no operen a temperaturas más altas a las aprobadas del tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE).

353-12. Usos no permitidos. El tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) no se debe usar bajo las siguientes condiciones:

(1) Cuando está expuesto.

(2) Dentro de un edificio.

(3) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(4) Cuando está sometido a temperaturas ambiente que superen los 50 ºC, a menos que esté aprobado de otro modo.

353-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) con designación métrica superior al 155 (tamaño comercial 6).

NOTA: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase 300-1(c).

353-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

353-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio del doblez hasta la línea central de dicho doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 354-24. Para tubos conduits con designadores métricos 129 y 155 (tamaños comerciales 5 y 6) el radio permisible de doblez debe ser de acuerdo con las especificaciones proporcionadas por el fabricante.

353-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

353-28. Desbaste. Todos los extremos cortados se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

353-46. Pasacables. Cuando un tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

353-48. Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el tubo conduit y los coples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

NOTA: El tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) se puede unir usando fusión por calor, electrofusión o accesorios mecánicos.

353-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

353-60. Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el tubo conduit un conductor independiente de puesta a tierra del equipo.

Excepción No. 1: Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipo se instale independientemente del conduit, cuando se usa para la puesta a tierra de circuitos de corriente continua, de acuerdo con la excepción 2 de 250-134.

Excepción No. 2: No se exigirá conductor de puesta a tierra del equipo, cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, como lo permite 250-142.

C. Especificaciones de construcción

353-100. Construcción. El tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) debe estar fabricado con polietileno de alta densidad resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. El material debe ser resistente a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo, por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterrarlo directamente, sin estar embebido en concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente tendrá después de la instalación.

353-120. Marcado. Cada tramo de tubo conduit de polietileno de alta densidad (HDPE) se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3.00 metros, tal como se exige en 110-21. El tipo de material también se debe incluir en la marca.

ARTICULO 354

TUBO CONDUIT SUBTERRANEO NO METALICO CON CONDUCTORES TIPO NUCC

A. Generalidades

354-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC).

354-2. Definición.

Tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC). Ensamble, montado en fábrica, de conductores o cables dentro de un tubo conduit no metálico de sección transversal circular y paredes lisas.

354-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) y accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

354-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de tubos conduits subterráneos no metálicos con conductores (NUCC) y sus accesorios en los siguientes casos:

(1) En instalaciones subterráneas directamente enterradas (Para los requisitos mínimos de profundidad, véase las Tablas 300-5 y 300-50, bajo la columna tubo conduit no metálico pesado).

(2) Empotrados o encerrados en concreto.

(3) En rellenos de cascajo.

(4) En lugares subterráneos sometidos a condiciones corrosivas fuertes tal como se especifica en 300-6 y sujetos a productos químicos para los que el ensamble esté específicamente aprobado.

(5) Por encima del suelo, excepto lo que prohíbe 354-12, cuando está encerrado en no menos de 5 centímetros de concreto.

354-12. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC):

(1) En lugares expuestos.

(2) En el interior de los edificios.

Excepción: Se permitirá que, cuando sea adecuado, la parte de los conductores o cables del ensamble se prolongue hasta el interior del edificio para las terminaciones, de acuerdo con 300-3.

(3) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

354-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) con designación métrica superior al 103 (tamaño comercial 4).

NOTA: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase 300-1(c).

354-22. Número de conductores. El número de conductores o cables no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

354-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces de los conduit, se deben hacer manualmente, de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente.

El radio del doblez de la línea central de estos dobleces no debe ser menor al mostrado en la Tabla 354-24.

Tabla 354-24.- Radio mínimo de curvatura para tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC)

Tamaño del conduit		Radio mínimo de curvatura
Designación métrica	Tamaño comercial	Centímetros
16	½	25
21	¾	30
27	1	35
35	1¼	45
41	1½	50
53	2	65
63	2½	90
78	3	120
103	4	150

354-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de terminación no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

354-28. Desbaste. En sus terminaciones, el tubo conduit se debe desbastar separándolo de los conductores o cables, utilizando un método aprobado que no dañe el aislamiento o cubierta de los conductores o cables. Todos los extremos del tubo conduit se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

354-46. Pasacables. Cuando un tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el conductor o cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

354-48. Uniones. Todas las uniones entre conduit, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

354-50. Terminaciones de los conductores. Todas las terminaciones entre los conductores o cables y los equipos se deben hacer por un método aprobado para ese tipo de conductor o cable.

354-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer en las cajas de empalmes u otros envolventes.

354-60. Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe usar un ensamble que contenga un conductor separado de puesta a tierra del equipo.

C. Especificaciones de construcción

354-100. Construcción.

a) General. El tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) es un ensamble que se suministra en longitudes continuas en un carrete, rollo o caja de cartón.

b) Tubo conduit subterráneo no metálico. El tubo conduit subterráneo no metálico debe estar aprobado y compuesto de un material resistente a la humedad y a los agentes corrosivos. También debe ser apto para ser suministrado en rollos sin que se dañe o deforme y debe tener la resistencia suficiente para soportar el abuso, por ejemplo por impacto o compresión, durante su manipulación e instalación, sin que sufran daños el tubo conduit o los conductores.

c) Conductores y cables. Los conductores y cables utilizados en tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) deben estar aprobados y cumplir las disposiciones de 310-10(c). Los conductores de diferentes sistemas se deben instalar de acuerdo con 300-3(c).

d) Ocupación por el conductor. El número máximo de conductores o cables en tubos conduits subterráneos no metálicos con conductores (NUCC) no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación en la Tabla 1, Capítulo 10.

354-120. Marcado. El tubo conduit subterráneo no metálico con conductores (NUCC) debe estar marcado de manera clara y duradera por lo menos cada 3.00 metros, tal como se exige en 110-21. La marca debe incluir también el tipo de conduit.

La identificación de los conductores o cables usados en el ensamble debe ir en una etiqueta unida a cada extremo del conjunto o en los laterales del carrete. Las marcas de los conductores o cables encerrados deben cumplir lo establecido en 310-120.

ARTICULO 355

TUBO CONDUIT DE RESINA TERMOFIJA REFORZADA TIPO RTRC

A. Generalidades

355-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) y accesorios asociados.

NOTA: Consulte el Artículo 352 para el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC y el Artículo 353 para el tubo conduit de polietileno de alta densidad, tipo HDPE.

355-2. Definición.

Tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC). Tubo conduit no metálico pesado de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios asociados o integrales para la instalación de conductores y cables eléctricos.

355-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

355-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) según lo establecido en (a) hasta (i).

a) Oculto. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en paredes, pisos y plafones.

b) Influencias corrosivas. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, tal como se estipula en 300-6 y cuando están sometidos a sustancias químicas para las cuales los materiales están específicamente aprobados.

c) Cascajo. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en rellenos de cascajo.

d) Lugares mojados. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados, y en lugares en los que se laven con frecuencia las paredes, todo el sistema de conduit, incluyendo las cajas y los accesorios usados en él, se deben instalar y equipar de modo que se prevenga que el agua entre en el conduit. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales aprobados resistentes a la corrosión.

e) Lugares secos y húmedos. Se permitirá el uso de tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en lugares secos y húmedos no prohibidos por 355-12.

f) Visible. Se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) para instalaciones visibles, si está identificado para ese uso.

NOTA: El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) tipo XW se identifica para áreas donde puede haber daño físico.

g) Instalaciones subterráneas. Para instalaciones subterráneas, véase 300-5 y 300-50.

h) Soporte de los cuerpos de conduit. Se permitirá que el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) soporte cajas no metálicas no mayores que el tamaño comercial más grande de una canalización que entra. Estas cajas no deben soportar luminarias u otros equipos, y no deben contener dispositivos diferentes de los de empalme, tal como se permite en 110-14(b) y 314-16(c)(2).

i) Limitaciones de temperatura del aislamiento. Se permitirá que los conductores o cables con una temperatura nominal mayor a la aprobada del tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) sean instalados en tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), si los conductores o cables no operan a temperaturas más altas a las aprobadas del tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC).

355-12. Usos no permitidos. No se debe usar el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) en las condiciones siguientes:

a) Lugares peligrosos (clasificados).

(1) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(2) En lugares de Clase I, División 2, excepto lo que se permite en 501-10(b)(3).

b) Soporte para luminarias. Para el soporte de luminarias u otros equipos no descritos en 355-10(h).

c) Daño físico. Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté identificado para ese uso.

d) Temperaturas ambiente. Cuando está sometido a temperaturas ambiente mayores de 50 ºC, a menos que estén aprobados de otro modo.

e) Teatros y lugares similares. En teatros y lugares similares, excepto como se indica en 518-4 y 520-5.

355-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial ½).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) con designación métrica superior al 155 (tamaño comercial 6).

NOTA: Los designadores métricos y los tamaños comerciales tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales. Véase 300-1(c).

355-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10. Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

355-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Los dobleces hechos en obra se deben hacer únicamente con equipo de doblado identificado para ese propósito. El radio del doblez hasta la línea central de dicho doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10.

355-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

355-28. Desbaste. Todos los extremos cortados se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

355-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe instalar como un sistema completo, según 300-18, y se debe sujetar y asegurar en su lugar y soportar según (a) y (b) siguientes.

Tabla 355-30.- Soportes para tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC)

Tamaño del conduit		Separación máxima entre los soportes
Designación métrica	**Tamaño comercial**	**Metros**
16 - 27	½ - 1	0.9
35 - 53	1 ¼ - 2	1.5
63 -78	2 ½ - 3	1.8
91 - 129	3 ½ - 5	2.1
155	6	2.5

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo u otra terminación de conduit. Se permitirá la instalación de tubo conduit aprobado para sujeción a una distancia diferente de 90 centímetros de acuerdo con su aprobación.

b) Soportes. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe soportar tal como se exige en la Tabla 355-30. Se permitirá instalar tubo conduit aprobado para soportar espaciamientos diferentes de la Tabla 355-30 de acuerdo con su aprobación. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) soportados por aberturas a través de miembros estructurales, a intervalos no

superiores a los de la Tabla 355-30, asegurados y sujetados a una distancia no mayor de 90 centímetros de los puntos de terminación.

355-44. Accesorios de expansión. Cuando se espera, de acuerdo con la Tabla 355-44, un cambio de longitud de 6 milímetros o más en un tramo recto entre elementos montados seguramente, tales como cajas, gabinetes, codos y otras terminaciones de conduit, se deben suministrar accesorios de expansión para el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) para compensar la expansión y la contracción térmicas.

355-46. Pasacables. Cuando un tubo conduit entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) y más grandes en los pasacables.

355-48. Uniones. Todas las uniones entre los tramos del conduit, y entre el tubo conduit y los coples, accesorios y cajas se deben hacer con un método aprobado.

355-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con 300-15.

355-60. Puesta a tierra. Cuando se exige puesta a tierra del equipo, se debe instalar en el tubo conduit un conductor separado de puesta a tierra del equipo.

Excepción No. 1: Tal como se permite en la Excepción 2 de 250-134(b), para circuitos de corriente continua, y en la Excepción 1 de 250-134(b), para conductores de puesta a tierra del equipo tendidos separados.

Excepción No. 2: Cuando el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra el equipo, tal como se permite en 250-142.

Tabla 355-44.- Características de expansión del tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC con un coeficiente de expansión térmica = 2.70 x 10^{-5} milímetros/mm/º C

Cambio de temperatura (°C)	Cambio de longitud del tubo conduit tipo RTRC (mm/m)
5	0.14
10	0.27
15	0.41
20	0.54
25	0.68
30	0.81
35	0.95
40	1.08
45	1.22
50	1.35
55	1.49
60	1.62
65	1.76
70	1.89
75	2.03
80	2.16
85	2.30
90	2.43
95	2.57
100	2.70

C. Especificaciones de construcción

355-100. Construcción. El tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) y los accesorios deben estar compuestos por material no metálico adecuado, resistente a la humedad y a las atmósferas químicas. Para uso sobre el suelo, también debe ser resistente a la llama, al impacto y a la compresión, resistente a la distorsión por calor en condiciones que probablemente se encuentren en servicio, y resistente a los efectos de la baja temperatura y de la luz solar. Para uso subterráneo, el material debe tener una resistencia aceptable a la humedad y a los agentes corrosivos, y debe tener la resistencia suficiente para soportar el abuso, como por

ejemplo por impacto y compresión, durante su manipulación e instalación. Cuando está previsto para enterrarlo directamente, sin estar embebido en concreto, el material también debe resistir la carga permanente que probablemente se encuentre después de la instalación.

355-120. Marcado. Cada tramo de tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) se debe marcar de manera clara y duradera, por lo menos cada 3.00 metros, tal como se exige en la primera oración de 110-21. El tipo de material también se debe incluir en la marca, a menos que se pueda identificar visualmente. En tubo conduit reconocido para su uso sobre el suelo, estas marcas deben ser permanentes. En tubo conduit limitado para uso subterráneo exclusivamente, estas marcas deben tener la duración suficiente para permanecer legibles hasta que se instale el material. Se permitirá que el tubo conduit tenga marcas superficiales para indicar características especiales del material.

NOTA: Ejemplos de estas marcas incluyen, pero no se limitan a: “humo limitado” y “resistente a la luz del sol”.

ARTICULO 356

TUBO CONDUIT NO METALICO FLEXIBLE HERMETICO A LOS LIQUIDOS TIPO LFNC

A. Generalidades

356-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC y accesorios asociados.

356-2. Definición.

Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC). Canalización de sección transversal circular de varios tipos, como sigue:

(1) Un núcleo central interior liso y sin costuras, y una cubierta, unidas estrechamente y con una o más capas de refuerzo entre el núcleo y la cubierta, designadas como Tipo LFNC-A.

(2) Una superficie interior lisa con refuerzo integral dentro de la pared del conduit, designada como Tipo LFNC-B.

(3) Una superficie corrugada interna y externa sin refuerzos integrales dentro de la pared del conduit, designada como LFNC-C.

Este tubo conduit (LFNC) es resistente a las llamas, y, con accesorios, está aprobado para la instalación de conductores eléctricos.

NOTA: La sigla FNMC es una designación alternativa para LFNC.

356-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC) y accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

356-10. Usos permitidos. Se permitirá usar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC, en instalaciones visibles u ocultas, para los siguientes propósitos:

NOTA: El frío extremo puede causar que algunos tipos de tubos conduits no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

(1) Cuando se necesite flexibilidad para la instalación, operación o mantenimiento.

(2) Cuando se requiere proteger los conductores contenidos, de vapores, líquidos o sólidos.

(3) Para instalaciones exteriores, cuando esté aprobado y marcado como adecuado para ese uso.

(4) Para enterrarlo directamente, cuando esté aprobado y marcado para ese uso.

(5) Se permitirá instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC-B en tramos de más de 1.80 metros, cuando se asegura de acuerdo con 356-30.

(6) Como tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC-B en un ensamble prealambrado fabricado y aprobado, de tubo conduit con designación métrica del 16 hasta el 27.

(7) Para estar embebido en concreto si está aprobado para enterrarlo directamente y se instala de acuerdo con 356-42.

356-12. Usos no permitidos. No se debe usar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC en los siguientes casos:

(1) Cuando esté expuesto a daños físicos.

(2) Cuando cualquier combinación de temperatura ambiente y la de los conductores exceda aquella para la que está aprobado el tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC.

(3) En tramos más largos de 1.80 metros, excepto como se permite en 356-10(5), o donde se apruebe una longitud superior como esencial para un grado necesario de flexibilidad.

(4) Cuando la tensión de operación de los conductores contenidos es superior a los 600 volts, excepto lo permitido por 600-32(a).

(5) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

356-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial de ½), a menos que esté permitido en (a)(1) o (a)(2) siguientes para designación métrica 12 (tamaño comercial de ⅜)

(1) Para encerrar las puntas de los conductores de los motores, tal como se permite en 430-245(b).

(2) En tramos no superiores a 1.80 metros, como parte de un ensamble aprobado para conexiones en derivación a luminarias, tal como se exige en 410-117(c), o para equipo de utilización.

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC con designación métrica superior al 103 (tamaño comercial 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

356-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder al permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

356-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces del tubo conduit se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio del doblez hasta la línea central de cualquier doblez no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10, en la columna “otros dobleces”.

356-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de jalado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

356-28. Desbaste. Todos los extremos cortados del tubo conduit se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

356-30. Sujeción y soporte. El tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos Tipo LFNC-B se debe sujetar y asegurar y soportar de acuerdo con uno de los siguientes:

(1) Cuando se instala en tramos que superen 1.80 metros, el tubo conduit se debe sujetar y asegurar a intervalos no superiores a 90 centímetros y a una distancia no mayor de 30 centímetros a cada lado de cada caja de salida, caja de empalmes, gabinete o accesorio.

(2) No se exigirá asegurar o soportar el tubo conduit si éste es jalado entre paredes, está instalado en tramos no superiores a 90 centímetros en terminales en donde se necesita flexibilidad, o cuando está instalado en tramos no superiores a 1.80 metros, desde una conexión a la terminal de una luminaria para derivar conductores hasta luminarias como se permite en 410-117(c)

(3) Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC, soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 90 centímetros y sujetados y asegurados a una distancia menor de 30 centímetros de los puntos de terminación.

(4) No se exigirá soportado y sujetado del tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, LFNC-B, cuando se instale en tramos no superiores a 1.80 metros desde el último punto de sujeción de la canalización, para conectar dentro de un plafón accesible, una luminaria u otros equipos.

356-42. Coples y conectores. Sólo se deben usar accesorios aprobados para su uso con tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC. No se deben utilizar conectores en ángulo en instalaciones con canalizaciones ocultas. Se permiten accesorios rectos para tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC para enterrarlo directamente o embebido en concreto.

356-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

356-60. Puesta a tierra y unión. Cuando se utilice para conectar equipos donde se necesita flexibilidad, se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando se instalan o se exigen, los conductores de puesta a tierra del equipo se deben instalar de acuerdo con 250-134(b). Cuando se instala o se exige un puente de unión del equipo, se debe instalar de acuerdo con 250-102.

C. Especificaciones de construcción

356-100. Construcción. El tubo conduit LFNC-B como ensamble fabricado prealambrado se debe suministrar en tramos continuos que se puedan embarcar en un rollo, carrete o caja de cartón sin que se dañe.

356-120. Marcado. El tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC se debe marcar por lo menos cada 60 centímetros, de acuerdo con 110-21. La marca también debe incluir la designación, según 356-2, y el tamaño comercial. Debe estar marcado el tubo conduit que está previsto para uso en exteriores o para enterrarlo directamente. El tipo, tamaño y cantidad de conductores usados en los ensambles fabricados prealambrados se deben identificar por medio de una etiqueta o un rótulo impresos, unidos a cada extremo del conjunto fabricado y en la caja de cartón, el rollo o carrete. Los conductores en el interior del tubo se deben marcar de acuerdo con 310-120.

ARTICULO 358

TUBO CONDUIT METALICO LIGERO TIPO EMT

A. Generalidades

358-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit metálico ligero EMT y accesorios asociados.

358-2. Definición.

Tubo conduit metálico ligero (EMT). Tubo sin rosca, de pared delgada y sección transversal circular diseñada para la protección física y el enrutamiento de conductores y cables, y para su uso como conductor de puesta a tierra del equipo cuando se instala usando los accesorios adecuados. En general, este tipo de tubería EMT está hecha de acero (ferroso) con revestimientos de protección o de aluminio (no ferroso).

358-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico ligero EMT, los codos hechos en fábrica y los accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

358-10. Usos permitidos.

a) Expuestos y ocultos. El uso de tubo conduit metálico ligero EMT se permitirá para trabajo visible u oculto.

b) Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar el tubo conduit metálico ligero EMT ferroso o no ferroso, los codos, coples y accesorios, en concreto, en contacto directo con la tierra, o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, si están protegidos contra la corrosión y son aprobados como adecuados para esa condición.

c) Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc., deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos por materiales resistentes a la corrosión.

NOTA: Véase 300-6 para la protección contra la corrosión.

358-12. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo conduit metálico ligero EMT bajo las siguientes condiciones:

(1) Cuando durante la instalación o después de ella pueda verse sometida a daño físico grave.

(2) Cuando esté protegida contra la corrosión únicamente por un esmalte.

(3) En concreto de cascajo o relleno de cascajo cuando esté sometida a humedad permanente, a menos que esté protegida en todos sus lados por una capa de concreto sin cascajo de por lo menos 5 centímetros de espesor, o a menos que la tubería esté como mínimo 45 centímetros bajo el relleno.

(4) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(5) Para soporte de luminarias u otros equipos, excepto de cajas no más grandes que la tubería de mayor tamaño comercial.

(6) Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto en cualquier parte de la instalación, para eliminar la posibilidad de acción galvánica.

Excepción: Se permitirá utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tuberías eléctricas metálicas EMT de acero, cuando no estén sometidas a influencias corrosivas fuertes.

358-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tuberías eléctricas metálicas (EMT) con designación métrica menor al 16 (tamaño comercial ½).

Excepción: Para encerrar las puntas de los conductores de los motores, tal como se permite en 430-245(b).

b) Máximo. El tamaño máximo de la tubería EMT debe ser la designación métrica 103 (tamaño comercial 4).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

358-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

358-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. El radio del doblez de cualquier doblez hecho en obra hasta la línea central de la tubería no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10 para dobladoras de un golpe y de zapata completa.

358-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de alambrado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

358-28. Desbastado y roscado.

a) Desbaste. Todos los extremos cortados del tubo conduit metálico ligero EMT se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

b) Roscado. El tubo conduit metálico ligero EMT no debe ser roscado.

Excepción: El tubo conduit metálico ligero EMT con coples integrales roscados en fábrica que cumplan las disposiciones de 358-100.

358-30. Sujeción y soporte. Los tubos conduit metálicos ligeros EMT se deben instalar como un sistema completo, como se establece en 300-18 y se deben sujetar y asegurar en su lugar y soportarse de acuerdo con 358-30(a) y (b).

a) Sujetado y asegurado. El tubo conduit metálico ligero EMT se debe sujetar y asegurar en su lugar por lo menos cada 3.00 metros. Además cada tramo de tubo EMT entre los puntos de terminación se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, gabinete u otra terminación de conduit.

Excepción 1: Se permitirá incrementar la distancia de sujeción de tramos continuos hasta una distancia de 1.50 metros, cuando los elementos estructurales no permiten una sujeción fácil dentro de una distancia de 90 centímetros.

Excepción 2: Para obras ocultas en edificios terminados o paneles de paredes prefabricados, en donde no es posible asegurar la tubería, se permitirá tender secciones continúas (sin coples) de tubo conduit metálico ligero EMT.

b) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit metálico ligero EMT soportados en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 3.00 metros y sujetos y asegurados a una distancia no mayor de 90 centímetros de los puntos de terminación.

358-42. Coples y conectores. Los coples y conectores utilizados con las tuberías EMT deben ser herméticos. Cuando estén enterrados en mampostería o concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando se instalan en lugares mojados, deben cumplir lo establecido en 314-15.

358-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

358-60. Puesta a tierra. Se permitirá el tubo conduit metálico ligero EMT como conductor de puesta a tierra del equipo.

C. Especificaciones de construcción

358-100. Construcción. Se permitirán los coples integrales roscados en fábrica. Cuando se usa tubo conduit metálico ligero EMT con cople integral roscado, las roscas, tanto del tubo como del cople, deben ser elaboradas en fábrica. Las roscas del cople y de la tubería EMT se deben diseñar para prevenir la flexión de la tubería en cualquier parte de la rosca.

358-120. Marcado. El tubo conduit metálico ligero EMT debe ir marcado de manera clara y duradera por lo menos cada 3.00 metros, como se exige en la primera oración de 110-21.

ARTICULO 360

TUBO CONDUIT METALICO FLEXIBLE LIGERO TIPO FMT

A. Generalidades

360-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para la tubería metálica flexible FMT y accesorios asociados.

360-2. Definición.

Tubo conduit metálico flexible ligero (FMT). Canalización de sección transversal circular, flexible, metálica y hermética a los líquidos, sin cubierta no metálica.

360-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit metálico flexible ligero FMT y accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

360-10. Usos permitidos. Se permitirá usar tuberías metálicas flexibles FMT en circuitos derivados:

(1) En lugares secos.

(2) En lugares ocultos.

(3) En lugares accesibles.

(4) Para instalaciones de tensión máxima de 1000 volts.

360-12. Usos no permitidos. No se deben utilizar tuberías metálicas flexibles FMT:

(1) En fosos de ascensores.

(2) En cuartos baterías de acumuladores.

(3) En lugares peligrosos (clasificados a menos que se permitan de alguna manera en otros Artículos de esta NOM.

(4) Subterráneas directamente enterradas o embebidas en concreto vaciado o agregados.

(5) Si están expuestas a daños físicos; y

(6) En tramos de más de 1.80 metros.

360-20. Tamaño

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit metálico flexible ligero FMT con designación métrica inferior al 16 (tamaño comercial ½).

Excepción 1: Se permitirá instalar tubo conduit metálico flexible ligero FMT con designación métrica 12 (tamaño comercial 3/8) de acuerdo con 300-22(b) y (c).

Excepción 2: Se permitirá instalar tubo conduit metálico flexible ligero FMT con designación métrica 12 (tamaño comercial 3/8) en tramos no superiores a 1.80 metros como parte de un ensamble o para luminarias. Véase 410-117(c).

b) Máximo. El tamaño máximo del tubo conduit metálico flexible ligero FMT debe ser de designación métrica 21 (tamaño comercial ¾).

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

360-22. Número de conductores.

a) FMT - Designadores métricos 16 y 21 (tamaños comerciales ½ y ¾). El número de conductores en los designadores métricos 16 (tamaño comercial ½) y 21 (tamaño comercial ¾) no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes de ocupación de la Tabla 1 del **Capítulo 10**.

b) FMT - Designación métrica 12 (tamaño comercial ⅜). El número de conductores en el indicador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8) no debe exceder el permitido en la Tabla 348-22.

360-24. Dobleces

a) Usos con flexión poco frecuente. Cuando el tubo conduit metálico flexible ligero FMT es doblado con poca frecuencia después de instalado, el radio de los dobleces medido en el interior del doblez no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 360-24(a).

Tabla 360-24(a).- Radios mínimos de curvatura para uso en flexión

Designador métrico	Tamaño comercial	Radios mínimos para uso en flexión
		centímetros
12	⅜	25.40
16	½	31.75
21	¾	44.45

b) Dobleces fijos. Cuando el tubo conduit metálico flexible ligero FMT se doble para propósitos de instalación y no se necesite doblar o flexionar después de su instalación, los radios de los dobleces medidos en el interior del doblez no deben ser inferiores a lo especificado en la Tabla 360-24(b).

Tabla 360-24(b).- Radios mínimos para dobleces fijos

Designador métrico	Tamaño comercial	Radios mínimos para dobleces fijos
		centímetros
12	⅜	8.89
16	½	10.16
21	¾	12.70

360-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con 300-15.

360-60. Puesta a tierra. Se permitirá el uso del tubo conduit metálico flexible ligero FMT como conductor de puesta a tierra de equipos, si se instala de acuerdo con 250-118(7).

C. Especificaciones de construcción

360-120. Marcado. El tubo conduit metálico flexible ligero FMT se debe marcar de acuerdo con 110-21.

ARTICULO 362

TUBO CONDUIT NO METALICO TIPO ENT

A. Generalidades

362-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el tubo conduit no metálico ENT y accesorios asociados.

362-2. Definición.

Tubo conduit no metálico ENT. Canalización no metálica, corrugada y flexible, de sección transversal circular, con coples, conectores y accesorios integrados o asociados, para la instalación de conductores eléctricos. El tubo conduit no metálico ENT está hecho de un material resistente a la humedad, a atmósferas químicas y es retardante de flama.

Una canalización plegable es una canalización que se puede doblar con la mano con una fuerza razonable, pero sin ayuda.

362-6. Requisitos de aprobación. El tubo conduit no metálico ENT y accesorios asociados deben ser aprobados.

B. Instalación

362-10. Usos permitidos. Para el propósito de este Artículo, el primer piso de un edificio debe ser aquel que tenga el 50 por ciento o más del área superficial de la pared exterior, a nivel con el suelo terminado o por encima de él. Se permitirá un nivel adicional que sea el primer nivel y no esté diseñado para ser habitado por personas y se use exclusivamente para estacionamiento de vehículos, almacenamiento o usos similares. Se permitirá el uso de tuberías eléctricas no metálicas ENT y sus accesorios en los siguientes casos:

(1) En cualquier edificio que no tenga más de tres pisos sobre el suelo, como sigue:

a. En instalaciones visibles que no estén prohibidas por 362-12.

b. En instalaciones ocultas dentro de paredes, pisos y plafones.

(2) En cualquier edificio de más de tres pisos sobre el suelo, las tuberías eléctricas no metálicas ENT deben estar ocultas en las paredes, pisos y plafones si éstos ofrecen una barrera térmica de un material con un valor de resistencia al fuego de 15 minutos. Se permitirá usar la barrera térmica nominal del acabado de 15 minutos en paredes, pisos y plafones, combustibles o no combustibles.

Excepción para (2): Cuando se instala un sistema de aspersión contra incendio en todos los pisos, se permitirá el uso del tubo conduit no metálico dentro de paredes, pisos y plafones expuesta u oculta, en edificios de más de tres pisos sobre el nivel del suelo.

NOTA: Se establece una clasificación nominal de los acabados para ensambles que contengan soportes combustibles (de madera). El valor nominal de un acabado se define como el tiempo en el que la columna o viga de madera alcanza un promedio de temperatura de 121 °C o una temperatura individual de 163 °C, medida en el plano de la madera más cercano al fuego. El valor nominal de los acabados no está diseñado para representar una clasificación de los plafones de membrana.

(3) En lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes tal como se trata en 300-6, y donde están expuestos a productos químicos para los que estén específicamente aprobados.

(4) En lugares ocultos, secos y húmedos no prohibidos por 362-12.

(5) Por encima de los plafones suspendidos, cuando éstos ofrezcan una barrera térmica del material con un acabado con valor nominal mínimo de 15 minutos, tal como se identifica en las listas de ensambles con valor nominal de resistencia contra el fuego, excepto lo permitido en 362-10(1)(a).

Excepción para (5): Se permitirá usar tubo conduit no metálico ENT sobre plafones suspendidos en edificios de más de tres pisos sobre el suelo, cuando el edificio está protegido por un sistema de aspersión contra incendios.

(6) Encerrado en concreto vaciado, o embebido en una losa de concreto sobre el suelo donde el tubo conduit no metálico ENT está colocado sobre arena u otro material cernido, siempre que para las conexiones se utilicen accesorios identificados para ese uso.

(7) En lugares interiores mojados, tal como se permite en esta sección, o en losas de concreto sobre el suelo o debajo de él, con accesorios aprobados para ese uso.

(8) Como un ensamble fabricado prealambrado aprobado, con designadores métricos desde 16 hasta 27.

NOTA: El frío extremo puede hacer que algunos tipos de tubos conduits no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

(9) Se permitirá que los conductores o cables, con una temperatura nominal mayor a la aprobada de los tubos conduit no metálicos ENT, sean instalados en éstos, si los conductores o cables no operan a temperaturas más altas a las aprobadas de los tubos conduit no metálicos ENT.

362-12. Usos no permitidos. No se deben usar las tuberías eléctricas no metálicas ENT en los siguientes casos:

(1) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(2) Como soporte de luminarias y otros equipos.

(3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente mayor a 50 °C, a menos que estén aprobadas de otra manera.

(4) Directamente enterrado.

(5) Cuando la tensión es superior a 600 volts.

(6) En lugares expuestos, excepto lo permitido en 362-10(1), 362-10(5) y 362-10(7).

(7) En teatros y lugares similares, excepto lo previsto en 518-4 y 520-5.

(8) Cuando estén expuestas a la luz directa del sol, excepto si están identificadas como resistentes a la luz del sol.

(9) Cuando están sometidas a daño físico.

362-20. Tamaño.

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo conduit no metálico ENT menor a la designación métrica 16

b) Máximo. No se debe utilizar tubo conduit no metálico ENT superior a la designación métrica 53.

NOTA: Véase 300-1(c) con respecto a los designadores métricos y los tamaños comerciales. Estos tienen como fin únicamente la identificación y no se relacionan con las dimensiones reales.

362-22. Número de conductores. El número de conductores no debe exceder el permitido por el porcentaje de ocupación en la Tabla 1 del Capítulo 10.

Se permitirá instalar cables cuando tal uso no está prohibido por los Artículos de los respectivos cables. El número de cables no debe exceder lo especificado por los porcentajes permisibles de ocupación de la Tabla 1 del Capítulo 10.

362-24. Dobleces. Cómo se hacen. Los dobleces se deben hacer de modo que la tubería no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permitirá hacer los dobleces manualmente, sin equipo auxiliar. El radio de la curva hasta la línea central de tales dobleces no debe ser menor al indicado en la Tabla 2 del Capítulo 10, en la columna “otras curvas”.

362-26. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre puntos de jalado, por ejemplo: cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro dobleces de un cuadrante (360° en total).

362-28. Desbaste. Todos los extremos cortados de las tuberías se deben desbastar por dentro y por fuera para eliminar los bordes ásperos.

362-30. Sujeción y soporte. Las tuberías eléctricas no metálicas ENT se deben instalar como un sistema completo, como se establece en 300-18 y se deben sujetar y asegurar en su lugar y soportarse de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Sujetada y asegurada. El tubo conduit no metálico se debe sujetar y asegurar en intervalos no mayores de 90 centímetros. Además, el tubo conduit no metálico ENT se debe sujetar y asegurar a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, caja de empalme, caja de dispositivo, gabinete o herraje donde termine.

Excepción 1: Se permitirán tramos sin asegurar de hasta 1.80 metros desde la conexión terminal de una luminaria para conexiones en derivación hasta las luminarias.

Excepción 2: Tramos de hasta 1.80 metros desde el último punto de sujeción firme de la canalización para conexiones dentro de un plafón accesible hasta la luminaria u otro equipo.

Excepción 3: Para instalaciones ocultas en edificios terminados o paneles de paredes prefabricados, en donde no es posible asegurar la tubería, se permitirá tender secciones continuas (sin coples) de tubo conduit no metálico ENT.

b) Soportes. Se permitirán tramos horizontales de tubo conduit no metálico ENT soportado en aberturas a través de elementos estructurales, a intervalos no superiores a 90 centímetros sujetos y asegurados a una distancia no mayor de 90 centímetros de los puntos de terminación.

362-46. Pasacables. Cuando una tubería entre en una caja, accesorio u otro envolvente, se debe instalar un pasacables o adaptador que proteja el cable de la abrasión, a menos que el diseño de la caja, accesorio o envolvente ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Véase 300-4(g) con respecto a la protección de los conductores de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) y más grandes.

362-48. Uniones. Todas las uniones entre tramos de tuberías y entre tuberías y coples, accesorios y cajas, deben hacerse con un método aprobado.

362-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer de acuerdo con 300-15.

NOTA: Véase el Artículo 314 con respecto a las reglas para la instalación y uso de cajas y cuerpos de conduit.

362-60. Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra del equipo en la canalización, que cumpla lo establecido en el Artículo 250, Parte F.

C. Especificaciones de construcción

362-100. Construcción. El tubo conduit no metálico ENT debe estar hecho de un material que no exceda las características de ignición, inflamabilidad, generación de humo y toxicidad del policloruro de vinilo rígido (no plastificado).

El tubo conduit no metálico ENT, como ensamble fabricado prealambrado, se debe suministrar en tramos continuos que puedan ser transportados en rollos, carretes o cajas de cartón, sin sufrir ningún daño.

362-120. Marcado. El tubo conduit no metálico (ENT) debe estar marcado de manera clara y duradera cada 3.00 metros como mínimo, como se exige en la primera oración de 110-21. En la marca se debe indicar también el tipo de material. Se permitirá la marca de humo limitado en la tubería con características de producción de humo limitada.

El tipo, tamaño y cantidad de conductores usados en ensambles prealambrados se deben identificar por medio de una etiqueta o un rótulo impresos, unidos a cada extremo del conjunto fabricado y en la caja de cartón, el rollo o carrete. Los conductores encerrados se deben marcar según 310-120.

ARTICULO 364

TUBO CONDUIT DE POLIETILENO

A. Generalidades

364-1. Definición. Los tubos conduit de polietileno pueden ser de dos tipos: una canalización semirrígida, lisa o una canalización corrugada y flexible, ambos con sección transversal circular, y sus correspondientes accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Están compuestos de material que es resistente a la humedad. Estos tubos conduit no son resistentes a la flama.

364-2. Otros Artículos aplicables. Las instalaciones en tubo conduit de polietileno deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se requiera la puesta a tierra de equipo, debe instalarse dentro del tubo conduit un conductor para ese propósito.

364-3. Usos permitidos. Está permitido el uso de tubo conduit de polietileno y sus accesorios:

1) En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle.

2) Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.

3) Enterrados a una profundidad no menor que 50 cm condicionado a que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo

364-4. Usos no permitidos. No debe usarse el tubo conduit de polietileno:

1) En áreas peligrosas (clasificadas).

2) Como soporte de aparatos y otro equipo.

3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquélla para la que está aprobado el tubo conduit.

4) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo conduit está aprobado.

5) Directamente enterradas.

6) Para tensiones eléctricas superiores a 150 volts a tierra.

7) En lugares expuestos.

8) En teatros y lugares similares.

9) Cuando estén expuestas a la luz directa del Sol.

10) En lugares de reunión (véase el Artículo 518).

11) En instalaciones ocultas en plafones y muros huecos de tablarroca.

12) En cubos y ductos de instalaciones en edificios.

13) En las instalaciones que cubren los Artículos 545, 550, 551, 552 y 605.

B. Instalación

364-5. Designación

a) Mínimo. No debe utilizarse tubo conduit de polietileno de designación nominal menor que 16 (1/2).

b) Máximo. No debe utilizarse tubo conduit de polietileno de designación nominal mayor que 53 (2).

364-6. Número de conductores en un tubo conduit. El número de conductores en tubo conduit no debe exceder el permitido en la Tabla 1 del Capítulo 10.

364-7. Desbastado. Todos los extremos cortados del tubo conduit de polietileno deben desbastarse por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

364-8. Empalmes. No se permite realizar empalmes en tubo conduit de polietileno.

364-9. Dobleces. Los dobleces del tubo conduit de polietileno se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permite hacer dobleces a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas dobleces no debe ser inferior al permitido en la Tabla 2 del Capítulo 10. Se deben utilizar accesorios aprobados.

364-10. Dobleces. Número de dobleces en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a dos dobleces de 90 (180 máximo).

364-11. Cajas y accesorios. Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 314.

642-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o cajas de paso. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 314.

364-13. Pasacables. Cuando un tubo conduit entre en una caja, envolvente u otra cubierta, debe colocarse una boquilla o adaptador que proteja el aislamiento de los cables contra daño físico, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

NOTA: Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

C. Especificaciones de construcción

364-14. Marcado. El tubo conduit de polietileno debe estar marcado de modo claro y duradero al menos cada 2 m para la canalización lisa y al menos cada 3 m para la canalización corrugada, como se exige en el primer párrafo 110-21. En la marca se indica también el tipo de material.

ARTICULO 366

CANALES AUXILIARES

A. Generalidades

366-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción de los canales auxiliares metálicos y no metálicos, así como de los accesorios asociados.

366-2. Definiciones.

Canal auxiliar metálico. Envolvente de lámina metálica usado para complementar los espacios de alambrado en centros de medición, centros de distribución, tableros de distribución y puntos similares de los sistemas de alambrado. El envolvente tiene tapas removibles o con bisagras para albergar y proteger los alambres, cables y las barras colectoras. El envolvente está diseñado para conductores que se van a tender o instalar después de que los envolventes se hayan instalado como un sistema completo.

Canal auxiliar no metálico. Envolvente no metálico, retardante de flama que se utiliza para complementar los espacios de alambrado en centros de medición, centros de distribución, tableros de distribución y puntos similares de los sistemas de alambrado. El envolvente tiene tapas removibles o con bisagras para albergar y proteger los alambres eléctricos, cables y las barras colectoras. El envolvente está diseñado para conductores que se van a tender o instalar después de que los envolventes se hayan instalado como un sistema completo.

366-6. Requisitos de aprobación.

a) Exteriores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios exteriores deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Estar aprobados como adecuados para la exposición a la luz solar.

(2) Estar aprobados como adecuados para uso en lugares mojados.

(3) Estar aprobados para la temperatura ambiente máxima de la instalación.

b) Interiores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios interiores deben estar aprobados para la temperatura ambiente máxima de la instalación.

B. Instalación

366-10. Usos permitidos.

a) Canales auxiliares de lámina metálica.

1) Uso interior y exterior. Los canales auxiliares de lámina metálica se permitirán para uso interior y exterior.

2) Lugares mojados. Los canales auxiliares de lámina metálica instalados en lugares mojados deben ser adecuados para tales lugares.

b) Canales auxiliares no metálicos. Los canales auxiliares no metálicos deben estar aprobados para la temperatura ambiente máxima de la instalación y se deben marcar con la temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

1) Exteriores. Se permitirá la instalación de canales auxiliares no metálicos en espacios exteriores si están aprobados y marcados como adecuados para ese propósito.

NOTA: El frío extremo puede causar que los canales auxiliares no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

2) Interiores. Se permitirá la instalación de canales auxiliares en espacios interiores.

366-12. Usos no permitidos. Los canales auxiliares no se deben usar:

(1) Para alojar interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, aparatos ni otros equipos similares.

(2) Para extenderse más allá de 9.00 metros del equipo al que complementa.

Excepción: Tal como lo permite 620-35 para elevadores, se permitirá que un canal auxiliar se extienda en una distancia mayor a 9.00 metros más allá del equipo al que complementa.

NOTA: Para canalizaciones, véase los Artículos 376 y 378. Para electroductos (busway), véase el Artículo 368.

366-22. Número de conductores.

a) Canales auxiliares de lámina metálica. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal de un canal auxiliar, no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal interior del canal auxiliar. Los factores de ajuste especificados en 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente cuando el número de conductores portadores de corriente, incluyendo los conductores neutros clasificados como portadores de corriente de acuerdo con las disposiciones de 310-15(b)(5) es mayor a 30. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador entre un motor y su arrancador y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar conductores portadores de corriente.

b) Canales auxiliares no metálicos. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal del canal auxiliar no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal interior del canal auxiliar.

366-23. Ampacidad de los conductores.

a) Canales auxiliares de lámina metálica. Cuando el número de conductores portadores de corriente contenidos en un canal auxiliar de lámina metálica sea de 30 o menos, no se deben aplicar los factores de ajuste especificados en 310-15(b)(3)(a). La corriente conducida continuamente por barras de cobre desnudas en canales auxiliares de lámina metálica, no debe exceder de 1.55 amperes/mm^2 en la sección transversal del conductor.

Para barras de aluminio, la corriente conducida continuamente no debe exceder los 1.09 amperes/ mm^2 en la sección transversal del conductor.

b) Canales auxiliares no metálicos. Los factores de ajuste especificados en 310-15(b)(3)(a) deben ser aplicables a los conductores portadores de corriente en un canal auxiliar no metálico.

366-30. Sujeción y soporte.

a) Canales auxiliares de lámina metálica. Los canales auxiliares de lámina metálica deben estar soportados y asegurados en toda su longitud a intervalos no mayores a 1.50 metros.

b) Canales auxiliares no metálicos. Los canales auxiliares no metálicos deben estar soportados y asegurados a intervalos no mayores a 90 centímetros y en cada extremo o unión, a no ser que estén aprobados para otros intervalos de soporte. En ningún caso la distancia entre los soportes debe ser mayor a 3.00 metros.

366-44. Accesorios de expansión. Se deben instalar accesorios de expansión cuando el cambio esperado en la longitud por la dilatación y contracción debidas al cambio de temperatura sea mayor a 6 milímetros.

366-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben cumplir lo establecido en (a) hasta (d).

a) Dentro de los canales. Se permitirán empalmes y derivaciones dentro de los canales si son accesibles por medio de cubiertas removibles o puertas. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área del canal.

b) Conductores desnudos. Las derivaciones desde conductores desnudos deben salir del canal opuestas a las terminales de conexión, y los conductores no deben estar en contacto con partes portadoras de corriente no aisladas de diferente tensión.

c) Identificación adecuada. Todas las derivaciones deben estar identificadas adecuadamente en el canal, en cuanto a los circuitos o equipos a los que alimentan.

d) Protección contra sobrecorriente. Las conexiones en derivación desde conductores en canales auxiliares, deben tener protección contra sobrecorriente tal como se exige en 240-21.

366-58. Conductores aislados.

a) Conductores aislados doblados. Cuando los conductores aislados se doblen dentro de un canal auxiliar, ya sea en sus extremos o en donde los conduit, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del canal o en donde la dirección del canal varíe más de 30°, se deben aplicar las dimensiones que corresponden a un cable por cada terminal establecidas en la tabla 312-6(a)

b) Canales auxiliares usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados de 21.2 mm^2 (4 AWG) o más grandes se jalen a través de un canal auxiliar, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que alojan el mismo conductor no debe ser menor a la exigida en 314-28(a)(1) para tramos rectos y en 314-28(a)(2) para tramos en ángulo.

366-60. Puesta a tierra. Los canales auxiliares metálicos se deben conectar a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o a un conductor puesto a tierra, según lo exija o lo permita 250-92(b)(1) o 250-142.

C. Especificaciones de construcción

366-100. Construcción.

a) Continuidad eléctrica y mecánica. Los canales deben estar construidos e instalados de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema.

b) Construcción sólida. Los canales deben estar construidos sólidamente y deben ofrecer un envolvente completo a los conductores contenidos en ellos. Todas las superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las uniones de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el conjunto se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar separados a una distancia no mayor a 30 centímetros.

c) Bordes lisos y redondeados. Se deben instalar pasacables, blindajes o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados cuando los conductores pasen entre canales, a través de divisiones, alrededor de curvas, entre canales y gabinetes o canales y cajas de empalme y en otros lugares donde sea necesario, para evitar la abrasión del aislamiento de los conductores.

d) Cubiertas. Las cubiertas deben estar fijas firmemente a los canales.

e) Separación de las partes vivas desnudas. Los conductores desnudos se deben soportar sujetados rígidamente, de modo que la separación mínima entre las partes metálicas desnudas portadoras de corriente, de diferente potencial, montadas sobre la misma superficie no sea menor a 5 centímetros, ni menor a 2.50 centímetros si esas partes están sostenidas libres en el aire. Entre cualquier parte metálica desnuda portadora de corriente y cualquier superficie metálica debe haber una separación no menor a 2.50 centímetros. Se deben hacer las previsiones adecuadas para la dilatación y contracción de las barras colectoras.

366-120. Marcado.

a) Exteriores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios exteriores deben tener las siguientes marcas:

(1) Adecuados para su exposición a la luz del sol.

(2) Adecuados para su uso en lugares mojados.

(3) Temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

b) Interiores. Los canales auxiliares no metálicos instalados en espacios interiores se deben marcar con la temperatura nominal del aislamiento del conductor instalado.

ARTICULO 368

ELECTRODUCTOS O DUCTOS CON BARRAS (BUSWAY)

A. Generalidades

368-1. Alcance. Este Artículo trata de los electroductos o ductos con barras de la acometida, de los alimentadores y de los circuitos derivados, y accesorios asociados.

368-2. Definición.

Electroductos o ductos con barras. Envolvente metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados montados en fábrica, que generalmente suelen ser barras, varillas o tubos de cobre o de aluminio.

NOTA: Véase el Artículo 370 en relación con el ensamble de canalizaciones prealambradas.

B. Instalación

368-10. Usos permitidos. Se permitirá instalar electroductos o ductos con barras (busway) si están localizadas de acuerdo con (a) hasta (c) siguientes.

a) Visibles. Se permitirán electroductos instalados en lugares abiertos y visibles, excepto lo permitido en (c) siguiente.

b) Detrás de los paneles de acceso. Se permitirá la instalación de electroductos detrás de paneles de acceso, siempre y cuando dichos electroductos o ductos con barras estén totalmente encerrados, su construcción sea del tipo sin ventilación, y estén instalados de manera que las uniones entre las secciones y en los accesorios sean accesibles para propósitos de mantenimiento.

Cuando están instalados detrás de paneles de acceso, se deben proporcionar medios de acceso, y se debe cumplir una de las siguientes condiciones:

(1) El espacio detrás de los paneles de acceso no se debe usar para propósitos de ventilación.

(2) Cuando el espacio detrás de los paneles de acceso se utilice para ventilación, diferente de ductos y plenums, no debe haber conexiones de enchufar y los conductores deben estar aislados.

c) A través de paredes y pisos. Se permitirá la instalación de electroductos o ductos con barras a través de paredes o pisos de acuerdo con las secciones (c)(1) y (c)(2) siguientes.

1) Paredes. Se permitirá pasar tramos continuos de electroductos o ductos con barras a través de paredes secas.

2) Pisos. Las penetraciones en el piso deben cumplir con (a) y (b).

a. Se permitirá extender verticalmente electroductos o ductos con barras a través de pisos secos si están totalmente encerradas (sin ventilar) cuando pasan y tengan una distancia mínima de 1.80 metros sobre el piso, para que queden debidamente protegidas contra daños físicos.

b. En instalaciones diferentes de las industriales, en donde un tramo vertical penetra dos o más pisos secos, se debe colocar un reborde de mínimo 10 centímetros de alto alrededor de todas las aberturas del piso para impedir el ingreso de líquidos a las secciones verticales de los electroductos o ductos con barras. El reborde se debe instalar a una distancia no mayor de 30 centímetros de la abertura del piso. El equipo eléctrico se debe localizar de manera que no sufra daño por los líquidos que quedan retenidos por el reborde.

NOTA: Véase 300-21, para información concerniente a la propagación del fuego o de los productos de la combustión.

368-12. Usos no permitidos.

a) Daño físico. No se deben instalar electroductos o ductos con barras donde estén expuestas a daños físicos graves o a vapores corrosivos.

b) Fosos de ascensores. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en fosos de ascensores.

c) Lugares peligrosos. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en cualquier lugar peligroso (clasificado) a menos que estén aprobados específicamente para ese uso.

NOTA: Véase 501-10(b).

d) Lugares mojados. No se deben instalar electroductos o ductos con barras en espacios exteriores ni en lugares húmedos o mojados, a menos que estén identificadas para ese uso.

e) Plataforma de trabajo. Los electroductos o ductos con barras para alumbrado y para troles no se deben instalar a menos de 2.50 metros sobre el piso o la plataforma de trabajo, a no ser que estén dotados con una cubierta identificada para ese fin.

368-17. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente se debe proporcionar de acuerdo con (a) hasta (d) siguientes.

a) Valor nominal de protección contra sobrecorriente – Alimentadores. Los electroductos o ductos con barras deben estar protegidos contra sobrecorrientes, de acuerdo con la corriente nominal permisible de los electroductos o ductos con barras.

Excepción 1: Se permitirán las disposiciones aplicables de 240-4.

Excepción 2: Cuando se usan como enlaces del secundario del transformador, se permitirán las disposiciones de 450-6(a)(3).

b) Reducción de la ampacidad de electroductos o ductos con barras. Se exigirá protección contra sobrecorriente cuando se reduzca la ampacidad de los electroductos o ductos con barras.

Excepción: Sólo en establecimientos industriales se permitirá suprimir la protección contra sobrecorriente en los puntos en los que los electroductos o ductos con barras tengan una reducción de ampacidad, siempre y cuando la longitud de los electroductos o ductos con barras con menor ampacidad no exceda 15.00 metros y esa ampacidad sea como mínimo igual a la tercera parte del valor nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente inmediatamente anterior en la línea y si además dichos electroductos o ductos con barras no están en contacto con material combustible.

c) Alimentadores o circuitos derivados. Cuando se utilicen electroductos o ductos con barras como alimentador, los dispositivos o conexiones enchufables para las derivaciones del alimentador o circuitos derivados desde los electroductos o ductos con barras deben contener los dispositivos de sobrecorriente exigidos para la protección del alimentador o del circuito derivado. El dispositivo enchufable debe constar de un interruptor automático o un interruptor con fusibles que se pueda accionar desde el exterior. Cuando estos dispositivos se monten fuera de alcance, y contengan medios de desconexión, se deben instalar medios adecuados como cuerdas, cadenas o pértigas que permitan accionar el medio de desconexión desde el piso.

Excepción 1: Lo que se permite en 240-21.

Excepción 2: En luminarias fijas o semifijas, cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado forme parte de la clavija del cordón de la luminaria, en las luminarias conectadas con cordón.

Excepción 3: Cuando las luminarias sin cordón estén conectadas directamente al electroducto o ducto con barras y el dispositivo de sobrecorriente esté montado en la luminaria.

d) Valor nominal de protección contra sobrecorriente –Circuitos derivados. Electroductos o ductos con barras usados como circuito derivado se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con 210-20.

368-30. Soportes. Los electroductos o ductos con barras se deben soportar y asegurar a intervalos no mayores a 1.50 metros, a no ser que estén diseñadas y marcadas para otras distancias.

368-56. Circuitos derivados desde electroductos o ductos con barras. Se permitirá instalar circuitos derivados desde electroductos o ductos con barras de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

a) Generalidades. Se permitirá que los circuitos derivados desde electroductos o ductos con barras usen cualquiera de los siguientes métodos de alambrado:

(1) Cable armado tipo AC

(2) Cable blindado MC

(3) Cable con cubierta metálica y aislamiento mineral MI

(4) Tubo conduit metálico semipesado IMC

(5) Tubo conduit metálico pesado RMC

(6) Tubo conduit metálico flexible FMC

(7) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos LFMC

(8) Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo PVC

(9) Tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC

(10) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos LFNC

(11) Tubo conduit metálico ligero EMT

(12) Tubo conduit no metálico ENT

(13) Electroductos o ductos con barras

(14) Canalizaciones tipo vigueta

(15) Canalizaciones metálicas superficiales

(16) Canalizaciones no metálicas superficiales

Cuando se usa un conductor de puesta a tierra de equipos independientes, la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos a los electroductos o ductos con barras debe cumplir lo especificado en 250-8 y 250-12.

b) Ensambles de cordón y cable. Se permitirá usar ensambles de cordón y cable adecuados y aprobados para trabajo rudo o extra rudo y de cables de bajada aprobados, como derivados desde electroductos o ductos con barras para la conexión de equipo portátil o para la conexión de equipo fijo para facilitar su reemplazo, de acuerdo con 400-7 y 400-8 y con las siguientes condiciones:

(1) El cordón o cable debe estar unido al edificio por medios aprobados.

(2) La longitud del cordón o cable desde un dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras hasta un dispositivo adecuado de soporte y liberación de tensión, no debe exceder 1.80 metros.

(3) El cordón o cable se debe instalar como un tramo vertical desde el dispositivo de soporte y liberación de tensión hasta el equipo alimentado.

(4) En las terminaciones del cordón o cable, tanto en el dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras como en el equipo, se deben instalar abrazaderas para aliviar la tensión mecánica sobre el cable.

Excepción para b)(2): Sólo en instalaciones industriales, si las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente atienden la instalación personas calificadas, se permitirá utilizar tramos de más de 1.80 metros entre el dispositivo de conexión enchufable de los electroductos o ductos con barras y el dispositivo de soporte y liberación de tensión, si el cordón o cable está soportado a intervalos no superiores a 2.50 metros.

c) Circuitos derivados de electroductos o ductos con barras tipo trole. Se permitirá usar ensambles adecuados de cordones y cables aprobados para trabajo rudo o extra rudo y de cables de bajada aprobados, como derivados desde electroductos o ductos con barras tipo trole para la conexión de equipos móviles, de acuerdo con 400-7 y 400-8.

368-58. Remates. Los remates de los electroductos o ductos con barras deben estar cerrados.

368-60. Puesta a tierra. Los electroductos o ductos con barras se deben conectar a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o a un conductor puesto a tierra cuando así lo exija o lo permita 250-92(b)(1) o 250-142.

C. Construcción

368-120. Marcado. Los electroductos (busway) deben estar marcados con la corriente y tensión para los que están diseñados y con el nombre del fabricante o marca comercial, de manera que queden visibles después de su instalación.

D. Requisitos para tensiones superiores a 600 volts

368-214. Estructuras adyacentes y de soporte. Los electroductos o ductos con barras con envolvente metálico se deben instalar de modo que el aumento de temperatura, producido por corrientes circulantes inducidas en cualquier elemento metálico adyacente, no sea peligroso para las personas ni constituya un riesgo de incendio.

368-234. Barreras y sellos.

a) Sellos de vapor. Los tramos de electroductos o ductos con barras con secciones localizadas en el interior y en el exterior de un edificio, deben llevar en la pared del edificio un sello de vapor que impida el intercambio de aire entre las secciones del interior y del exterior.

Excepción: No se exigirán sellos de vapor en electroductos o ductos con barras con enfriamiento forzado.

b) Barreras cortafuegos. Deben instalarse barreras cortafuegos cuando se penetren paredes, pisos o plafones.

NOTA: Véase 300-21, para información concerniente a la propagación del fuego o de los productos de la combustión.

368-236. Instalaciones para drenaje. Se deben instalar tapones de drenaje, filtros de drenaje o métodos similares adecuados para eliminar, desde las partes bajas de un tramo de los electroductos o ductos con barras, la humedad que se condense.

368-237. Envolvente ventilado para electroductos o ductos con barras. Los envolventes ventilados para electroductos o ductos con barras se deben instalar de acuerdo con el Artículo 110 Parte C, y 490-24.

368-238. Terminales y conexiones. Cuando los envolventes de los electroductos o ductos con barras terminen en máquinas enfriadas por gases inflamables, se deben instalar pasacables sellantes, deflectores u otros medios que eviten la acumulación de gases inflamables dentro de los envolventes de los electroductos o ductos con barras.

Todos los herrajes de terminación y conexión de los conductores deben ser accesibles para su instalación, conexión y mantenimiento.

368-239. Interruptores. Los dispositivos de interrupción o eslabones de desconexión instalados en una trayectoria de electroductos o ductos con barras deben tener el mismo valor de corriente instantánea que los electroductos o ductos con barras. Los eslabones de desconexión deben estar marcados claramente para especificar que sólo se puedan quitar cuando las barras conductoras estén desenergizadas. Los dispositivos de interrupción que no sean de desconexión con carga deben estar enclavados para evitar su operación bajo carga y los envolventes de los eslabones de desconexión deben estar enclavados para evitar el acceso a partes energizadas.

368-240. Instalaciones de 600 volts o menos. Los dispositivos de control y el alambrado del secundario que se suministren como parte de tramos de electroductos o ductos con barras con envolvente metálico, se deben aislar de todos los elementos del circuito del primario mediante barreras retardantes del fuego, exceptuando los tramos cortos de alambre, tales como los terminales de los transformadores para instrumentos.

368-244. Accesorios de expansión. Se deben instalar conexiones flexibles o de expansión en tramos largos y rectos de los electroductos o ductos con barras, para permitir la expansión o la contracción debida a la temperatura, o cuando el tendido de electroductos o ductos con barras crucen las juntas de aislamiento contra la vibración del edificio.

368-258. Conductor del neutro. La barra conductora del neutro, cuando se requiere, se debe dimensionar para que transporte toda la corriente de carga del neutro, incluidas las corrientes armónicas, y debe tener un valor nominal de corriente instantánea y de cortocircuito, consistente con los requisitos del sistema.

368-260. Puesta a tierra. Los electroductos o ductos con barras deben ser puestos a tierra.

368-320. Marcado. Cada tramo de electroducto o ducto con barras debe tener una placa permanente de identificación que contenga la siguiente información:

(1) Tensión nominal.

(2) Corriente nominal continua; si las barras conductoras son enfriadas por ventilación forzada, se deben indicar las dos, tanto el valor nominal con ventilación forzada, como el valor nominal de auto enfriado (sin enfriamiento forzado) para el mismo incremento de temperatura.

(3) Frecuencia nominal.

(4) Tensión nominal de impulso.

(5) Tensión nominal de impulso a 60 hertz (en seco).

(6) Corriente nominal instantánea.

(7) Nombre del fabricante o la marca comercial.

ARTICULO 370

CANALIZACIONES PREALAMBRADAS

370-1. Alcance. Este Artículo trata del uso y la instalación de canalizaciones prealambradas y accesorios asociados.

370-2. Definición.

Canalizaciones prealambradas. Ensamble de conductores aislados con accesorios y terminaciones de conductores, dentro de una caja metálica protectora, totalmente cerrada y ventilada. Las canalizaciones prealambradas son normalmente ensambladas en el punto de instalación, a partir de componentes suministrados o especificados por el fabricante y de acuerdo con las instrucciones para cada trabajo específico. Este ensamble está diseñado para transportar la corriente de falla y para soportar las fuerzas magnéticas que crea dicha corriente.

370-3. Uso. Se permitirá utilizar canalizaciones prealambradas aprobadas, a cualquier tensión o corriente para la que estén clasificados los conductores separados, y sólo en instalaciones visibles, excepto lo permitido en 370-6. Las canalizaciones prealambradas instaladas en exteriores o en lugares corrosivos, húmedos o mojados deben estar identificadas para dicho uso. No se deben instalar canalizaciones prealambradas en fosos de ascensores ni en lugares peligrosos (clasificados) a menos que estén específicamente aprobados para esos usos. Se permitirá utilizar canalizaciones prealambradas para alimentadores, circuitos derivados y acometidas.

Se permitirá utilizar la envolvente de canalizaciones prealambradas, cuando esté unida, para usarse como conductor de puesta a tierra de equipos en alimentadores y circuitos derivados.

370-4. Conductores.

a) Tipos de conductores. Los conductores portadores de corriente de canalizaciones prealambradas deben tener un aislamiento nominal de 75 °C o mayor, y deben ser de un tipo aprobado y adecuado para la aplicación correspondiente.

b) Ampacidad de los conductores. La ampacidad de los conductores en canalizaciones prealambradas deben estar de acuerdo con las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19), o con las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70) para instalaciones de más de 600 volts.

c) Tamaño y número de conductores. El tamaño y número de los conductores deben corresponder a los valores de diseño de la canalización prealambrada, y en ningún caso deben ser menores a 53.5 mm^2 (1/0 AWG).

d) Soportes de los conductores. Los conductores aislados deben estar soportados por bloques u otros medios de montaje diseñados para ese propósito. Los conductores individuales en una canalización prealambrada deben estar soportados a intervalos no superiores a 90 centímetros en tramos horizontales, y 45 centímetros en tramos verticales. La separación horizontal y vertical entre los conductores soportados no debe ser menor al diámetro de un conductor en los puntos de soporte.

370-5. Protección contra sobrecorriente. Las canalizaciones prealambradas deben estar protegidas contra sobrecorriente, de acuerdo con la ampacidad permisible de los conductores de la canalización prealambrada, de acuerdo con 240-4.

Excepción: Se permitirá instalar la protección contra sobrecorriente de acuerdo con 240-100 y 240-101 para más de 600 volts.

370-6. Soportes y extensiones a través de paredes y pisos.

a) Soporte. La canalización prealambrada debe estar soportada firmemente a intervalos no superiores a 3.70 metros.

Excepción: Cuando se necesiten espaciamientos de más de 3.70 metros, la estructura debe estar diseñada específicamente para la longitud de espaciamiento requerida.

b) Tendido transversal. Se permitirá prolongar las canalizaciones prealambradas transversalmente a través de paredes o divisiones que no sean cortafuegos, siempre que la sección dentro de la pared sea continua, esté protegida contra daños físicos y no esté ventilada.

c) A través de pisos secos y plataformas. Excepto cuando se requieran cortafuegos, se permitirá prolongar verticalmente la canalización prealambrada a través de pisos secos y plataformas, siempre que la canalización prealambrada esté totalmente encerrada en el punto donde pasa a través del piso o plataforma, y por una distancia de 1.80 metros por encima del piso o plataforma.

d) A través de pisos y plataformas en lugares mojados. Excepto cuando se requieran cortafuegos, se permitirá prolongar verticalmente la canalización prealambrada a través de pisos y plataformas en lugares mojados siempre que:

(1) Haya rebordes u otros medios adecuados para impedir el flujo de agua a través de la abertura del piso o de la plataforma y

(2) Que la canalización prealambrada esté totalmente encerrada en el punto donde pasa el piso o plataforma, y por una distancia de 1.80 metros por encima del piso o plataforma.

370-7. Accesorios. Un sistema de canalizaciones prealambradas debe incluir los accesorios aprobados para:

(1) Cambios de dirección horizontal o vertical.

(2) Remates.

(3) Las terminaciones dentro de, o sobre, los aparatos o equipos conectados, o los envolventes de dichos equipos.

(4) Protección física adicional cuando sea necesaria, como por ejemplo protectores, cuando estén expuestos a daños físicos graves.

370-8. Terminales de los conductores. Para las conexiones a los conductores de canalizaciones prealambradas se deben usar medios de terminación aprobados.

370-9. Puesta a tierra. Una instalación con canalizaciones prealambradas debe ser puesta a tierra y unida de acuerdo con el Artículo 250, exceptuando lo establecido en la Excepción 2 de 250-86.

370-10. Marcado. Cada sección de canalización prealambrada debe ir marcada con el nombre del fabricante o designación comercial y el diámetro máximo, número, tensión y ampacidad de los conductores que se van a instalar. Las marcas deben estar situadas de modo que queden visibles después de la instalación.

ARTICULO 372

CANALIZACIONES EN PISOS CELULARES DE CONCRETO

372-1. Alcance. Este Artículo trata de las canalizaciones en pisos celulares de concreto, los espacios huecos en los pisos construidos con baldosas celulares prefabricadas de concreto, junto con los accesorios metálicos apropiados diseñados para permitir el acceso a las celdas del piso.

372-2. Definiciones.

Cabezal. Canalización metálica transversal para conductores eléctricos que da acceso a celdas predeterminadas de un piso celular prefabricado de concreto, permitiendo así el tendido de los conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas del piso.

Celda. Espacio único, tubular y encerrado en un piso hecho de baldosas celulares prefabricadas de concreto, en donde la dirección de la celda es paralela a la dirección del elemento del piso.

372-4. Usos no permitidos. No se deben instalar conductores en canalizaciones en pisos celulares prefabricados de concreto como sigue:

(1) Cuando estén expuestos a vapores corrosivos.

(2) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(3) En garajes comerciales, excepto para alimentación de salidas en el plafón o extensiones al área por debajo del piso, pero no por encima.

NOTA: Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

372-5. Cabezal. El cabezal se debe instalar en línea recta y perpendicular a las celdas. El cabezal se debe asegurar mecánicamente a la parte superior del piso celular prefabricado de concreto. Las juntas de los extremos se deben cerrar con un accesorio metálico de cierre y sellar para impedir la entrada de concreto. El cabezal debe ser continuo eléctricamente en toda su longitud y debe estar unido eléctricamente al envolvente del centro de distribución.

372-6. Conexión con gabinetes y otros envolventes. La conexión desde los cabezales a los gabinetes y otros envolventes se debe hacer por medio de canalizaciones metálicas aprobadas y accesorios aprobados.

372-7. Cajas de empalme. Las cajas de empalme deben estar a nivel con el piso y selladas para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalme deben ser de metal y tener continuidad mecánica y eléctrica con los cabezales.

372-8. Marcadores. Se debe instalar un número adecuado de marcadores para la localización futura de las celdas.

372-9. Insertos. Los insertos se deben nivelar con el piso y sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos deben ser metálicos y se deben equipar con contactos de tipo puesto a tierra. Un conductor de puesta a tierra debe conectar los contactos del inserto a una conexión positiva de puesta a tierra sumistrada en el cabezal. Cuando se corten las paredes de la celda para colocar los insertos o para otros propósitos (por ejemplo, para proporcionar aberturas de acceso entre el cabezal y las celdas), no se permitirá que queden trocitos de concreto ni otra suciedad en la canalización, y se deben utilizar herramientas diseñadas para prevenir que entren a la celda y dañen los conductores.

372-10. Tamaño de los conductores. No se deben instalar conductores de tamaño mayor al 53.5 mm^2 (1/0 AWG).

372-11. Número máximo de conductores. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores o cables no debe exceder el 40 por ciento del área de la sección transversal de la celda o cabezal.

372-12. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en las cajas de empalme. Un conductor continuo que conecta las salidas individuales, no es un empalme o una derivación.

372-13. Salidas descontinuadas. Cuando una salida sea abandonada, descontinuada o removida, las secciones de los conductores del circuito que alimentan a la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, como sería el caso de salidas abandonadas en los alambrados en anillo.

372-17. Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de la ampacidad indicados en 310-15(b)(3) a los conductores instalados en las canalizaciones en los pisos celulares de concreto.

ARTICULO 374

CANALIZACIONES EN PISOS METALICOS CELULARES

374-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos de instalación y uso de las canalizaciones en pisos metálicos celulares.

374-2. Definiciones.

Canalización en piso metálico celular. Espacios huecos de los pisos metálicos celulares, junto con los accesorios adecuados, que pueden ser aprobadas como envolventes para conductores eléctricos.

Cabezal. Canalización transversal para conductores eléctricos que da acceso a celdas predeterminadas de un piso metálico celular, permitiendo así el tendido de los conductores eléctricos desde un centro de distribución hasta las celdas.

Celda. Espacio único, tubular y encerrado en un elemento de un piso metálico celular, siendo el eje de la celda paralelo al eje del elemento del piso metálico.

374-3. Usos no permitidos. No se deben instalar conductores eléctricos en canalizaciones de pisos metálicos celulares como sigue:

(1) Cuando estén expuestos a vapores corrosivos.

(2) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(3) En garajes comerciales, excepto para la alimentación de salidas en el plafón o extensiones al área por debajo del piso, pero no por encima.

NOTA: Para la instalación de conductores con otros sistemas, véase 300-8.

A. Instalación

374-4. Tamaño de los conductores. No se deben instalar conductores de tamaño mayor al 53.5 mm^2 (1/0 AWG).

374-5. Número máximo de conductores en una canalización. La suma de las secciones transversales de todos los conductores o cables no debe exceder el 40 por ciento de la sección transversal interior de la celda o cabezal.

374-6. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las unidades de acceso a los cabezales o en las cajas de empalme.

Para los fines de esta sección, no se debe considerar que un conductor continuo que conecta las salidas individuales sea un empalme o una derivación.

374-7. Salidas descontinuadas. Cuando una salida está abandonada, se descontinúe o se remueva, las secciones de los conductores del circuito que alimentan la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, tal como sería el caso de las salidas abandonadas en alambrados en anillo

374-8. Marcadores. Se debe instalar un número adecuado de marcadores para la localización de las celdas en el futuro.

374-9. Cajas de empalme. Las cajas de empalmes deben estar a nivel con el piso y se deben sellar para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalmes que se utilicen con estas canalizaciones deben ser metálicas y deben tener continuidad eléctrica con la canalización.

374-10. Insertos. Los insertos deben estar a nivel con el piso y se deben sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados deben ser metálicos y deben tener continuidad eléctrica con la canalización. Cuando se corten las paredes de la celda y se coloquen los insertos, no se permitirá que queden en la canalización rebabas ni otra suciedad y se deben utilizar herramientas diseñadas para impedir su ingreso a la canalización y que dañen los conductores.

374-11. Conexiones desde las celdas hasta los gabinetes y extensiones. Las conexiones entre las canalizaciones y los centros de distribución y las salidas de pared se deben hacer por medio de tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit metálico flexible cuando no se instalan en concreto, tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero o accesorios aprobados.

Cuando existen disposiciones para la terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos, se permitirá utilizar tubo conduit no metálico, tubo conduit no metálico tipo ENT o tubo conduit flexible hermético a los líquidos. Cuando se instala en concreto, el tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos debe estar aprobado y marcado para directamente enterrado.

NOTA: El tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y el tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos adecuados para instalación en concreto, están aprobados y marcados para directamente enterrado.

374-17. Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de la ampacidad indicados en 310-15(b)(3) a los conductores instalados en canalizaciones en pisos metálicos celulares.

B. Especificaciones de construcción

374-100. General. Las canalizaciones en pisos metálicos celulares deben estar construidas de modo que se asegure la adecuada continuidad eléctrica y mecánica de todo el sistema, y deben brindar un envolvente completo para los conductores. Las superficies interiores deben estar libres de rebabas y bordes cortantes y las superficies sobre las que se tiendan los conductores deben ser lisas. Cuando los conductores atraviesen la canalización, se deben instalar pasacables o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados.

ARTICULO 376

DUCTOS METALICOS

A. Generalidades

376-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para ductos metálicos y accesorios asociados.

376-2. Definición.

Ductos metálicos. Canales de lámina metálica con cubierta abisagrada o removible, para albergar y proteger alambres y cables eléctricos y en las cuales se instalan los conductores después que el ducto ha sido instalado como un sistema completo.

B. Instalación

376-10. Usos permitidos. El uso de los ductos metálicos se permitirá como a continuación se indica:

(1) En instalaciones visibles.

(2) En cualquier lugar peligroso (clasificado), tal como lo permiten otros Artículos de esta NOM.

(3) En lugares mojados donde los ductos estén aprobados para este propósito.

(4) En espacios ocultos como extensiones que pasan transversalmente a través de paredes, si la longitud que cruza la pared es continua. El acceso a los conductores se debe mantener en ambos lados de la pared.

376-12. Usos no permitidos. Los ductos metálicos no se deben usar:

(1) Cuando están sometidos a daños físicos graves.

(2) Cuando están sometidos a ambientes corrosivos.

376-21. Tamaño de los conductores. En ningún ducto se deben instalar conductores de mayor tamaño que el de diseño del ducto.

376-22. Número de conductores y ampacidad. El número de conductores y su ampacidad deben cumplir lo establecido en (a) y (b).

a) Area de la sección transversal del ducto. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal del ducto, no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización.

b) Factores de ajuste. Los factores de ajuste especificados en 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente cuando el número de conductores portadores de corriente, incluyendo los conductores del neutro clasificados como portadores de corriente de acuerdo con 310-15(b)(5) es mayor a 30. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador, entre un motor y su arrancador, y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar como conductores portadores de corriente.

376-23. Conductores aislados. Los conductores aislados instalados en un ducto metálico deben cumplir lo estipulado en (a) y (b).

a) Conductores aislados doblados. Cuando dentro de un ducto metálico se doblen conductores aislados, ya sea en sus extremos o en el lugar en donde el conduit, los accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan del ducto metálico, o en donde la dirección del ducto metálico cambia de dirección más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes a un alambre por cada terminal de la Tabla 312-6(a).

b) Ductos metálicos usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados de 21.2 mm^2 (4 AWG) o más grandes se jalen a través de un ducto, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que alojan el mismo conductor no debe ser menor a la exigida en 314-28(a)(1) para jalados rectos y en 314-28(a)(2) para jalados en ángulo.

Cuando se transponga el tamaño de los cables con el tamaño de una canalización, se debe usar la canalización con la mínima designación métrica (tamaño comercial) que se requiere para el número y el tamaño de los conductores en el cable.

376-30. Sujeción y soporte. Los ductos se deben soportar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Soporte horizontal. Cuando se extiendan horizontalmente, los ductos se deben soportar en cada extremo y a intervalos no mayores de 1.50 metros, o para tramos individuales de más de 1.50 metros, en cada extremo o unión, a menos que estén aprobados para otros intervalos de soporte. La distancia entre los soportes no debe ser mayor de 3.00 metros.

b) Soporte vertical. Los tramos verticales de ducto deben sujetarse y asegurarse a intervalos no mayores de 4.50 metros y no debe haber más de una unión entre soportes. Las secciones de ductos adyacentes deben sujetarse y asegurarse de modo que se proporcione una unión rígida.

376-56. Empalmes, derivaciones y bloques de distribución.

a) Empalmes y derivaciones. Se permitirán derivaciones y empalmes dentro de un ducto, siempre y cuando sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área del ducto en ese punto.

b) Bloques de distribución.

1) Instalación. Los bloques de distribución instalados en ductos metálicos deben estar aprobados.

2) Tamaño del envolvente. Además de los requisitos de espacio para el alambrado de 376-56(a), el bloque de distribución se debe instalar en un ducto cuyas dimensiones no sean menores a las que se especifican en las instrucciones de instalación del bloque de distribución de potencia.

3) Espacio para el doblado de los alambres. El espacio para doblar los alambres en las terminales del bloque de distribución debe cumplir con lo estipulado en 312-6(b).

4) Partes vivas. Los bloques de distribución no deben tener partes vivas sin aislar expuestas dentro del ducto, se instale o no la cubierta del ducto.

376-58. Remates. Los remates de ductos metálicos se deben cerrar.

376-70. Extensiones desde ducto metálico. Las extensiones desde ductos metálicos se deben hacer mediante cordones colgantes instalados de acuerdo con 400-10, o cualquier método de alambrado del Capítulo 3 que incluya un medio para la puesta a tierra de los equipos. Cuando se utilice un conductor independiente de puesta a tierra de equipos, la conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos en el método de alambrado al ducto, debe cumplir lo establecido en 250-8 y 250-12.

C. Especificaciones de construcción

376-100. Construcción.

a) Continuidad eléctrica y mecánica. Los ductos se deben construir e instalar de manera tal que se garantice la continuidad eléctrica y mecánica del sistema completo.

b) Construcción sólida. Los ductos deben estar construidos sólidamente y deben ofrecer un envolvente completo a los conductores contenidos en ellos. Todas las superficies, tanto internas como externas, deben estar adecuadamente protegidas contra la corrosión. Las uniones de las esquinas deben ser herméticas y, cuando el ensamble se sujete mediante pernos, tornillos o remaches, dichos elementos deben estar separados a una distancia no mayor a 30 centímetros.

c) Bordes lisos y redondeados. Se deben instalar pasacables, blindajes o accesorios adecuados con bordes lisos y redondeados cuando los conductores pasen entre ductos, a través de divisiones, alrededor de curvas, entre ductos y gabinetes o cajas de empalme y en todos los demás lugares donde sea necesario para prevenir la abrasión del aislamiento de los conductores.

d) Cubiertas. Las cubiertas deben sujetarse y asegurarse al ducto.

376-120. Marcado. Los ductos metálicos se deben marcar de modo que después de su instalación sea visible el nombre del fabricante o marca comercial.

ARTICULO 378

DUCTOS NO METALICOS

A. Generalidades

378-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para ductos no metálicos y accesorios asociados.

378-2. Definición.

Ductos no metálicos. Canales no metálicos, retardantes a la llama, con cubierta removible, para albergar y proteger alambres y cables eléctricos, y en las cuales se instalan los conductores después de que el ducto ha sido instalado como un sistema completo.

378-6. Requisitos de aprobado. Los ductos no metálicos y los accesorios asociados deben estar aprobados.

B. Instalación

378-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de ductos no metálicos en los siguientes casos:

(1) Sólo en instalaciones visibles, excepto como se permite en 378-10(4).

(2) Cuando estén sometidos a ambientes corrosivos y están identificadas para ese uso.

(3) En lugares mojados, cuando estén aprobados para ese fin.

NOTA: El frío extremo puede causar que los ductos no metálicos se vuelvan quebradizos y, por lo tanto, más susceptibles al daño por contacto físico.

Como extensiones para pasar transversalmente a través de paredes, si el tramo que atraviesa la pared es continuo. El acceso a los conductores se debe mantener en ambos lados de la pared.

378-12. Usos no permitidos. No se deben utilizar ductos no metálicos en los siguientes casos:

(1) Cuando estén sujetos a daños físicos.

(2) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(3) Cuando estén expuestos a la luz solar, a no ser que estén aprobados y marcados como adecuados para ese uso.

(4) Cuando estén sometidos a temperaturas ambientes distintas de aquellas para las cuales están aprobados los ductos.

(5) Con conductores cuyos límites de temperatura de aislamiento superen aquellos para los cuales el ducto no metálico está aprobado.

378-21. Tamaño de los conductores. En el ducto no metálico no se debe instalar ningún conductor de tamaño mayor que aquel para el cual se ha diseñado el ducto no metálico.

378-22. Número de conductores. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en cualquier sección transversal de un ducto no metálico, no debe exceder el 20 por ciento del área de la sección transversal interior del ducto no metálico. Los conductores para circuitos de señalización o los conductores del controlador entre un motor y su arrancador, y que son usados sólo para el trabajo de arranque no se deben considerar como conductores portadores de corriente.

Se les debe aplicar los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a), a los conductores portadores de corriente que lleguen hasta e incluyendo el 20 por ciento de ocupación indicado arriba.

378-23. Conductores aislados. Los conductores aislados instalados en ducto no metálico deben cumplir con lo estipulado en 378-23(a) y (b).

a) Conductores aislados doblados. Cuando dentro de un ducto no metálico se doblen conductores aislados, ya sea en sus extremos o donde el conduit, accesorios u otras canalizaciones o cables entren o salgan de ducto no metálico, o en donde la dirección del ducto no metálico cambie de dirección más de 30°, se deben aplicar las dimensiones correspondientes a un alambre por cada terminal de la Tabla 312-6(a).

b) Ductos no metálicos usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados de 21.2 mm^2 (4 AWG) o más grandes se jalen a través de un ducto, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que alojan el mismo conductor no debe ser menor a la exigida en 314-28(a)(1) para jalados rectos, y en 314-28(a)(2) para jalados en ángulo. Cuando se transponga el tamaño de los cables con el del tamaño de una canalización, se debe usar la canalización con la mínima designación métrica (tamaño comercial) que se requiere para el número y el tamaño de los conductores en el cable.

378-30. Sujeción y soporte. Los ductos no metálicos se deben soportar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

a) Soporte horizontal. Cuando se extiendan horizontalmente, los ductos no metálicos se deben soportar a intervalos no mayores de 90 centímetros, y en cada extremo o unión, a menos que estén aprobados para otros intervalos de soporte. En ningún caso la distancia entre los soportes debe exceder de 3.00 metros.

b) Soporte vertical. Los tramos verticales de ductos no metálicos se deben soportar y asegurar a intervalos no mayores de 1.20 metros, a menos que estén aprobados para otros intervalos de soporte, y no debe haber más de una unión entre soportes. Las secciones de ductos no metálicos adyacentes se deben soportar y asegurar entre sí para proporcionar una unión rígida.

378-44. Accesorios de expansión. Cuando en un tramo recto se espera que el cambio en la longitud sea de 6 milímetros o más, se deben suministrar accesorios de expansión para ductos no metálicos para compensar la expansión y contracción térmicas.

NOTA: Para las características de expansión del tubo conduit de PVC, véase la Tabla 352-44. Las características de expansión de los ductos no metálicos de PVC son idénticas.

378-56. Empalmes y derivaciones. Se permitirán empalmes y derivaciones dentro de un ducto no metálico, siempre y cuando sean accesibles. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área del ducto no metálico en ese punto.

378-58. Remates. Los remates de ductos no metálicos se deben cerrar usando accesorios aprobados.

378-60. Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra del equipo en el ducto no metálico. No se exigirá un conductor separado de puesta a tierra del equipo si el conductor puesto a tierra se usa para poner a tierra los equipos, como lo permite 250-142.

378-70. Extensiones desde los ductos no metálicos. Las extensiones desde los ductos no metálicos se deben hacer con cordones colgantes o cualquier método de alambrado del Capítulo 3. En cualquiera de los métodos de alambrado usados para la extensión, se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra de los equipos, o se debe hacer una conexión de puesta a tierra por cualquiera de los métodos de alambrado usados para la extensión.

C. Especificaciones de construcción

378-120. Marcado. Los ductos no metálicos deben estar marcados de modo que después de su instalación se vea claramente el nombre del fabricante o marca comercial y el área de la sección transversal interior en milímetros cuadrados. Se permitirá marcarlo como de humo limitado sobre los ductos no metálicos cuando poseen características de producción limitada de humo.

ARTICULO 380

ENSAMBLE MULTICONTACTO

A. Generalidades

380-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos de uso e instalación para los ensambles con múltiples salidas.

NOTA: Véase la definición del ensamble con múltiples salidas en el Artículo 100.

B. Instalación

380-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de un ensamble con múltiples salidas en lugares secos.

380-12. Usos no permitidos. No se debe instalar un ensamble con múltiples salidas en las siguientes condiciones:

(1) Si están ocultos, pero se permitirá rodear la parte posterior y los laterales de un ensamble metálico con múltiples salidas con el acabado del edificio o empotrar un ensamble no metálico con múltiples salidas en un zócalo.

(2) Cuando estén sometidos a daños físicos severos.

(3) Cuando la tensión entre conductores sea de 300 volts o más, a no ser que el ensamble sea de metal y tenga un espesor no menor a 1.02 milímetros.

(4) Cuando están sometidos a vapores corrosivos.

(5) En fosos de ascensores.

(6) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

380-23. Conductores aislados. Para los ensambles con múltiples salidas ensamblados en sitio, los conductores aislados deben cumplir con (a) y (b) siguientes.

a) Conductores aislados doblados. Cuando los conductores aislados son doblados dentro de un ensamble con múltiples salidas, ya sea en los extremos o donde los tubos conduits, accesorios u otras canalizaciones o cables entran o salen del ensamble con múltiples salidas, o donde del ensamble con múltiples salidas cambia de dirección más de 30°, aplicarán las dimensiones correspondientes a un alambre por terminal en la Tabla 312-6(a).

b) Ensambles con múltiples salidas usados como cajas de paso. Cuando los conductores aislados de 21.2 mm^2 (4 AWG) o más grandes se jalen a través de un ensamble con múltiples salidas, la distancia entre las entradas de la canalización y del cable que alojan el mismo conductor no debe ser menor a la exigida en 314-28(a)(1) para jalados rectos y en 314-28(a)(2) para jalados en ángulo. Cuando se transponga el tamaño de los cables con el del tamaño de una canalización, se debe usar la canalización con la mínima designación métrica (tamaño comercial) que se requiere para el número y el tamaño de los conductores en el cable.

380-76. Ensambles metálicos con múltiples salidas a través de divisiones secas. Se permitirá extender un ensamble metálico con múltiples salidas a través de divisiones secas (pero no tenderlo en el interior de los mismos), si se instala de modo que se pueda quitar la tapa o la cubierta de todas las partes expuestas y ninguna salida se localice en el interior de las divisiones.

ARTICULO 382

EXTENSIONES NO METALICAS

A. Generalidades

382-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para las extensiones no metálicas.

382-2. Definiciones.

Extensión no metálica ocultable. Ensamble aprobado de dos, tres o cuatro conductores aislados de circuito dentro de una cubierta no metálica, una cubierta termoplástica extruida o una cubierta no metálica sellada. La clasificación incluye las extensiones superficiales proyectadas para montaje directo sobre la superficie de paredes o plafones y que se ocultan con pintura, textura, compuesto de unión, yeso, papel tapiz, losa, paneles de pared u otros materiales similares.

Extensión no metálica. Un ensamble de dos conductores aislados dentro de una cubierta no metálica o de un recubrimiento termoplástico extruido. La clasificación incluye las extensiones superficiales proyectadas para montaje directo sobre la superficie de paredes o plafones.

382-6. Requisitos de aprobado. Las extensiones no metálicas ocultables y los accesorios y dispositivos asociados deben estar aprobados. El dispositivo en derivación de arranque/fuente para la extensión, debe contener y proporcionar la siguiente protección para todas las extensiones y los dispositivos del lado de carga:

(1) Protección complementaria contra sobrecorriente.

(2) Nivel de protección equivalente a un Interruptor con protección de falla a tierra de clase A.

(3) Nivel de protección equivalente a un Interruptor con protección de falla a tierra portátil.

(4) Protección contra errores de alambrado en el lado de la carga y de la línea.

(5) Proporcionar protección contra los efectos de las fallas por arco.

B. Instalación

382-10. Usos permitidos. Se permitirá usar extensiones no metálicas únicamente de acuerdo con (a), (b) y (c).

a) Desde una salida existente. La extensión debe provenir desde una salida existente de un circuito derivado de 15 ó 20 amperes. Cuando una extensión no metálica ocultable se origina en un contacto de tipo sin puesta a tierra, la instalación debe cumplir con lo establecido en 250-130(c), 406-4(d)(2)(b) ó 406-4(d)(2)(c).

b) Expuesta y en lugares secos. La extensión se debe instalar expuesta, u oculta como lo permite 382-15, y en un lugar seco.

c) En residencias u oficinas. Para extensiones no metálicas superficiales montadas directamente en la superficie de paredes o plafones, el edificio debe estar ocupado con propósitos residenciales o de oficina y no debe exceder tres pisos sobre el suelo. Cuando están identificadas para ese uso, las extensiones no metálicas ocultables se permitirán en más de tres pisos sobre el suelo.

NOTA 1: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

NOTA 2: Para la definición de primer piso, véase 362-10.

382-12. Usos no permitidos. No se deben usar extensiones no metálicas en los siguientes casos:

(1) En sótanos, desvanes y espacios bajo los techos, sin acabado.

(2) Cuando la tensión entre los conductores es mayor a 150 volts para extensiones no metálicas superficiales y 300 volts para cable aéreo.

(3) Cuando están expuestas a vapores corrosivos.

(4) Cuando se instalan a través de un piso o una división, o por fuera de un cuarto en el cual se originan.

382-15. Visibles.

a) Extensiones no metálicas. Se permitirá la instalación de una o más extensiones en cualquier dirección desde una salida existente, pero no sobre el piso ni dentro de una distancia de 5 centímetros desde el piso.

b) Extensiones no metálicas ocultables. Cuando están identificadas para ese uso, las extensiones no metálicas se pueden ocultar con pintura, textura, compuesto para ocultar, yeso, papel tapiz, losa, paneles de pared u otros materiales similares, e instalar de acuerdo con 382-15(a).

382-26. Curvas.

a) Extensiones no metálicas. Una curva que reduzca la separación normal entre los conductores se debe cubrir con una tapa para proteger el ensamble contra el daño físico.

b) Extensiones no metálicas ocultables. Se permitirá que las extensiones ocultables se doblen sobre sí mismas y se aplanen según sea necesario para la instalación.

382-30. Sujeción y soporte.

a) Extensiones no metálicas. Las extensiones superficiales no metálicas se deben asegurar en su lugar por medios aprobados, a intervalos no superiores a 20 centímetros, con una tolerancia de 30 centímetros en el primer punto de sujeción donde la conexión a la salida de alimentación es por medio de una clavija. Debe

haber al menos un punto de sujeción entre cada par de salidas adyacentes alimentadas. Una extensión sólo se debe sujetar a elementos de madera o acabados de yeso y no debe estar en contacto con metales ni con otros materiales conductores, excepto con las placas metálicas de los contactos.

b) Extensiones no metálicas ocultables. Todos los componentes de la extensión no metálica ocultable de montaje superficial se deben anclar a la pared o el plafón usando un sistema de anclaje mecánico o adhesivo identificado para ese uso.

382-40. Cajas y accesorios. Cada tramo de la extensión debe terminar en un accesorio, conector o caja que cubra el extremo de todo el ensamble. Todos los accesorios, conectores y dispositivos deben ser de un tipo identificado para ese uso.

382-42. Dispositivos.

a) Contactos. Todos los contactos, las cajas para contactos y los dispositivos autocontenidos utilizados con las extensiones no metálicas ocultables deben estar identificados para ese uso.

b) Contactos y cajas. Se permitirá el uso de cajas para contactos y de dispositivos autocontenidos diseñados para montaje superficial o empotrado con extensiones no metálicas ocultables. Las cajas para contactos y los dispositivos autocontenidos deben tener medios para facilitar la entrada y la terminación de las extensiones no metálicas ocultables, y para conectar eléctricamente la caja o el dispositivo. Las cajas para contactos y los dispositivos autocontenidos deben cumplir con lo estipulado en 406-4. Se permitirán que las salidas de fuerza y de comunicaciones estén instaladas en una caja común, de acuerdo con 800-133(a)(1)(d), Excepción 2.

382-56. Empalmes y derivaciones. Las extensiones deben consistir en un conjunto continuo e ininterrumpido, sin empalmes y sin conductores expuestos entre los accesorios, conectores o dispositivos. Se permitirán derivaciones cuando se utilicen accesorios aprobados que cubran completamente las conexiones en derivación. Los cables aéreos y sus conectores en derivación deben estar dotados de un medio aprobado para señalar y mantener la polaridad. Los conectores de derivaciones de tipo contacto deben tener un dispositivo de enclavamiento mecánico.

C. Especificaciones de construcción (únicamente extensiones no metálicas ocultables)

382-100. Construcción. Las extensiones no metálicas ocultables deben tener diseño de conductor plano de capas múltiples, que consista en un conductor central de fase encerrado por un conductor seccionado puesto a tierra, y un conductor exterior seccionado de puesta a tierra.

382-104. Conductores planos. Las extensiones no metálicas ocultables se deben construir usando conductores planos de cobre, equivalentes a los tamaños 2.08 mm^2 (14 AWG) o 3.31 mm^2 (12 AWG), y de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

a) Conductor de fase (capa central). El conductor de fase debe constar de uno o más conductores planos no puestos a tierra, encerrados, de acuerdo con (b) y (c), e identificados de acuerdo con 310-110(c).

b) Conductor puesto a tierra (capas seccionadas internas). El conductor puesto a tierra debe tener dos conductores planos internos seccionados que encierren al conductor o conductores de fase. El conductor seccionado puesto a tierra debe estar encerrado por el conductor seccionado de puesta a tierra e identificado de acuerdo con 200-6.

c) Conductor de puesta a tierra (capas seccionadas exteriores). El conductor de puesta a tierra debe constar de dos conductores seccionados externos que encierren al conductor puesto a tierra y al conductor o conductores de fase, y debe cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5). Las capas del conductor de puesta a tierra se deben identificar por uno de los siguientes métodos:

(1) Según se permite en 250-119.

(2) Una cubierta transparente.

(3) Una o más bandas verdes o marcas verdes.

(4) El término "puesta a tierra del equipo" impreso a intervalos regulares en todo el cable.

382-112. Aislamiento. Las capas de conductores planos puestos y no puestos a tierra se deben aislar individualmente y deben cumplir con lo indicado en 310-15(a)(3). El conductor de puesta a tierra debe estar cubierto o aislado.

382-120. Marcado.

a) Cable. Las extensiones no metálicas ocultables se deben marcar de forma clara y durable en ambos lados, a intervalos no superiores a 60 centímetros con la información que se exige en 310-120(a) y con la siguiente información adicional:

(1) Material de los conductores.

(2) Temperatura nominal máxima.

(3) Ampacidad.

b) Identificación del conductor. Los conductores se deben identificar de forma clara y duradera en ambos lados y en toda su longitud, tal como se especifica en 382-104.

ARTICULO 384

CANALIZACIONES DE CANAL DE TIPO VIGUETA

A. Generalidades

384-1 Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para las canalizaciones de canal tipo vigueta.

384-2 Definición.

Canalización de canal tipo vigueta. Canalización metálica proyectada para montaje en la superficie de una estructura o suspendida de ella, con accesorios asociados para la instalación de conductores y cables eléctricos.

384-6 Requisitos de aprobación. Las canalizaciones de canal tipo vigueta, las tapas y los accesorios deben estar aprobados e identificados para tal uso.

B. Instalación

384-10 Usos permitidos. Se permitirá instalar canalizaciones de canal tipo vigueta en:

(1) En instalaciones visibles.

(2) En lugares secos.

(3) En lugares sometidos a vapores corrosivos, cuando estén protegidas por un acabado que se estime adecuado para esas condiciones.

(4) En instalaciones cuya tensión sea de 600 volts o menos.

(5) Como postes de fuerza.

(6) En lugares peligrosos (clasificados) Clase I, División 2, tal como lo permite 501-10(b)(3).

(7) Como extensiones de tramos continuos a través de paredes, divisiones y pisos, donde las tapas son removibles en cualquiera de los lados, y la porción dentro de la pared, división o piso permanezca cubierta.

(8) Se permitirán canalizaciones de canal ferroso y accesorios, protegidos contra la corrosión únicamente por esmalte, únicamente en espacios interiores.

384-12 Usos no permitidos. Las canalizaciones de canal tipo vigueta no se deben usar en las siguientes condiciones:

(1) Cuando están ocultas.

(2) No se permitirán canalizaciones de canal ferroso y accesorios, protegidos contra la corrosión únicamente por esmalte, cuando están sometidas a influencias corrosivas fuertes.

384-21 Tamaño de los conductores. En una canalización de canal tipo vigueta no se deben instalar conductores de tamaño mayor de aquel para el cual está aprobada la canalización de canal tipo vigueta.

384-22 Número de conductores. El número de conductores permitidos en una canalización de canal tipo vigueta no debe exceder los porcentajes de ocupación de la Tabla 384-22, ni el área de la sección transversal aplicable de los tipos y tamaños específicos de alambre dados en las Tablas del **Capítulo 10**.

A los conductores instalados en canalizaciones de canal tipo vigueta no se les debe aplicar los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a), cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El área de la sección transversal de la canalización es mayor a 2500 milímetros cuadrados

(2) Los conductores portadores de corriente no son más de 30.

(3) La suma de las áreas de las secciones transversales de todos los conductores contenidos no excede del 20 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización de canal tipo vigueta.

Tabla 384-22.- Dimensiones del canal y área de la sección transversal interior

Dimensión del canal	Area mm^2	40% Area* mm^2	25% Area** mm^2
1⅝ x 13/16	572	229	143
1⅝ x 1	743	297	186
1⅝ x 1⅜	1076	433	270
1⅝ x 1⅝	1308	523	327
1⅝ x 2 7/16	2045	817	511
1⅝ x 3¼	2780	1112	695
1½ x ¾	548	219	137
1½ x 1½	1179	472	295
1½ x 1⅞	1485	594	371
1½ x 3	2487	995	622

*Para calcular el número de conductores permitidos en las canalizaciones con uniones externas se debe usar un porcentaje del 40 por ciento de ocupación.

**Para calcular el número de conductores permitidos en las canalizaciones con uniones internas se debe usar un porcentaje del 25% de ocupación.

384-30 Sujeción y soporte.

a) Montaje superficial. Una canalización de canal tipo vigueta de montaje superficial se debe asegurar a la superficie de montaje mediante bandas de retención externas al canal, a intervalos no mayores de 3.00 metros y a una distancia no mayor de 90 centímetros de cada caja de salida, gabinete, caja de empalmes o cualquier otra terminación de la canalización de canal.

b) Montaje en suspensión. Se permitirá montar las canalizaciones de canal tipo vigueta suspendidas en el aire mediante métodos adecuados y aprobados, diseñados para ese uso y a intervalos no mayores de 3.00 metros y a una distancia no mayor de 90 centímetros de los extremos y las terminaciones de la canalización de canal.

384-56 Empalmes y derivaciones. En las canalizaciones se permitirá hacer empalmes y derivaciones que sean accesibles después de su instalación a través de una cubierta desmontable. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área de la canalización en ese punto. Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

384-60 Puesta a tierra. Los envolventes de las canalizaciones de canal tipo vigueta que sirvan como transición a, o desde, otro método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos. Se permitirá usar las canalizaciones de canal tipo vigueta como conductor de puesta a tierra de los equipos de acuerdo con 250-118(13). Cuando se utilice una cubierta metálica a presión en una canalización de canal tipo vigueta para conseguir la continuidad eléctrica, no se permitirá usar esa cubierta como medio de continuidad eléctrica de cualquier contacto montado en la cubierta.

C. Especificaciones de construcción

384-100 Construcción. Las canalizaciones de canal tipo vigueta y sus accesorios deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Estas canalizaciones y sus codos, coples y otros accesorios deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente entre sí e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión. Además deben cumplir con lo estipulado en (a), (b) y (c) siguientes.

a) Materiales. Las canalizaciones y los accesorios deben ser de acero, acero inoxidable o aluminio.

b) Protección contra la corrosión. Las canalizaciones y los accesorios de acero deben estar protegidos contra la corrosión mediante galvanización o por un recubrimiento orgánico.

NOTA: Los recubrimientos con esmalte o PVC son ejemplos de recubrimientos orgánicos que brindan protección contra la corrosión.

c) Cubierta. Las cubiertas para las canalizaciones de canal tipo vigueta pueden ser metálicas o no metálicas.

384-120 Marcado. Todos los tramos de las canalizaciones de canal tipo vigueta se deben marcar de manera clara y duradera, según se exige en la primera oración de 110-21.

ARTICULO 386

CANALIZACIONES METALICAS SUPERFICIALES

A. Generalidades

386-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para las canalizaciones metálicas superficiales y los accesorios asociados.

386-2. Definición.

Canalización metálica superficial. Canalización metálica diseñada para montaje en la superficie de una estructura, con coples, conectores, cajas y accesorios asociados para la instalación de conductores eléctricos.

386-6. Requisitos de aprobación. La canalización metálica superficial y accesorios asociados deben estar aprobados.

B. Instalación

386-10. Usos Permitidos. Se permitirá el uso de canalizaciones metálicas superficiales en:

(1) Lugares secos.

(2) Lugares peligrosos (clasificados) Clase I, División 2, como se permite en 501-10(b)(3).

(3) Bajo pisos falsos, como se permite en 645-5(e)(2).

(4) Extensiones a través de paredes y pisos. Se permitirá que las canalizaciones metálicas superficiales pasen transversalmente por paredes secas, divisiones secas y pisos secos, si el tramo que pasa a través de estos elementos es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores en ambos lados de la pared, división o piso.

386-12. Usos no permitidos. No se permitirá el uso de canalizaciones metálicas superficiales:

(1) Cuando estén sometidas a daños físicos graves.

(2) Cuando la tensión entre los conductores sea de 300 volts o más, a menos que el metal tenga un espesor no menor a 1.02 milímetros.

(3) Cuando estén sometidas a vapores corrosivos.

(4) En fosos de ascensores.

(5) En instalaciones ocultas, excepto como se permite en 386-10.

386-21. Tamaño de los conductores. En una canalización metálica superficial no se deben instalar conductores de tamaño mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización metálica superficial.

386-22. Número de conductores o cables. El número de conductores instalados en una canalización metálica superficial no debe ser superior al número para el que está diseñada la canalización. Se permitirá la instalación de cables cuando este uso no esté prohibido por los Artículos para el cable respectivo.

No se les debe aplicar los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) a los conductores instalados en canalizaciones metálicas superficiales, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El área de la sección transversal de la canalización es mayor a 2500 milímetros cuadrados

(2) Los conductores portadores de corriente no son más de 30.

(3) La suma de las áreas de las secciones transversales de todos los conductores contenidos no excede el 20 por ciento del área de sección transversal interior de la canalización metálica superficial.

386-30. Sujeción y soporte. Las canalizaciones metálicas superficiales se deben soportar a intervalos de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

386-56. Empalmes y derivaciones. Se permitirá hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones metálicas superficiales que tengan cubierta removible que sea accesible aún después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área interior

de la canalización en ese punto. En las canalizaciones metálicas superficiales sin cubierta removible, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en cajas.

Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados. Las derivaciones del cable tipo FC, instalado en canalizaciones metálicas superficiales, se deben hacer de acuerdo con 322-56(b).

386-60. Puesta a tierra. Los envolventes de las canalizaciones metálicas superficiales, que sirvan como transición desde otro método de alambrado, deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos.

386-70. Canalizaciones combinadas. Cuando se usen canalizaciones metálicas superficiales combinadas tanto para circuitos de señalización como para circuitos de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimientos independientes identificados mediante estampado, impresión o código de color del acabado interior.

C. Especificaciones de construcción

386-100. Construcción. Las canalizaciones metálicas superficiales deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Las canalizaciones metálicas superficiales y sus codos, coples y accesorios deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar eléctrica y mecánicamente entre sí, e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión.

Cuando en las canalizaciones metálicas superficiales, se utilicen cubiertas y accesorios no metálicos, éstos deben estar identificados para dicho uso.

ARTICULO 388

CANALIZACIONES NO METALICAS SUPERFICIALES

A. Generalidades

388-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para las canalizaciones no metálicas superficiales y accesorios asociados.

388-2. Definición.

Canalización no metálica superficial. Canalización no metálica diseñada para ser montada en la superficie de una estructura, con coples, conectores, cajas y accesorios asociados para la instalación de conductores eléctricos.

388-6. Requisitos de aprobación. La canalización no metálica superficial y los accesorios asociados deben estar aprobados.

B. Instalación

388-10. Usos permitidos. Se permitirá usar canalizaciones superficiales no metálicas de la siguiente manera:

(1) Se permitirá la utilización de canalizaciones no metálicas superficiales en lugares secos.

(2) Se permitirá la prolongación a través de pisos y paredes. Se permitirá que las canalizaciones no metálicas superficiales pasen transversalmente a través de paredes secas, divisiones secas, y pisos secos si el tramo que pasa a través de estos elementos es continuo. Se debe mantener el acceso a los conductores a ambos lados de la pared, división o piso.

388-12. Usos no permitidos. No se deben usar canalizaciones superficiales no metálicas:

(1) En instalaciones ocultas, excepto lo permitido en 388-10(2).

(2) Cuando estén sometidas a daños físicos graves.

(3) Cuando la tensión entre conductores es de 300 volts o más, a no ser que estén aprobadas para una tensión mayor.

(4) En los fosos de los ascensores.

(5) En cualquier lugar peligroso (clasificado), excepto como se permita en otros Artículos de esta NOM.

(6) Cuando estén sometidas a temperaturas ambiente que exceden aquellas para las que está aprobada la canalización no metálica.

(7) Para conductores cuyos límites de temperatura del aislamiento excedan la temperatura para la que está aprobada la canalización no metálica.

388-21. Tamaño de los conductores. En una canalización no metálica superficial no se deben instalar conductores de tamaño mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización no metálica superficial.

388-22. Número de conductores o cables. El número de conductores instalados en una canalización no metálica superficial no debe ser superior al número para el que está diseñada la canalización. Se permitirá la instalación de cables cuando su uso no esté prohibido por los Artículos para el cable respectivo.

388-30. Sujeción y soporte. Las canalizaciones no metálicas superficiales se deben soportar a intervalos de acuerdo con las instrucciones de instalación del fabricante.

388-56. Empalmes y derivaciones. Se permitirá hacer empalmes y derivaciones en las canalizaciones no metálicas superficiales que tengan una cubierta que se pueda abrir en el lugar y que sea accesible después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área interior de la canalización en ese punto. En las canalizaciones no metálicas superficiales sin cubierta que se pueda abrir en el lugar, los empalmes y derivaciones sólo se deben hacer en las cajas.

Todos los empalmes y derivaciones se deben hacer por métodos aprobados.

388-60. Puesta a tierra. Cuando se exige la puesta a tierra del equipo, se debe instalar un conductor independiente de puesta a tierra del equipo en la canalización.

388-70. Canalizaciones combinadas. Cuando se usen canalizaciones no metálicas superficiales combinadas tanto para circuitos de señalización como para circuitos de alumbrado y de fuerza, los distintos sistemas deben ir en compartimientos independientes identificados mediante estampado, impresión o código de color del acabado interior.

C. Especificaciones de construcción

388-100. Construcción. Las canalizaciones no metálicas superficiales deben estar construidas de modo que se distingan de otras canalizaciones. Las canalizaciones superficiales no metálicas y sus codos, coples y accesorios deben estar diseñados de modo que sus partes se puedan conectar mecánicamente entre sí e instalar sin que los cables estén sometidos a la abrasión.

Las canalizaciones no metálicas superficiales y los accesorios deben ser de material no metálico adecuado, que sea resistente a la humedad y a atmósferas químicas. También debe ser resistente a la propagación del fuego, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en la operación y resistente a los efectos de las bajas temperaturas.

388-120. Marcado. Se permitirá identificar como tales a las canalizaciones no metálicas superficiales que tengan características de producción limitada de humo.

ARTICULO 390

CANALIZACIONES BAJO EL PISO

390-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos de uso e instalación para las canalizaciones bajo el piso.

390-2. Definición

Canalizaciones bajo el piso. Una canalización y los componentes asociados diseñados y destinados para instalación debajo o a ras de la superficie de un piso para la instalación de cables y conductores eléctricos.

390-3. Uso.

a) Permitido. Se permitirá instalar canalizaciones bajo el piso, debajo de la superficie de concreto u otro material del piso o en lugares para oficinas donde se instalen sobre el piso de concreto y se cubren con linóleo u otro revestimiento equivalente de piso.

b) No permitido. No se deberán instalar canalizaciones bajo el piso (1) donde puedan estar sometidas a vapores corrosivos ni (2) en lugares peligrosos (clasificados), excepto lo permitido en 504-20 y en los lugares de Clase I, División 2, como se permite en 501-10(b)(3). Las canalizaciones bajo el piso, de metales ferrosos o no ferrosos, cajas de empalmes y accesorios no se deben instalar en concreto ni en áreas sometidas a la influencia de factores corrosivos fuertes, a menos que estén hechos de un material que se estime adecuado para esas condiciones o, a menos que se proporcione protección contra la corrosión aprobada para esas condiciones.

390-4. Cubiertas. Las cubiertas de las canalizaciones deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes.

a) Canalizaciones de máximo 10 centímetros de ancho. Las canalizaciones semicirculares y con la parte superior plana, de máximo 10 centímetros de ancho, deben tener cuando menos 2 centímetros de concreto o de madera por encima de la canalización.

Excepción: Lo permitido en (c) y (d) para canalizaciones con la parte superior plana.

b) Canalizaciones de más de 10 centímetros pero no más 20 centímetros de ancho. Las canalizaciones con la parte superior plana, de más de 10 centímetros pero no más de 20 centímetros de ancho, con una separación mínima entre canalizaciones de 2.50 centímetros, se deben cubrir con concreto a una profundidad no menor a 2.50 centímetros. Las canalizaciones con una separación menor a 2.50 centímetros, se deben cubrir con concreto hasta una profundidad de 4 centímetros.

c) Canalizaciones de tipo zanja a nivel con el concreto. Se permitirá que las canalizaciones de tipo zanja con cubiertas removibles queden a nivel con la superficie del piso. Dichas canalizaciones aprobadas deben estar diseñadas de modo que las placas de las cubiertas les proporcionen una protección mecánica y una rigidez adecuadas equivalentes a las de las cubiertas de las cajas de empalmes.

d) Otras canalizaciones a nivel con el concreto. En lugares para oficinas se permitirá instalar canalizaciones aprobadas con la parte superior metálica plana, de máximo 10 centímetros de ancho, a nivel con la superficie del piso de concreto, siempre que estén cubiertas con una capa considerable de linóleo de espesor no menor a 1.60 milímetros o con un recubrimiento equivalente para pisos. Cuando más de una canalización, pero no más de tres, se instalen a nivel con el concreto, deben situarse una al lado de la otra y unirse de modo que formen un ensamble rígido.

390-5. Tamaño de los conductores. En las canalizaciones bajo el piso no se deben instalar conductores de tamaño mayor que aquel para el que está diseñada la canalización.

390-6. Número máximo de conductores en una canalización. El área de la sección transversal combinada de todos los conductores o cables no debe exceder el 40 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización.

390-7. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer únicamente en cajas de empalmes. Para los fines de esta sección, no se debe considerar que el llamado bucle de cable (conductor continuo que conecta las salidas individuales) sea un empalme o una derivación.

Excepción: Se permitirán empalmes y derivaciones en canalizaciones de tipo zanja a nivel con el piso, que tengan una cubierta removible que sea accesible después de la instalación. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75 por ciento del área de la canalización en ese punto.

390-8. Salidas descontinuadas. Cuando una salida está abandonada, descontinuada o removida, las secciones de los conductores del circuito que alimentaban a la salida se deben remover de la canalización. No se permitirá que en las canalizaciones haya empalmes o conductores aislados con cinta, tal como sería el caso de salidas abandonadas en circuitos en anillo

390-9. Tendidos en línea recta. Las canalizaciones bajo el piso se deben instalar de modo que una línea recta, trazada desde el centro de una caja de empalmes hasta el centro de la siguiente caja de empalme, coincida con el eje central del sistema de canalización. Las canalizaciones se deben soportar firmemente en su sitio para evitar que se altere esta alineación durante la construcción.

390-10. Marcadores en los extremos. En el extremo o cerca de cada extremo de cada tramo recto de las canalizaciones, se debe instalar un marcador adecuado que permita localizar la última inserción.

390-11. Remates. Los remates de las canalizaciones se deben cerrar.

390-13. Cajas de empalmes. Las cajas de empalmes se deben nivelar con el piso y sellar para evitar la entrada libre de agua o concreto. Las cajas de empalmes que se utilicen con canalizaciones metálicas deben ser metálicas y deben tener continuidad eléctrica con la canalización.

390-14. Insertos. Los insertos se deben nivelar y sellar para evitar la entrada de concreto. Los insertos utilizados en canalizaciones metálicas deben ser metálicos y deben ser eléctricamente continuos con la canalización. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra o sobre ellas deben sujetarse mecánicamente a la canalización antes de que se ponga el piso. Los insertos colocados en canalizaciones de fibra después de poner el piso se deben atornillar a la canalización.

Cuando se corten las paredes de la canalización y se coloquen los insertos, no se permitirá que queden en la canalización virutas ni otra suciedad, y se deben utilizar herramientas diseñadas para impedir su ingreso a la canalización y que dañen los conductores que pudiera haber instalados.

390-15. Conexiones hasta gabinetes y salidas de pared. Las conexiones desde la canalización bajo el piso hasta los centros de distribución y las salidas de pared se deben hacer con accesorios aprobados o por medio de cualquiera de los métodos de alambrado del Capítulo 3, cuando se instalan de acuerdo con las disposiciones de los Artículos correspondientes.

390-17. Ampacidad de los conductores. Se deben aplicar los factores de ajuste de ampacidad que se indican en 310-15(b)(3) a los conductores instalados en las canalizaciones bajo el piso.

ARTICULO 392

CHAROLAS PORTACABLES

A. Generalidades

392-1. Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de charolas portacables, incluidos los tipos escalera, canal ventilado, fondo ventilado, fondo sólido, tipo malla y otras estructuras similares.

392-2. Definición.

Sistema de charolas portacables. Unidad o ensamble de unidades o secciones con sus accesorios asociados, que forman un sistema estructural utilizado para asegurar o soportar cables y canalizaciones.

B. Instalación.

392-10. Usos permitidos. Se permitirá el uso de charolas portacables como sistema de soporte para conductores de acometida, alimentadores, circuitos derivados, circuitos de comunicaciones, circuitos de control y circuitos de señalización.

Las instalaciones de charolas portacables no se deben limitar a los establecimientos industriales. Cuando están expuestas a los rayos directos del sol, los conductores aislados y los cables con aislamiento y cubierta deben estar identificados como resistentes a la luz solar (SR). Las charolas portacables y accesorios asociados deben estar identificados para el uso previsto.

Todos los cables de energía y control para instalación en charolas portacables deben ser no propagadores de la flama e identificados para tal fin. El marcado CT contempla esta característica.

Tabla 392-10(a).- Métodos de alambrado

Método de alambrado	Artículo
Cable armado	320
Cable con forro no metálico	334
Cable de potencia limitada para charola	725
Cables monoconductores, multiconductores y control	310
Cable multiconductor de acometida	338
Cable multiconductor para alimentadores y circuitos derivados subterráneos	340
Cable para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada	760
Cable para comunicaciones de banda ancha alimentados por una red	830
Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica	332
Cables con armadura metálica	330
Cables de Clase 2 y Clase 3	725
Cables de fibra óptica	770
Cables de media tensión	328
Cables de fuerza y control para charola	336
Cables de instrumentación en charolas	727
Cables para circuitos de televisión con antena comunal (CATV)	820
Cables para comunicaciones	800
Cables para sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada	760
Cables para sistemas de alarmas contra incendios	760
Canalización para señalización	725
Canalizaciones para comunicaciones	800
Canalizaciones para fibra óptica	770
Otros cables multiconductores, de control, de señalización o de fuerza ensamblados en fábrica que están aprobados específicamente para su instalación en charolas portacables	
Tubo conduit metálico ligero tipo EMT	358
Tubo conduit no metálico tipo ENT	362
Tubo conduit metálico flexible ligero tipo FMT	360
Tubo conduit de policloruro de vinilo PVC	352
Tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC	355
Tubo conduit metálico flexible tipo FMC	348
Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFMC	350
Tubo conduit metálico semipesado tipo IMC	342

Método de alambrado	Artículo
Tubo conduit metálico pesado tipo RMC	344
Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC	356
Tubo conduit no metálico pesado tipo ENT	362

a) Métodos de alambrado. Se permitirán los métodos de alambrado de la Tabla 392-10(a) en sistemas de charolas portacables, en las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos.

b) En establecimientos industriales. Se permitirá utilizar los métodos de instalación de la Tabla 392-10(a) en cualquier establecimiento industrial bajo las condiciones establecidas en sus respectivos Artículos. Sólo en instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de charolas portacables será atendido únicamente por personas calificadas, se permitirá instalar en charolas portacables tipo escalera, tipo malla, canal ventilado, fondo sólido o de fondo ventilado, cualesquiera de los cables especificados en (b)(1) y (b)(2) siguientes.

1) Se permitirá la instalación de cables de un conductor, de acuerdo con (b)(1)(a) hasta (b)(1)(c).

a. Un cable de un conductor debe ser de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayor y de un tipo aprobado y marcado en su superficie para uso en charolas portacables. Cuando se instalen en charolas de tipo escalera cables de un conductor de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) hasta 107 mm^2 (4/0 AWG), la separación máxima permisible de los travesaños debe ser de 22.50 centímetros.

b. Los cables para máquina de soldar deben cumplir con las disposiciones del Artículo 630, Parte D.

c. Los conductores individuales usados como conductores de puesta a tierra del equipo deben ser aislados, recubiertos o desnudos, y deben ser de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o de mayor tamaño.

2) En media tensión los cables multiconductores y de un conductor deben ser cables de media tensión. Los conductores individuales se deben instalar de acuerdo con el inciso (1) anterior.

c) En lugares peligrosos (clasificados). Las charolas portacables ubicadas en lugares peligrosos (clasificados) sólo deben contener los tipos de cables permitidos por otros Artículos en esta NOM.

d) Charolas portacables no metálicas. Además de los usos permitidos en cualquier parte de 392-10, se permitirá utilizar charolas portacables no metálicas en áreas corrosivas y en las que se requiera aislamiento de tensión.

392-12. Usos no permitidos. No se deben utilizar sistemas de charolas portacables en los fosos de los ascensores o donde puedan estar sujetos a daños físicos.

392-18. Instalación de charolas portacables.

a) Sistema completo. Las charolas portacables se deben instalar como un sistema completo. Si se hacen curvas o modificaciones durante la instalación de un sistema de charolas metálico, se deben hacer de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema de charola portacables y el soporte de los cables. Se permitirá que los sistemas de charolas portacables tengan segmentos mecánicamente discontinuos entre tramos de charolas portacables o entre tramos de charolas portacables y los equipos.

b) Terminado antes de la instalación. Cada tramo de la charola portacables debe estar terminado antes de la instalación de los cables.

c) Cubiertas. En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar cubiertas o envolventes que proporcionen la protección requerida y que sean de un material compatible con el de la charola portacables.

d) A través de paredes y divisiones. Se permitirá que las charolas portacables se prolonguen transversalmente a través de paredes y divisiones o verticalmente a través de pisos y plataformas en lugares mojados o secos cuando las instalaciones, completas con los cables instalados, se realicen de acuerdo con los requisitos de 300-21.

e) Expuestas y accesibles. Las charolas portacables deben estar expuestas y accesibles, excepto lo permitido por 392-18(d).

f) Acceso adecuado. Alrededor de las charolas portacables se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables.

g) Canalizaciones, cables y cajas soportados por el sistema de charolas portacables. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que el sistema de charolas portacables es atendido únicamente por personas calificadas y el sistema de charolas portacables esté diseñado e instalado de modo que puedan soportar la carga, se permitirá que tales sistemas soporten las canalizaciones, cables, cajas especificados en 314-1.

Para la terminación de las canalizaciones en la charola, se debe utilizar una abrazadera aprobada para cable en charola o un adaptador para sujetar firmemente la canalización al sistema de la charola portacables. El soporte y la sujeción adicionales de la canalización deben estar acordes con los requisitos del Artículo correspondiente a la canalización. Para canalizaciones o cables tendidos en paralelo, y fijos a la parte inferior o lateral de un sistema de charola portacables, el soporte y la sujeción deberá cumplir los requisitos del Artículo apropiado sobre la canalización o cable.

Para cajas fijas a la parte inferior o lateral de un sistema de charola portacables, el soporte y la sujeción deben estar de acuerdo con los requisitos de 314-23.

h) Marcado. En las charolas portacables que contienen conductores con una tensión de más de 600 volts, debe haber señales permanentes y legibles de advertencia en las que se indique el siguiente texto: **"PELIGRO – ALTA TENSION – MANTENGASE ALEJADO"**, colocadas en un lugar fácilmente visible en las charolas portacables. El espaciamiento de las señales de advertencia no debe exceder 3.00 metros.

i) Tuberías con servicios no eléctricos en proximidad a los soportes tipo charola. Ver la Sección 300-8. La separación entre soportes tipo charola y otras tuberías con servicios no eléctricos, no debe ser menor que 60 centímetros.

392-20. Instalación de cables y conductores

a) Cables multiconductores de 600 volts o menos. En la misma charola portacables se permitirá instalar cables multiconductores de 600 volts o menos.

b) Cables de más de 600 volts. Los cables de más de 600 volts y aquellos de 600 volts o menos, instalados en la misma charola portacables, deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los cables para tensiones de más de 600 volts son del tipo MC.

(2) Los cables para tensiones de más de 600 volts están separados de los cables de 600 volts o menos, por una barrera sólida fija de un material compatible con la charola portacables.

c) Conectados en paralelo. Cuando los cables monoconductores que conforman cada fase, neutro o conductor puesto a tierra de un circuito de corriente alterna se conecten en paralelo, tal como lo permite 310-10(h), los conductores se deben instalar en grupos que consten de no más de un conductor por fase, neutro o conductor puesto a tierra, para evitar desequilibrios de corrientes en los conductores en paralelo debidas a la reactancia inductiva.

Los conductores individuales se deben atar y asegurar en grupos de circuitos, para evitar movimiento excesivo debido a las fuerzas magnéticas de la corriente de falla, a menos que los conductores individuales estén cableados conjuntamente, por ejemplo en ensambles de tres cables.

d) Conductores individuales. Cuando cualquiera de los conductores individuales instalados en una charola portacables tipo malla, de escalera o fondo ventilado sea del tamaño 53.5 mm^2 (1/0 AWG) hasta 107 mm^2 (4/0 AWG), todos los conductores individuales se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito, se instalen en forma diferente de una sola capa.

392-22. Número de cables o conductores.

a) Número de cables multiconductores de 2000 volts o menos, en charolas portacables. El número de cables multiconductores de 2000 volts o menos, permitidos en una sola charola portacables, no debe exceder lo establecido en esta sección. Los tamaños de los conductores que se indican, se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio.

Tabla 392-22(a).- Area de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado, tipo malla o fondo sólido para cables de 2000 volts o menos.

Ancho interior de la charola portacables	Area de ocupación máxima permisible para cables multiconductores			
	Charolas portacables tipo escalera, tipo malla o fondo ventilado, 392-22(a)(1)		Charolas portacables tipo fondo sólido, 392-22(a)(3)	
	Columna 1 Aplicable sólo por	Columna 2[a] Aplicable sólo por	Columna 3 Aplicable sólo por	Columna 4[a] Aplicable sólo por

cm	392-22(a)(1)(b) mm^2	392-22(a)(1)(c) mm^2	392-22(a)(3)(b) mm^2	392-22(a)(3)(c) mm^2
5	1 500	1 500 - (30 Sd)	1 200	1 200 - (30 Sd)
10	3 000	3 000 - (30 Sd)	2 300	2 300 - (30 Sd)
15	4 500	4 500 - (30 Sd)	3 500	3 500 - (30 Sd)
20	6 000	6 000 - (30 Sd)	4 500	4 500 - (30 Sd)
22.5	6 800	6 800 - (30 Sd)	5 100	5 100 - (25 Sd)
30	9 000	9 000 - (30 Sd)	7 100	7 100 - (25 Sd)
40	12 000	12 000 - (30 Sd)	9 400	9 400 - (30 Sd)
45	13 500	13 500 - (30 Sd)	10 600	10 600 - (25 Sd)
50	15 000	15 000 - (30 Sd)	11 800	11 800 - (30 Sd)
60	18 000	18 000 - (30 Sd)	14 200	14 200 - (25 Sd)
75	22 500	22 500 - (30 Sd)	17 700	17 700 - (25 Sd)
90	27 000	27 000 - (30 Sd)	21 300	21 300 - (25 Sd)

[a] Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columnas 2 y 4. Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en milímetros cuadrados, para una charola portacables de 15 centímetros de ancho en la columna 2, debe ser 4500 menos (30 multiplicado por Sd).

[b] El término Sd de las columnas 2 y 4 es la suma de los diámetros, en milímetros, de todos los cables multiconductores de 107 mm^2 (4/0AWG) y más grandes instalados en la misma charola con cables más pequeños.

1) Charolas portacables tipo escalera, tipo malla o fondo ventilado que contiene cualquier combinación de cables. Cuando una charola portacables de escalera, malla o fondo ventilado contenga cables multiconductores de fuerza o de alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, control y señalización, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

a. Si todos los cables son de tamaño 107 mm^2 (4/0 AWG) o más grandes, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el ancho de la charola y los cables deben ir instalados en una sola capa. Cuando la ampacidad del cable está determinada de acuerdo con 392-80(a)(1)(c), el ancho de la charola portacables no debe ser menor a la suma de los diámetros de los cables y la suma de los anchos de las separaciones exigidas entre los cables.

b. Si todos los cables son de tamaño menor a 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 1 de la Tabla 392-22(a), para el ancho correspondiente de la charola portacables.

c. Si en la misma charola portacables se instalan cables de tamaño 107 mm^2 (4/0 AWG) o mayores, con cables de tamaño menor que 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables inferiores al 107 mm^2 (4/0 AWG) no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 392-22(a), para el ancho apropiado de la charola. Los cables de tamaño 107 mm^2 (4/0 AWG) y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

2) Charolas portacables de escalera, malla o fondo ventilado que contienen cables multiconductores de control y/o señalización únicamente. Cuando una charola portacables de escalera, malla o fondo ventilado, con una profundidad interior útil de 15 centímetros o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal no debe exceder el 50 por ciento del área de la sección transversal interior de dicha charola. Se debe usar una profundidad de 15 centímetros para calcular el área de la sección interior permisible de cualquier charola portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 15 centímetros.

3) Charolas portacables de fondo sólido que contienen cualquier combinación de cables. Cuando haya charolas portacables de fondo sólido con cables multiconductores de fuerza o alumbrado o cualquier combinación de cables multiconductores de fuerza, alumbrado, señales y control, el número máximo de cables debe cumplir con lo siguiente:

a. Si todos los cables son del 107 mm^2 (4/0 AWG) o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables no debe exceder el 90 por ciento del ancho de la charola y los cables deben estar instalados en una sola capa.

b. Si todos los cables son de menos tamaño de 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 3 de la Tabla 392-22(a), para el ancho apropiado de la charola.

c. Si en la misma charola se instalan cables de tamaño 107 mm^2 (4/0 AWG) o más grandes, con cables de menor tamaño de 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de tamaño menor de 107 mm^2 (4/0 AWG) no debe exceder el área de ocupación máxima permitida resultante del cálculo de la columna 4 de la Tabla 392-22(a), para el ancho correspondiente de la charola. Los cables del 107 mm^2 (4/0 AWG) y más grandes se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

4) Charolas de fondo sólido que contienen cables multiconductores de control y/o señalización solamente. Cuando una charola portacables de fondo sólido, con una profundidad interior útil de 15 centímetros o menos, contenga sólo cables multiconductores de control y/o señalización, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables en cualquier sección transversal de la charola no debe exceder el 40 por ciento del área de la sección transversal interior de dicha charola. Se debe usar una profundidad de 15 centímetros para calcular el área máxima de la sección interior permisible de cualquier charola portacables que tenga una profundidad interior útil de más de 15 centímetros.

5) Charolas portacables de canal ventilado que contienen cables multiconductores de cualquier tipo. Cuando las charolas portacables de canal ventilado contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

a. Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 392-22(a)(5).

b. Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 392-22(a)(5)

6) Charolas portacables de canal sólido. Cuando las charolas portacables de canal sólido contengan cables multiconductores de cualquier tipo, se debe aplicar lo siguiente:

a. Cuando se instale solamente un cable multiconductor, el área de su sección transversal no debe exceder el valor especificado en la columna 1 de la Tabla 392-22(a)(6).

b. Cuando se instale más de un cable multiconductor, la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el valor especificado en la columna 2 de la Tabla 392-22(a)(6).

Tabla 392-22(a)(5).- Area de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal ventilado para cables de 2000 volts o menos

Ancho interior de la charola	Area de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Columna 1 Un sólo cable	Columna 2 Más de un cable
cm	mm^2	mm^2
7.5	1500	850
10	2900	1600
15	4500	2450

Tabla 392-22(a)(6).- Area de ocupación permisible para cables multiconductores en charolas portacables de canal sólido para cables de 2 000 volts o menos

Ancho interior de la charola	Area de ocupación máxima permisible para cables multiconductores	
	Columna 1 Un sólo cable	Columna 2 Más de un cable
cm	mm^2	mm^2
5.0	850	500

7.5	1300	700
10	2400	1400
15	3600	2100

b) Número de cables de un solo conductor de 2000 volts o menos en charolas portacables. El número de cables de un solo conductor de 2000 volts o menos, permitidos en una sola sección de una charola portacables, no debe exceder los requisitos de esta sección. Los conductores individuales o los ensambles de conductores se deben distribuir uniformemente a lo ancho de toda la charola. Los tamaños de los conductores, se aplican tanto a conductores de cobre como de aluminio.

1) Charolas portacables de tipo escalera o de fondo ventilado. Cuando una charola portacables tipo malla, de escalera o de fondo ventilado contenga cables de un solo conductor, el número máximo de dichos cables debe cumplir los siguientes requisitos:

a. Si todos los cables son de 507 mm^2 (1000 kcmil) o mayores, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la charola y todos los cables se deben instalar en una sola capa. Se permitirá que los conductores que están atados conjuntamente para abarcar cada grupo de un circuito, se instalen en forma diferente de una sola capa.

b. Si todos los cables son de 127 mm^2 (250 kcmil) hasta 456 mm^2 (900 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables de un solo conductor, no debe exceder el área de ocupación máxima permitida en la columna 1 de la Tabla 392-22(b)(1) para el ancho correspondiente de la charola.

c. Si se instalan en la misma charola cables de un solo conductor de 507 mm^2 (1000 kcmil) o mayores con cables de un solo conductor menores a 507 mm^2 (1000 kcmil), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables menores a 507 mm^2 (1000 kcmil) no debe exceder el área de ocupación máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 392-22(b)(1) para el ancho correspondiente de la charola.

d. Cuando cualquiera de los cables de un solo conductor instalados sea de 21.2 mm^2 (4 AWG) hasta 107 mm^2 (4/0 AWG), la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho de la charola.

Tabla 392-22(b)(1).- Area de ocupación permisible para cables de un solo conductor en charolas portacables de tipo escalera, fondo ventilado o malla ventilada para cables de 2000 volts o menos

Ancho interior de la charola portacables	Area de ocupación máxima permisible para cables multiconductores Charolas portacables tipo escalera o fondo ventilado	
	Columna 1 Aplicable sólo por 392-22(b)(1)(b)	Columna 2a Aplicable sólo por 392-22(b)(1)(c)
Centímetros	**mm2**	**mm2**
5	1 400	1 400 - (28 Sd)
10	2 800	2 800 - (28 Sd)
15	4 200	4 200 - (28 Sd)
20	5 600	5 600 - (28 Sd)
22.5	6 100	6 100 - (28 Sd)
30	8 400	8 400 - (28 Sd)
40	11 200	11 200 - (28 Sd)
45	12 600	12 600 - (28 Sd)
50	14 000	14 000 - (28 Sd)
60	16 800	16 800 - (28 Sd)
75	21 000	21 000 - (28 Sd)
90	25 200	25 200 - (28 Sd)

[a] Se deben calcular las áreas de ocupación máxima permisible de las columnas 2 . Por ejemplo, la ocupación máxima permisible, en milímetros cuadrados, para una charola portacables de 15 centímetros de ancho en la columna 2, debe ser 4200 menos (28 multiplicado por Sd). El término Sd de las columnas 2 es la suma de los diámetros, en milímetros, de todos los cables individuales de 507 mm2 y más mayores instalados en la misma charola con cables más pequeños.

2) Charolas de canal ventilado. Cuando una charola portacables de canal ventilado de 5, 7.50, 10 o 15 centímetros de ancho contenga cables de un solo conductor, la suma de los diámetros de todos los cables de un solo conductor no debe exceder el ancho interior del canal.

c) Número de cables de media tensión y tipo MC (más de 2000 volts) en charolas portacables. El número de cables de más de 2000 volts permitido en una sola charola portacables no debe exceder los requisitos de esta sección.

La suma de los diámetros de los cables de un solo conductor y multiconductores no debe exceder el ancho de la charola portacables y los cables deben estar instalados en una sola capa. Cuando los cables de un solo conductor vayan en grupos de tres conductores o cuatro conductores o atados formando grupos por circuitos, la suma de los diámetros de los conductores individuales no debe exceder el ancho de la charola portacables y estos grupos se deben instalar en un sola capa.

392-30. Sujeción y soporte.

a) Charolas portacables. Las charolas portacables se deben soportar a intervalos definidos en las instrucciones de instalación.

b) Cables y conductores. Los cables y conductores deben ser asegurados y soportados por el sistema de charolas portacables de acuerdo con (1), (2) y (3), según se aplique.

(1) En tramos distintos de los horizontales, los cables se deben sujetar y asegurar firmemente a los miembros transversales de las charolas.

(2) Se proporcionarán soportes para evitar la tensión en los cables cuando entran en canalizaciones desde los sistemas de charolas portacables.

(3) El sistema debe ofrecer soporte a los métodos de alambrado de canalizaciones y cables según lo establecido en sus correspondientes Artículos. Cuando las charolas portacables soportan conductores individuales y cuando los conductores pasan de una charola portacables a otra, o de una charola portacables a canalizaciones o equipos en donde los conductores terminan, la distancia de soporte entre las charolas portacables o entre la charola portacables y la canalización o el equipo no debe ser mayor de 1.80 metros. Los conductores se deben asegurar a la charola portacables en la transición y se deben proteger de daño físico mediante un dispositivo de protección o una ubicación adecuada

392-46. Tubo conduit y tubería con pasacables. No se exigirá la instalación de una caja, cuando los cables o conductores estén instalados en tubo conduit o tuberías con pasacables utilizados para soporte o protección contra daños físicos.

392-56.Empalmes de cables. Se permitirá que dentro de una charola portacables haya empalmes hechos y aislados con métodos aprobados, siempre que sean accesibles. Se permitirá que los empalmes sobresalgan por encima de los peraltes cuando no estén sometidos a daño físico.

392-60. Puesta a tierra y unión.

a) Charolas portacables metálicas. Se permitirá utilizar las charolas portacables metálicas como conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando la supervisión y el mantenimiento continuo aseguren que personas calificadas atenderán al sistema instalado de charolas portacables y las charolas portacables cumplen con las disposiciones de esta sección. Las charolas portacables metálicas que soporten conductores eléctricos se deben poner a tierra tal como se exige para los envolventes de conductores en 250-96 y la Parte D del Artículo 250. Las charolas portacables metálicas que contienen solamente conductores que no sean de fuerza deben ser eléctricamente continuas a través de las conexiones aprobadas o el uso de un puente de unión no menor a 5.26 mm^2 (10 AWG).

NOTA: Ejemplos de conductores que no sean de fuerza incluyen los cables de fibra óptica no conductores y los circuitos de Clase 2 y Clase 3 de control remoto, señalización y de potencia limitada.

Tabla 392-60(a).- Requisitos de área de metal para charolas portacables utilizadas como conductores de puesta a tierra de equipos

Valor máximo nominal de los fusibles, ajuste de disparo de los interruptores automáticos o del relevador protector del circuito, o ajuste de disparo para protección contra fallas a tierra de cualquier cable del circuito en un sistema de	Area de la sección transversal mínima de la parte metálica [a]	
	Charolas portacables de acero	Charolas portacables de aluminio

charola portacables.		
amperes	**mm^2**	
60	129	129
100	258	129
200	451.5	129
400	645	258
600	967.5[b]	258
1000	—	387
1200	—	645
1600	—	967.5
2000	—	1290

[a] Area de la sección transversal total de los dos peraltes de las charolas tipo escalera o charolas portacables con fondo, o área de la sección transversal mínima del metal en las charolas de canal o las construidas de una pieza.

[b] No se deben utilizar charolas portacables de acero como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra mayor a 600 amperes. No se deben utilizar charolas portacables de aluminio como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra mayor a 2000 amperes.

b) Sistemas de charolas portacables de acero o aluminio. Se permitirá utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos las charola portacables de acero o aluminio, siempre que se cumplan todos los siguientes requisitos:

(1) Las secciones de la charola portacables y los accesorios están identificados como conductor de puesta a tierra de equipos.

(2) El área mínima de la sección transversal de la charola portacables debe cumplir con los requisitos de la Tabla 392-60(a).

(3) Todas las secciones de la charola portacables y los accesorios deben estar marcados de manera legible y duradera, indicando el área de la sección transversal de la charola metálica de canal o las charolas portacables de una pieza, y el área de la sección transversal total de ambos peraltes en las charolas de tipo escalera o de fondo.

(4) Las secciones de una charola portacables, los accesorios y las canalizaciones conectadas están unidas, según lo establecido en 250-96, usando conectores metálicos atornillados o puentes de unión dimensionados e instalados según los requisitos de 250-102.

c) Transiciones. Cuando los sistemas de charolas portacables son mecánicamente discontinuos, según se permite en 392-18(a), un puente de unión dimensionado de acuerdo con 250-102, debe conectar las dos secciones de charola portacables o la charola portacables y la canalización o el equipo. La unión se debe hacer de acuerdo con 250-96.

392-80. Ampacidad de los conductores

a) Ampacidad de cables de 2000 volts o menos, en charolas portacables

1) Cables multiconductores. La ampacidad permisible de los cables multiconductores de 2000 volts o menos, instalados según los requisitos de 392-22(a), debe ser como se establece en las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18), sujeta a las disposiciones de 310-15(a)(2) y los incisos (a), (b), (c) siguientes.

a. Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente. La factores de ajuste se deben limitar al número de conductores portadores de corriente en el cable y no al número de conductores en la charola portacables.

b. Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, no se permitirá que los cables multiconductores tengan más del 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18).

c. Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable la ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles, corregidas para la temperatura ambiente, de los cables multiconductores, con no más de tres conductores aislados de 0 a 2000 volts al aire libre, de acuerdo con 310-15(c).

NOTA: Véase la Tabla B-310-15(B)(2)(3).

2) Cables de un solo conductor. La ampacidad permisible para cables de un solo conductor debe ser como lo permite 310-15(a)(2). Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) no se deben aplicar a la ampacidad de los cables en las charolas portacables. La ampacidad de los cables de un solo conductor o de los conductores individuales juntos (en grupos de tres conductores, cuatro conductores, etc.) de 2000 volts o menos, debe cumplir lo siguiente:

a. Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 304 mm^2 (600 kcmil) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 304 mm^2 (600 kcmil) y más, no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).

b. Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) a 253 mm^2 (500 kcmil) en charolas sin cubiertas, no debe exceder el 65 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) a 253 mm^2 (500 kcmil) no debe exceder el 60 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).

c. Cuando se instalen conductores individuales en una sola capa en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo una separación entre los conductores individuales no menor al diámetro de un cable entre los conductores individuales, la ampacidad de los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).

Excepción para (c): Para las charolas portacables de fondo sólido, la ampacidad de los cables de un solo conductor se debe determinar de acuerdo con 310-15(c).

d. Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de 2 ó 3 conductores individuales aislados de 0 a 2000 volts sostenidos en un mensajero, de acuerdo con 310-15(b).

NOTA: Véase la Tabla 310-15(b)(20).

3) Combinaciones de cables multiconductores y cables de un solo conductor. Cuando una charola portacables tiene una combinación de cables multiconductores y de un solo conductor, la ampacidad permisible debe ser la indicada en 392-80(a)(1) para los cables multiconductores y 392-80(a)(2) para cables de un solo conductor. Siempre que se apliquen las siguientes condiciones:

(1) La suma del área de ocupación del cable multiconductor como porcentaje del área de ocupación permisible para la charola, calculada según 392-22(a), y el área de ocupación del cable de un solo conductor como porcentaje del área de ocupación permisible de la charola, calculada según 392-22(b), totaliza no más del 100 por ciento.

(2) Los cables multiconductores están instalados de acuerdo con 392-22(a) y los cables de un solo conductor se instalan de acuerdo con 392-22(b).

b) Ampacidad de cables de media tensión y tipo MC (de más de 2000 volts) en charolas portacables. La ampacidad de cables de más de 2000 volts instalados de acuerdo con 392-22(c) no debe exceder los requisitos de esta sección.

1) Cables multiconductores (de más de 2000 volts). La ampacidad permisible de los cables multiconductores debe ser como se establece en las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) sujeta a las siguientes disposiciones:

a. Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, se permitirá como máximo el 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) para los cables multiconductores.

b. Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas portacables sin tapas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable, su ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles de las 310-60(c)(71) y 310-60(c)(72).

2) Cables de un solo conductor (de más de 2000 volts). La ampacidad de los cables de un solo conductor o los conductores individuales en grupos de tres conductores trenzados, cuatro conductores trenzados, etc., deben cumplir lo siguiente:

a. La ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70). Cuando las charolas portacables estén cubiertas por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de un solo conductor de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70).

b. Cuando se instalen cables de un conductor individual en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre conductores individuales no menor al diámetro de un cable, la ampacidad de los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70).

c. Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(67) y 310-60(c)(68).

C. Especificaciones de construcción

392-100. Construcción

a) Resistencia y rigidez. Las charolas portacables deben tener resistencia y rigidez suficientes para ofrecer un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellas.

b) Bordes lisos. Las charolas portacables no deben tener bordes afilados, rebabas ni salientes que puedan dañar el aislamiento o la cubierta del alambrado.

c) Protección contra la corrosión. Los sistemas de charolas portacables deben ser de un material resistente a la corrosión. Si son de un material ferroso, el sistema debe estar protegido contra la corrosión, tal como se exige en 300-6.

d) Peralte. Las charolas portacables deben tener peraltes u otros miembros estructurales equivalentes.

e) Accesorios. Las charolas portacables deben incluir accesorios u otros medios adecuados para poder cambiar la dirección y elevación de los tramos.

f) Charolas portacables no metálicas. Las charolas portacables no metálicas deben estar hechas de material resistente a la propagación del fuego.

ARTICULO 394

ALAMBRADO OCULTO SOBRE AISLADORES DE PORCELANA Y TUBO

A. Generalidades

394-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para instalaciones ocultas sobre aisladores de porcelana y tubo.

394-2. Definición.

Alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo. Método de alambrado que utiliza aisladores de porcelana, tubos y tubería no metálica flexible para la protección y el soporte de conductores aislados individuales.

B. Instalación

394-10. Usos permitidos. El alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo se permitirá instalarlo en los espacios vacíos de paredes y plafones, o en desvanes o espacios bajo los techos, sin acabado, según lo especifica 394-23, únicamente en los siguientes casos:

(1) Para extensiones de instalaciones existentes.

(2) En otros lugares con aprobación especial.

394-12. Usos no permitidos. No se debe usar alambrado oculto sobre aisladores de porcelana y tubo en los siguientes lugares:

(1) Garajes comerciales.

(2) Teatros y lugares similares.

(3) Estudios cinematográficos.

(4) Lugares peligrosos (clasificados)

(5) Espacios huecos de las paredes, plafones y desvanes, cuando dichos espacios estén aislados por material suelto, enrollado o esponjoso que envuelva los conductores.

394-17. A través o en paralelo a los miembros estructurales. Cuando los conductores pasen a través de agujeros en los miembros estructurales, deben cumplir lo establecido en 398-17. Cuando pasen a través de miembros estructurales de madera en divisiones de yeso, los conductores se deben proteger mediante tubos aislantes no combustibles y no absorbentes que se prolonguen no menos de 7.50 centímetros más allá de los miembros de madera.

394-19. Distancias.

a) General. Entre los conductores se debe mantener una distancia no menor a 7.50 centímetros y una distancia no menor a 2.50 centímetros entre el conductor y la superficie sobre la que pase.

b) Espacio limitado para el conductor. Cuando haya poco espacio para cumplir con las anteriores distancias de seguridad, como en los medidores, tableros de distribución, salidas y puntos de interrupción, los conductores individuales se deben encerrar en tubería no metálica flexible que debe ser de tramo continuo entre el último soporte y el envolvente o punto terminal.

c) Distancia desde tuberías, conductores expuestos, etc. Los conductores deben cumplir las disposiciones de 398-19 con respecto a las distancias desde otros conductores expuestos, tuberías, etc.

394-23. En desvanes accesibles. Los conductores en desvanes sin acabar y espacios bajo el techo deben cumplir con (a) o (b) siguientes.

NOTA: En cuanto a los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo o a través de agujeros perforados en las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, columnas o travesaños diagonales a una altura no menor a 2.10 metros por encima del piso o vigas de piso, deben protegerse mediante largueros fuertes que se prolonguen no menos de 2.50 centímetros a cada lado de los conductores.

Estos largueros deben estar sujetados y asegurados en su lugar. No se exigirán largueros ni tiras protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, columnas o travesaños diagonales.

b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación, en los espacios en el desván y bajo el techo que no sean accesibles por una escalera permanente o de mano, y que tengan en todos sus puntos una altura de techo menor a 90 centímetros, se permitirá instalar el alambrado en los bordes de los travesaños inclinados o vigas del lado del espacio del desván o techo.

394-30. Sujeción y soporte.

a) Soporte. Los conductores deben estar soportados rígidamente sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con ningún otro objeto.

Los soportes se deben instalar como sigue:

(1) Dentro de 15 centímetros a cada lado de cada empalme o derivación.

(2) A intervalos no superiores a 1.40 metros. Cuando no es posible colocar soportes, se permitirá tender los conductores a través de espacios huecos en lugares secos, si cada conductor está encerrado individualmente en una tubería no metálica flexible que debe estar en tramos continuos entre soportes, entre cajas o entre un soporte y una caja.

b) Sujeción. Cuando se utilicen aisladores sólidos de porcelana, los conductores se deben sujetar y asegurar a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

394-42. Dispositivos. Los interruptores deben cumplir con 404-4 y 404-10(b).

394-56. Empalmes y derivaciones. Los empalmes se deben soldar, a no ser que se utilicen dispositivos de empalme aprobados.

No se deben hacer empalmes en línea o que estén sometidos a tensión mecánica.

C. Especificaciones de construcción

394-104. Conductores. Los conductores deben ser del tipo que se especifica en el Artículo 310.

ARTICULO 396

ALAMBRADO SOSTENIDO POR CABLE MENSAJERO

A. Generalidades

396-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el alambrado sostenido por un cable mensajero.

396-2. Definición.

Alambrado sostenido por cable mensajero. Sistema de soporte de alambrado visible que usa cables mensajeros para sostener conductores aislados mediante uno de los siguientes medios:

(1) Un cable mensajero con anillos y guardacabos para soportar los conductores.

(2) Un cable mensajero con amarres (espiral de alambre que envuelve al conductor y al cable mensajero) instalados en obra para sostener los conductores.

(3) Un cable aéreo ensamblado en fábrica.

(4) Cables múltiplex que utilizan un conductor desnudo, ensamblado en fábrica y trenzado con uno o más conductores aislados, formando construcciones tipo dúplex (dos conductores trenzados), tríplex (tres conductores trenzados) o cuádruplex (cuatro conductores trenzados).

B. Instalación

396-10. Usos permitidos.

a) Tipos de cables. En instalaciones con alambrado soportado por cable mensajero se permitirá instalar los tipos de cables de la Tabla 396-10(a), bajo las condiciones descritas en el Artículo o sección que se mencionan para cada uno.

Tabla 396-10(a).- Tipos de cable

Tipo de cable	Sección	Artículo
Cable con aislamiento mineral y cubierta metálica		332
Cable con armadura metálica		330
Cable de media tensión		328
Cable de potencia limitada para charola portacables	725-154(c) y 725-179(e)	
Cable multiconductor acometida		338
Cable multiconductor para alimentadores y circuitos derivados subterráneos		340
Cables de fuerza y control para charola portacables		336
Otros cables multiconductores, de control, de señalización o de fuerza ensamblados en fábrica que están identificados para ese uso		

b) En establecimientos industriales. En establecimientos industriales solamente, cuando sus condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación soportada por mensajero será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá usar los siguientes cables:

(1) Cualquiera de los tipos de conductores mostrados en la Tabla 310-104(a) o en la Tabla 310-104(b).

(2) Cable de media tensión.

Cuando estén expuestos a la intemperie, los conductores deben estar aprobados para uso en lugares mojados. Cuando estén expuestos a los rayos directos del sol, los cables o conductores deben ser resistentes a la luz del sol.

c) En lugares peligrosos (clasificados). Se permitirán los alambrados soportados por cables mensajeros en lugares peligrosos (clasificados) cuando los cables y los alambrados soportados por cables mensajeros se permiten específicamente por otros Artículos en esta NOM.

396-12. Usos no permitidos. No se debe usar alambrados soportados por cables mensajeros en los fosos de ascensores o cuando estén expuestos a daños físicos.

396-30. Cable mensajero

a) Soporte. Los cables mensajeros se deben sostener en los remates y en puntos intermedios, de modo que se elimine la tensión mecánica sobre los conductores. No se permitirá que los conductores estén en contacto con los soportes de los mensajeros ni con miembros estructurales, paredes o tuberías.

b) Conductor del neutro. Cuando el cable mensajero se usa como conductor del neutro debe cumplir con los requisitos de 225-4, 250-184(a), 250-184(b)(7) y 250-186(b).

c) Conductor de puesta a tierra del equipo. Cuando el cable mensajero se usa como conductor de puesta a tierra del equipo debe cumplir con los requisitos de 250-32(b), 250-118, 250-184(b)(8) y 250-186(d).

396-56. Empalmes y derivaciones de los conductores. En los alambrados sostenidos por cables mensajeros, se permitirán empalmes y derivaciones de los conductores que estén hechas y aisladas por métodos aprobados.

396-60. Puesta a tierra. El cable mensajero se debe poner a tierra tal como lo exigen 250-80 y 250-86 para la puesta a tierra de envolventes.

ARTICULO 398

ALAMBRADO ABIERTO SOBRE AISLADORES

A. Generalidades

398-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, instalación y especificaciones de construcción para el alambrado abierto sobre aisladores.

398-2. Definición.

Alambrado abierto sobre aisladores. Método de alambrado visible en el que se usan grapas, aisladores de porcelana, tubos y tubería flexible para la protección y soporte de conductores aislados individuales tendidos en edificios o sobre ellos.

B. Instalación

398-10. Usos permitidos. Se permitirán instalaciones de alambrado abierto sobre aisladores en sistemas de 600 volts o menos, sólo en establecimientos industriales o agrícolas en los siguientes casos:

(1) En interiores o exteriores.

(2) En lugares secos o mojados.

(3) Cuando estén sometidos a vapores corrosivos

(4) Para acometidas.

398-12. Usos no permitidos. No se permitirán instalaciones de alambrado abierto sobre aisladores cuando están ocultas por la estructura de un edificio.

398-15. Instalaciones visibles.

a) Lugares secos. En lugares secos y cuando no estén expuestos a daños físicos, se permitirá que los conductores estén encerrados independientemente en tubería flexible no metálica. La tubería debe ser de tramos continuos no superiores a 4.50 metros y se debe fijar a la superficie con abrazaderas a intervalos no superiores a 1.40 metros.

b) Espacios de entrada de los conductores en lugares sometidos al agua, a la humedad o a vapores corrosivos. Cuando los conductores entren o salgan de lugares sometidos al agua, a la humedad o a vapores corrosivos, se debe formar con ellos curva de goteo y después pasarlos hacia arriba y hacia adentro, desde el exterior del edificio, o desde el lugar húmedo, mojado o corrosivo a través de tubos aislantes no combustibles y no absorbentes.

NOTA: Para conductores individuales que entran o salen de edificios u otras estructuras, véase 230-52.

c) Expuestos a daños físicos. Se deben considerar expuestos a daños físicos los conductores que estén dentro de los primeros 2.10 metros sobre del piso. Cuando los conductores abiertos que atraviesen vigas del techo y columnas de pared y estén expuestos a daños físicos, se deben proteger por alguno de los siguientes métodos:

(1) Tiras protectoras de espesor nominal no menor a 2.50 centímetros y una altura como mínimo igual a la de los soportes aislantes, colocadas en cada lado y cerca del conductor.

(2) Mediante un larguero sólido, de mínimo 13 centímetros de espesor, en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales. Estos largueros deben prolongarse como mínimo 2.50 centímetros fuera de los conductores, pero no más de 5 centímetros y los laterales de protección deben tener como mínimo 5 centímetros de altura y 2.50 centímetros de espesor.

(3) Mediante una caja hecha de acuerdo con 398-15(c)(1) o (c)(2) y equipada con una cubierta retirada al menos 2.50 centímetros de los conductores que pasan por su interior. Cuando se protegen conductores verticales sobre paredes laterales, esta caja debe ir cerrada por arriba, y los orificios a través de los cuales pasen los conductores deben tener pasacables.

(4) Mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico o tuberías eléctricas metálicas. Cuando se instalan en tuberías metálicas, los conductores deben ir encerrados en tramos continuos de tubería flexible aprobada.

398-17. A través o en paralelo a los miembros estructurales. Se debe evitar el contacto de los conductores abiertos con las paredes, pisos, vigas de madera o divisiones a través de los cuales pasen, mediante el uso de tubos o pasacables de material aislante no combustible y no absorbente. Cuando el pasacables sea más corto que el agujero, se debe introducir en el agujero una funda a prueba de agua de material no inductivo, e introducir después un pasacables aislante por cada extremo de la funda, de modo que los conductores no toquen en absoluto la funda. Cada conductor se debe llevar a través de un tubo o funda independiente.

NOTA: Véase 310-15(a)(3) para la limitación de temperatura de los conductores.

398-19. Distancias. Los conductores abiertos deben estar separados como mínimo 5 centímetros de canalizaciones, tuberías metálicas u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de alumbrado, fuerza o señalización o deben estar separados de ellos por un material no conductor continuo y fijo firmemente además del aislante del conductor. Cuando se utilice cualquier tipo de tubo aislante, se debe asegurar en sus extremos. Cuando sea posible, los conductores deben pasar sobre cualquier tubería que pueda estar sujeta a fugas o acumulación de humedad, y no por debajo de ella.

398-23. En desvanes accesibles. Los conductores en desvanes sin acabar y espacios bajo el techo deben cumplir las disposiciones de 398-23(a) o (b).

a) Accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños o a través de agujeros perforados en los mismos. Cuando pasen a través de agujeros perforados, los conductores que atraviesen las vigas, columnas o travesaños a una altura no menor a 2.10 metros por encima del piso o vigas del piso, deben protegerse mediante largueros rígidos que se prolonguen no menos de 2.50 centímetros a cada lado del conductor. Estos largueros deben estar asegurados firmemente en su lugar. No se exigirán largueros ni tiras protectoras para conductores instalados a lo largo de las vigas, columnas o travesaños diagonales.

b) No accesibles mediante una escalera permanente o de mano. Los conductores se deben instalar a lo largo de las vigas del piso, columnas o travesaños diagonales o a través de agujeros perforados en los mismos.

Excepción: En edificios terminados antes de hacer la instalación, en los espacios en el desván y bajo el techo que no sean accesibles por una escalera permanente o de mano, y que tengan en todos sus puntos una altura de techo menor que 90 centímetros, se permitirá instalar el alambrado en los bordes de los travesaños o vigas del lado del espacio del desván o techo.

398-30. Sujeción y soporte.

a) Conductores de tamaño menor que 8.37 mm^2 (8 AWG). Los conductores de tamaño menor que 8.37 mm^2 (8 AWG) deben estar soportados rígidamente sobre materiales aislantes no combustibles y no absorbentes y no deben estar en contacto con ningún otro objeto.

Los soportes se deben instalar como sigue:

(1) Dentro de los primeros 15 centímetros desde un empalme o derivación.

(2) Dentro de los primeros 30 centímetros de la conexión final a un portalámparas o contacto.

(3) A intervalos no superiores a 1.40 metros y a intervalos menores, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando puedan ser perturbados.

b) Conductores de tamaños 8.37 mm^2 (8 AWG) y mayores. Se permitirá que los soportes para los conductores de 8.37 mm^2 (8 AWG) o mayores, instalados a través de espacios abiertos, estén separados hasta 4.50 metros, si se utilizan separadores aislantes no combustibles y no absorbentes como mínimo cada 1.40 metros para mantener una separación entre conductores de 6.50 milímetros como mínimo.

En construcciones de edificios de molinos en las que no sea probable que se produzcan perturbaciones, se permitirá tender conductores de 8.37 mm^2 (8 AWG) y mayores a través de espacios abiertos, si están soportados en todos los travesaños de madera sobre aisladores aprobados que mantengan una distancia de 15 centímetros entre conductores.

c) Establecimientos industriales. En establecimientos industriales únicamente, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que la instalación será atendida por personas calificadas, se permitirá utilizar conductores de 127 mm^2 (250 kcmil) y mayores a través de espacios abiertos, cuando estén soportados a intervalos de hasta 9 metros.

d) Montaje de los soportes de los conductores. Cuando se utilicen clavos para montar los aisladores de porcelana, no deben ser de menos de 7.60 centímetros.

Cuando se utilicen tornillos para montar los aisladores, o clavos y tornillos para montar las abrazaderas, deben ser de longitud suficiente para penetrar la madera a una profundidad igual, como mínimo, a la mitad de la altura del aislador y todo el espesor de la abrazadera. Con los clavos se deben utilizar arandelas amortiguadoras.

e) Alambres de amarre. Los conductores de 8.37 mm^2 (8 AWG) o mayores, y soportados en aisladores de porcelana sólidos, deben estar firmemente atados a ellos mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor.

398-42. Dispositivos. Los interruptores de acción rápida de tipo superficie, se deben montar de acuerdo con 404-10(a) y no se exigirán cajas. Los interruptores de otros tipos se deben instalar de acuerdo con 404-4.

C. Especificaciones de construcción

398-104. Conductores. Los conductores deben ser del tipo que se especifica en el Artículo 310.

ARTICULO 399

CONDUCTORES AEREOS EN EXTERIORES DE MAS DE 600 VOLTS

399-1. Alcance. Este Artículo trata sobre el uso e instalación de conductores aéreos de más de 600 volts, en exteriores.

399-2. Definición

Conductores aéreos en exteriores. Conductores individuales, aislados, recubiertos o desnudos, instalados sobre estructuras de soporte, en exteriores.

399-10. Usos permitidos. Se permitirán los conductores aéreos de más de 600 volts en exteriores, sólo para sistemas de más de 600 volts, como a continuación se indica:

(1) En exteriores

(2) Para conductores de acometida, alimentadores y circuitos derivados.

NOTA: Véase el Artículo 922 Líneas Aéreas.

399-12. Usos no permitidos. No se permitirá que los conductores aéreos de más de 600 volts sean instalados en lugares interiores.

399-30. Soporte

a) Conductores. La separación entre conductores debe calcularse incluyendo lo siguiente:

(1) Tensión aplicada

(2) Tamaño del conductor

(3) Distancia entre las estructuras de soporte

(4) Tipo de estructura

(5) Carga del viento y del hielo

(6) Protección contra sobretensiones

b) Estructuras. Se deberán suministrar estructuras de madera, metal, concreto o combinaciones de estos materiales para soporte de las conductores aéreos de más de 600 volts. El diseño de cada estructura de soporte deberá incluir lo siguiente:

(1) Condiciones del suelo

(2) Ajustes de cimientos y estructuras

(3) Peso de todos los equipos y conductores sostenidos

(4) Carga debida al clima y otras condiciones, tales como, pero no limitadas a, nieve, viento, temperatura y rayos

(5) Angulo cuando se presenta cambio de dirección

(6) Claros entre estructuras adyacentes

(7) Efecto de las estructuras de remate

(8) Resistencia de retenidas y anclas de retenidas

(9) Tamaño de la estructura y material

(10) Herrajes

c) Aisladores. Los aisladores utilizados para soportar conductores se deben clasificar para todo lo siguiente:

(1) Tensión aplicada de fase a fase

(2) Fuerza mecánica requerida para cada instalación individual

(3) Nivel básico de impulso no disruptivo de acuerdo con la Tabla 490-24

NOTA: 399-30 (a), (b), y (c) son listas que no pretenden contener todo lo necesario.

CAPITULO 4.

EQUIPO DE USO GENERAL

ARTICULO 400

CABLES Y CORDONES FLEXIBLES

A. Generalidades

400-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales, las aplicaciones y las especificaciones de construcción de los cordones flexibles y de los cables flexibles.

400-2. Otros Artículos. Los cordones y cables flexibles deben cumplir lo establecido en este Artículo y las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

400-3. Uso. Los cables y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

400-4. Tipos. Los cables y cordones flexibles deben cumplir con lo especificado en la Tabla 400-4.

400-5. Ampacidad para cordones y cables flexibles.

a) Tablas de Ampacidad. La Tabla 400-5(a)(1) presenta las ampacidades permisibles y la Tabla 400-5(a)(2) presenta la ampacidad de los cables y cordones flexibles con no más de tres conductores de fase. Estas tablas se deben utilizar junto con las normas aplicables de producto para uso final, con el fin de asegurar la selección del tamaño y tipo apropiados. Cuando los cordones se usan en temperaturas ambiente mayores que 30 °C, los factores de corrección de temperatura de la Tabla 310-15(b)(2)(a) que corresponden a la temperatura nominal del cordón se deben aplicar a la ampacidad de la Tabla 400-5(a)(2). Si el número de conductores de fase es mayor a tres, la ampacidad permisible o la ampacidad para cada conductor se debe reducir a partir de la de cables de tres conductores, como se ilustra en la siguiente Tabla 400-5(a)(3).

NOTA: Véase Apéndice A, Tabla B-310-15(b)(2)(11), para factores de ajuste para más de tres conductores de fase en una canalización o cable con diversidad de cargas.

No se exigirá que un conductor del neutro que sólo transporte la corriente de desbalance de otros conductores del mismo circuito, cumpla con los requisitos para un conductor portador de corriente.

En un circuito de 3 hilos, con dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, por lo que se debe considerar como un conductor portador de corriente.

En un circuito de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, cuando más del 50 por ciento de la carga consiste en cargas no lineales, hay corrientes armónicas presentes en el conductor del neutro y este conductor se debe considerar como conductor portador de corriente.

No se debe considerar conductor portador de corriente un conductor de puesta a tierra de equipos.

Cuando se utilice un solo conductor tanto para puesta a tierra de los equipos como para transportar la corriente de desequilibrio de otros conductores, como se establece en 250-140 para estufas y secadoras eléctricas de ropa, no se debe considerar como conductor portador de corriente.

b) Temperatura máxima del aislamiento. En ningún caso los conductores deben estar asociados de modo que, teniendo en cuenta el tipo de circuito, el método de alambrado usado o el número de conductores, se excedan los límites de temperatura de los mismos.

c) Supervisión de ingeniería. Bajo supervisión de ingeniería, se permitirá que las ampacidades del conductor sean calculadas de acuerdo con 310-15(c).

Tabla 400-4.- Cordones y cables flexibles (Ver 400-4)

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento[1]	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Area mm^2	AWG o kcmil	mm					
Cordón para lámpara	C	300	18 – 16	2 o más	Termofijo o Termoplástico	0.824 - 13.3	18 -16	0.76	Algodón	Ninguno	Colgantes o portátiles	Lugares secos	Uso no rudo
		600	14 - 10			2.08 – 5.26	14 -10	1.14					
Cable para elevador	E Ver Nota 7 Ver Nota11 Ver Nota 12.	300 ó 600	20 - 2	2 o más	Termofijo	0.5191 -1.31	20 - 16	0.51	Algodón	Tres de algodón, uno exterior retardante de la flama y resistente a la humedad. Ver Nota 5.	Alumbrado y control de elevadores	Lugares no clasificados	
						2.08 -3.31	14 - 12	0.76					
						3.31 -5.26	12 - 10	1.14					
						8.37 – 33.6	8 - 2	1.52					
						0.5191 -1.31	20 - 16	0.51	Chaqueta de nylon flexible				
						2.08 -3.31	14 - 12	0.76					
						3.31 -5.26	12 - 10	1.14					
						8.37 – 33.6	8 - 2	1.52					
Cable para elevador	EO Ver Nota 7. Ver Nota 12.	300 ó 600	20 - 2		Termofijo	0.5191 -1.31	20 - 16	0.51	Algodón	Tres de algodón, uno exterior retardante de la flama y resistente a la humedad. Ver Nota 5.	Alumbrado y control de elevadores	Lugares no clasificados	
						2.08 -3.31	14 - 12	0.76					
						3.31 -5.26	12 - 10	1.14		Una de algodón y una cubierta de neopreno. Ver Nota 5.		Lugares clasificados (peligrosos)	
						8.37 – 33.6	8 - 2	1.52					
Cable para elevador	ETP Ver Nota 7. Ver Nota 12.	300 ó 600							Rayón	Termoplástico	Lugares clasificados (peligrosos)		
	ETT Ver Nota 7. Ver Nota 12.	300 ó 600							Ninguno	Uno de algodón o equivalente y una cubierta termoplástica			

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento[1]	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Area mm^2	AWG o kcmil	mm					
Cable para vehículo eléctrico	EV	600	18 – 500 Ver nota 13	2 o más, y conductor(es) de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Termofijo con nylon opcional. Ver Nota 14.	0.824 – 1.31 2.08 – 5.26 8.37 -33.6 42.4 – 107 127 -253	18 -16 14 -10 8 -2 1 – 4/0 250 - 500	0.76 (0.51) 1.14 (0.76) 1.52 (1.14) 203 (1.52) 2.41 (1.90) Ver Nota 14.	Opcional	Termofijo	Cargador de vehículo eléctrico	Lugares mojados	Uso extra rudo
	EVJ	300	18 – 12 Ver nota 13			0.824 – 3.31	18 - 12	0.76 (0.51) Ver Nota 14.					Uso rudo
	EVE	600	18 – 500 Ver nota 13	2 o más, y conductores de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Elastómero termoplástico con nylon opcional. Ver Nota 14.	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76 (0.51)		Elastómero termoplástico			Uso extra rudo
						2.08 – 5.26 8.37 -33.6 42.4 – 107 127 -253	14 - 10 8 -2 1 - 4/0 250 - 500	1.14 (0.76) 1.52 (1.14) 203 (1.52) 2.41 (1.90) Ver Nota 14.					
	EVJE	300	18 – 12 Ver nota 13			0.824 – 3.31	18 - 12	0.76 (0.51) Ver Nota 14.					Uso rudo
	EVT	600	18 – 500 Ver nota 13	2 o más, y conductores de puesta a tierra, más cables opcionales de datos híbridos, señalización, comunicaciones y fibra óptica	Termo- plástico con nylon opcional. Ver Nota 14.	0.824 – 1.31 2.08 – 5.26 8.37 -33.6 42.4 – 107 127 -253	18 - 16 14 - 10 8 -2 1 - 4/0 250 - 500	0.76 (0.051) 1.14 (0.76) 1.52 (1.14) 203 (1.52) 2.41 (1.90) Ver Nota 14.	Opcional	Termoplástico	Cargador de vehículo eléctrico	Lugares mojados	Uso extra rudo
	EVJT	300	18 – 12 Ver nota 13			0.824 – 3.31	18 - 12	0.76 (0.051) Ver Nota 14					Uso rudo
Cable de energía portátil	G	2000	12 - 500	2-6, más conductores de puesta a tierra	Termofijo	3.31 – 33.6 42.4 – 107 127 - 253	12 - 2 1 - 4/0 250 - 500	1.52 2.03 2.41		Termofijo resistente al aceite	Portátil y uso extra rudo		
	G-GC	2000	12 - 500	3-6, más conductores de puesta a tierra y 1 conductor de verificación de tierra	Termofijo	3.31 – 33.6	12 - 2	1.52		Termofijo resistente al aceite			
						42.4 – 107	1 4/0	2.03					
						127 - 253	250 - 500	2.41					
Cordón de calentador	HPD	300	18 - 12	2, 3 o 4	Termofijo	0.824 – 1.31 2.08 – 3.31	18 - 16 14 - 12	0.38 0.76	Ninguno	Algodón o rayón	Calentadores portátiles	Lugares secos	Uso no rudo
Cordón paralelo de calentador	HPN Ver Nota 8.	300	18 - 12	2 o 3	Termofijo resistente al aceite	0.824 – 1.31 2.08 3.31	18-16 14 12	1.14 1.52 2.41	Ninguno	Termofijo resistente al aceite	Portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo
Cordones de calentador con cubierta termofija	HSJ	300	18 - 12	2, 3 o 4	Termofijo	0.824 – 1.31	18-16	0.76	Ninguno	Algodón y Termofijo	Portátil o calentador portátil	Lugares húmedos	Uso rudo
	HSJO	300	18 - 12		Termofijo resistente al aceite	2.08 – 3.31	14-12	1.14		Algodón y termofijo resistente al aceite			
	HSJOO	300	18 - 12										

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento[1]	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Area mm^2	AWG o kcmil	mm					
Cordones paralelos no integrados	NISP-1	300	20 – 18	2 ó 3	Termofijo	0.519–0.824	20 - 18	0.38	Ninguno	Termofijo	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo
	NISP-2	300	18 – 16			0.824 – 1.31	18 - 16	0.76					
	NISPE-1 Ver Nota 8	300	20 – 18		Elastómero termoplástico	0.519-0.824	20 - 18	0.38		Elastómero termoplástico			
	NISPE-2 Ver Nota 8	300	18 – 16			0.824 – 1.31	18 - 16	0.76					
	NISPT-1 Ver Nota 8.	300	20 -18		Termoplástico	0.5191-0.824	20 – 18	0.38		Termo-plástico			
	NISPT-2 Ver Nota 8	300	18 - 16			0.824 – 1.31	18 - 16	0.76					
Cordón portátil torcido	PD	300	18 – 16	2 o más	Termofijo o termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Algodón	Algodón o rayón	Colgante o portátil	Lugares secos	Uso no rudo
		600	14 – 10			2.08 – 5.26	14 - 10	1.14					
Cable de energía portátil	PPE	2000	12 – 5000	1-6, más conductores de puesta a tierra opcionales	Elastómero termoplástico	3.31 – 33.6	12 - 2	1.52		Elastómero termoplástico resistente al aceite	Portátil, uso extra rudo		
						42.4 - 107	1 - 4/0	2.03					
						127 - 253	250 - 500	2.41					
Cordón de uso rudo	S Ver Nota 6.	600	18 - 2	2 o más	Termofijo	0.824 – 1.31	18 -16	0.76	Ninguno	Termofijo	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra rudo
						2.08 – 5.26	14 10	1.14					
						8.37 – 33.6	8 - 2	1.52					
Cable flexible de energía para iluminación y escenarios	SC	600	8 - 250	1 o más		8.37 – 33.6	8 - 2	1.52		Termofijo[4]	Portátil, uso extra rudo		
	SCE	600			Elastómero termoplástico	42.4 – 107	1 - 4/0	2.03		Elastómero termoplástico[4]			
	SCT	600			Termoplástico	127	250	2.41		Termoplástico[4]			
Cordón de uso rudo	SE Ver Nota 6.	600	18 – 2	2 o más	Elastómero termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Ninguno	Elastómero termoplástico	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra rudo
						2.08 – 5.26	14 -10	1.14					
						8.37 – 33.6	8 -2	1.52					
	SEW Ver Nota 6. Ver Nota 15.	600										Lugares húmedos y mojados	
	SEO Ver Nota 6.	600								Elastómero termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos	
	SEOW Ver Nota 6. Ver Nota 15.	600										Lugares húmedos y mojados	
	SEOO Ver Nota 6.	600			Elastómero termoplástico resistente al aceite							Lugares húmedos	
	SEOOW Ver Nota 6. Ver Nota 15.	600										Lugares húmedos y mojados	

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento[1]	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Area mm^2	AWG o kcmil	mm					
Cordón para uso rudo	SJ	300	18 - 10	2 - 6	Termofijo	0.824 – 3.31 5.26	18 -12 10	0.76 1.14	Ninguno	Termofijo	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso rudo
	SJE	300			Elastómero termoplástico					Elastómero termoplástico			
	SJEW Ver Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJEO	300								Elastómero termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos	
	SJEOW Ver Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJEOO	300			Elastómero termoplástico resistente al aceite							Lugares húmedos	
	SJEOOW Ver Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJO	300			Termofijo					Termofijo resistente al aceite		Lugares húmedos	
	SJOW Ver Nota 15.	300										Lugar húmedos y mojados	
	SJOO	300			Termofijo resistente al aceite							Lugares húmedos	
	SJOOW Ver Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJT	300			Termoplástico	0.824 – 3.31 5.26				Termoplástico		Lugares húmedos	
	SJTW Ver Nota 15	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJTO	300					18 -12 10	0.76 1.14		Termoplástico resistente al aceite		Lugares húmedos	
	SJTOW Ver Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
	SJTOO	300			Termoplástico resistente al aceite							Lugares húmedos	
	SJTOOW Ver Nota 15.	300										Lugares húmedos y mojados	
Cordón para uso rudo	SO Ver Nota 6.	600	18 - 2	2 o más	Termofijo	0.824 – 1.31	18 -16	0.76	Ninguno	Termofijo resistente al aceite	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso extra rudo
	SOW Ver Nota 6. Ver Nota 15.	600										Lugares húmedos y mojados	
	SOO Ver Nota 6.	600			Termoplástico resistente al aceite	2.08 – 5.26 8.37 – 33.6	14 – 10 8 - 2	1.14 1.52				Lugares húmedos	
	SOOW Ver Nota 6. Ver Nota 15.	600										Lugares húmedos y mojados	

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento[1]	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Area mm^2	AWG o kcmil	mm					
Cordón paralelo termofijo	SP-1	300	20 – 18	2 o más	Termofijo	0.5191-0.824	20 - 18	0.76	Ninguno	Ninguno	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo
	SP-2	300	18 - 16			0.824 – 1.31	18-16	1.14					
	SP-3	300	18 - 10			0.824 – 1.31	18-16	1.52			Refrigeradores, aire acondicionado para cuartos y lo permitido en 422-16(b)		
						2.08	14	2.03					
						3.31	12	2.41					
						5.26	10	2.80					
Cordón paralelo todo de elastómero (termoplástico)	SPE-1 Ver Nota 8.	300	20 – 18	2 o más	Elastómero termoplástico	0.5191-0.824	20 - 18	0.76	Ninguno	Ninguno	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo
	SPE-2 Ver Nota 8.	300	18 – 16			0.824 – 1.31	18 -16	1.14					
	SPE-3 Ver Nota 8.	300	18 - 10			0.824 – 1.31	18 -16	1.52			Refrigeradores, aire acondicionado para cuartos y lo permitido en 422-16(b)		
						2.08	14	2.03					
						3.31	12	2.41					
						5.26	10	2.80					
Cordón paralelo plástico	SPT-1	300	20 - 18	2 ó 3	Termo plástico	0.519-0.824	20 - 18	0.76	Ninguno	Ninguno	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo
	SPT-1W Ver Nota 15	300		2								Lugares húmedos y mojados	
	SPT-2	300	18 - 16	2 ó 3		0.824 – 1.31	18 -16	1.14				Lugares húmedos	
	SPT-2W Ver Nota 15.	300		2								Lugares húmedos y mojados	
	SPT-3	300	18 - 10	2 ó 3		0.824 – 1.31 2.08 3.31 5.26	18 - 16 14 12 10	1.52 2.03 2.41 2.80			Refrigeradores, aire acondicionado para cuartos y lo permitido en 422-16(b)	Lugares húmedos	
Cable para estufas o secadoras	SRD	300	10 - 4	3 ó 4	Termofijo	5.26 – 21.2	10 - 4	1.14	Termofijo	Termofijo	Portátil	Lugares húmedos	Estufas secadoras
	SRDE	300	10 - 4		Elastómero termoplástico				Elastómero termoplástico	Elastómero termoplástico			
	SRDT	300	10 - 4		Termoplástico				Termoplástico	Termoplástico			
Cordón para uso rudo	ST	600	18 - 2	2 o más	Termoplástico	0.824 – 1.31 2.08 – 5.26 8.37 – 33.6	18 16 14 - 10 8 - 2	0.76 1.14 1.52	Ninguno	Termoplástico	Trabajo extra rudo	Trabajo extra rudo	Trabajo extra rudo
	STW	600										Trabajo extra rudo	
	STO	600								Termoplástico resistente al aceite		Trabajo extra rudo	
	STOW	600										Trabajo extra rudo	
	STOO	600			Termoplástico resistente al aceite							Trabajo extra rudo	
	STOOW	600										Trabajo extra rudo	

Nombre comercial	Tipo de cordón o cable	Tensión	AWG o kcmil	Número de conductores	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor nominal del aislamiento[1]	Malla sobre cada conductor	Material de la cubierta exterior	Uso		
						Area mm^2	AWG o kcmil	mm					
Cordón para aspiradoras	SV	300	18 - 16	2 o 3	Termofijo	0.824 – 1.31	18 -16	0.38	Ninguno	Termofijo	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Uso no rudo
	SVE	300			Elastómero termoplástico					Elastómero termoplástico			
	SVEO	300								Elastómero termoplástico resistente al aceite			
	SVEOO	300			Elastómero termoplástico resistente al aceite								
	SVO	300			Termofijo					Termofijo resistente al aceite			
	SVOO	300			Termofijo resistente al aceite					Termofijo resistente al aceite			
	SVT	300			Termoplástico					Termoplástico			
	SVTO	300			Termoplástico					Termoplástico resistente al aceite			
	SVTOO	300			Termoplástico resistente al aceite								
Cordón tinsel paralelo	TPT Ver Nota 4.	300	27	2	Termoplástico	0.102	27	0.76	Ninguno	Termoplástico	Conectado a un aparato	Lugares húmedos	Uso no rudo
Cordón tinsel con cubierta	TST Ver Nota 4.	300	27	2	Termoplástico	0.102	27	0.038	Ninguno	Termoplástico	Conectado a un aparato	Lugares húmedos	Uso no rudo
Cable de energía portátil	W	2000	12 – 500 501 - 1000	1-6 1	Termofijo	3.31 – 33.6 42.4 – 107 127 – 253 254 - 507	12 -2 1 - 4/0 250 - 500 501 - 1000	1.52 2.03 2.41 2.80		Termofijo resistente al aceite	Portátil, uso extra rudo		

NOTAS

[1] Ver la Nota 10.

[2] La cubierta exterior requerida en algunos cables de conductores individuales puede ser integrada con el aislamiento.

[3] Todos los tipos de la Tabla 400-4 deben ser conductores individuales torcidos, excepto para los tipos HPN, SP-1, SP-2, SP-3, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, STP-3, TPT, NISP-1, NISP-2, NISPT-1, NISPT-2, NISPE-1, NISPE-2 y las versiones de cables paralelos de tres conductores de los cables SRD, SRDE y SRDT.

[4] Se permitirán cables tipo TPT, TS y TST en tramos que no excedan los 2.50 metros cuando vayan unidos directamente o mediante un tipo de clavija de conexión especial a aparatos portátiles de 50 watts nominales o menos y de tal naturaleza que resulte esencial una gran flexibilidad del cordón.

[5] Como sustituto del trenzado interno se permitirá utilizar cintas rellenas de hule o de tela barnizada.

[6] En los escenarios de los teatros, en los garajes y en otros lugares donde esta NOM autorice cordones flexibles, se permitirá el uso de cables tipo G, G-GC, S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, PPE y W.

[7] Los cables móviles de elevadores para circuitos de control y señalización, deben incluir rellenos no metálicos para mantener su forma concéntrica. Los cables deben tener elementos de soporte de acero como exige 620-41 para la suspensión. En lugares sometidos a humedad excesiva, vapores o gases corrosivos, se permitirá utilizar elementos de soporte de otros materiales. Cuando se utilicen elementos de soporte de acero, deben ir rectos a través del centro del ensamble del cable y no deben cablearse con los hilos de cobre de los conductores. Además de los conductores utilizados para circuitos de control y señalización, se permitirá que los cables para elevadores tipos E, EO, ETP y ETT lleven incorporados uno o más pares telefónicos con tamaño o designación de 0.519 mm^2 (20 AWG), uno o más cables coaxiales o una o más fibras ópticas. Se permitirá que los pares conductores con tamaño o designación de 0.519 mm^2 (20 AWG) estén cubiertos con un blindaje adecuado para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio o de alta frecuencia; los cables coaxiales consisten en un conductor central, un aislamiento y un blindaje para usar en circuitos de comunicaciones para vídeo o radiofrecuencia. La fibra óptica debe ir recubierta adecuadamente con un termoplástico retardante de la flama. El aislamiento de los conductores debe ser hule o termoplástico, de un espesor no menor al especificado para los demás conductores de ese tipo particular de cable. La armadura metálica debe tener su propio recubrimiento protector. Cuando se utilicen, se permitirá que estos componentes vayan incorporados en cualquier capa del ensamble del cable, pero no deben ir en línea recta a través del centro del ensamble.

[8] El tercer conductor en el tipo HPN sólo se debe utilizar como un conductor de puesta a tierra de los equipos. El aislamiento del conductor de puesta a tierra de equipos para los tipos SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-2, SPT-3, NISPT-1, NISPT-2, NISPE.10 y NISPE-2 se permitirá que sea un polímero termofijo.

[9] Los conductores individuales de todos los cordones, excepto los de los cordones resistentes al calor, deben llevar aislamiento de termoplástico o termofijo excepto que el conductor de puesta a tierra de los equipos, cuando se utilice, debe cumplir lo establecido en 400-23 (b).

[10] Cuando la tensión entre dos conductores cuales quiera sea mayor de 300 volts pero no exceda los 600 volts, los cordones flexibles con tamaño o designación de 5.26 mm^2 (10 AWG) y menores deben tener sus conductores individuales con aislamiento termoplástico o termofijo de 1.14 mm^2 de espesor como mínimo, a menos que se utilicen cordones tipo S, SE, SEO, SEOO, SO, SOO, ST, STO o STOO.

[11] Se permitirá que los aislamientos y recubrimientos exteriores que cumplan los requisitos de retardante de la flama, baja emisión de humos y baja emisión de gas ácido halogenado y que estén así aprobados tengan la con el sufijo LS.

[12] Los cables de elevadores en tamaño o designación de 0.519 mm^2 (20 AWG) hasta 2.08 mm^2 (14 AWG) son de 300 volts nominales y los de 5.26 mm^2 (10 AWG) hasta 33.6 mm^2 (2 AWG) son de 600 volts nominales. El cable de 3.31 mm^2 (12 AWG) está especificado para 300 volts nominales con un aislamiento de 0.76 milímetros de espesor y para de 600 volts con un aislamiento de 1.14 milímetros de espesor.

[13] El tamaño o designación del conductor para los cables tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT se aplica solamente para circuitos de potencia no limitada. Los conductores para circuitos de potencia limitada (de datos, señalización o comunicaciones) se pueden ampliar más allá del intervalo del tamaño o designación AWG establecido. Todos los conductores deben estar aislados para el mismo valor de tensión nominal del cable.

[14] Entre paréntesis se indica el espesor del aislamiento de los cables de nylon tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT y EVJT.

[15] Se permitirá que los cordones que cumplen con los requisitos para cordones en exteriores y que están aprobados como tales, se designen como resistentes al agua y a la intemperie con el sufijo "W" después de la designación del tipo de código. Los cordones con el sufijo "W" son adecuados para uso en lugares mojados y son resistentes a la luz del sol.

Tabla 400-5(a)(1).- Ampacidad permisible para cables y cordones flexibles a temperatura ambiente de 30 °C. Ver 400-13 y la Tabla 400-4

Conductor de cobre		Termoplásticos Tipos TPT y TST	Termofijos tipos C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SHOW, SJOO, SJOOW, SO, SOW, SOO, SOOW, SP-1, SP-2, SP-3, SRD, SV, SVO y SVOO Termoplásticos Tipos ET, ETLB, ETP, ETT, SE, SEW, SEO, SEOW, SEOOW, SJE, SJEW, SJEO, SJEOW, SJEOOW, SJT, SJTW, SJTO, SJTOW, SJTOO, SJTOOW, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT-1W, SPT-2, SPT-2W, SPT-3, ST, SRDE, SRDT, STO, STOW, STOO, STOOW, SVE, SVEO, SVT, SVTO y STVOO		Tipos: HPD, HSJ, HSJO, HSJOO
Area mm^2	AWG		Columna A$^+$	Columna B$^+$	
0.102	27*	0.5	—	—	—
0.519	20	—	5**	***	—
0.824	18	—	7	10	10
1.04	17	—	9	12	13
1.31	16	—	10	13	15
1.65	15	—	12	16	17
2.08	14	—	15	18	20
3.31	12	—	20	25	30
5.26	10	—	25	30	35
8.37	8	—	35	40	—
13.3	6	—	45	55	—
21.2	4	—	60	70	—
33.6	2	—	80	95	—

* Cordón de oropel (tinsel).
** Sólo cables para elevadores.
*** 7 amperes sólo para cables de elevadores; 2 amperes para otros tipos.
$^+$Las corrientes permisibles bajo la columna A se aplican a cordones de tres conductores y otros multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo tres conductores son portadores de corriente. Las corrientes permisibles bajo la columna B se aplican a cordones de 2 conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo dos conductores son portadores de corriente.

Tabla 400-5(a)(2).- Ampacidad de los cables tipo SC, SCE, SCT, PPE, G, G-GC y W (Basada en una temperatura ambiente de 30 °C. Véase la tabla 400-4)

Conductor de cobre Tamaño o designación		Temperatura nominal del cable								
		60 °C			75 °C			90 °C		
Area mm2	AWG o kcmil	D[1]	E[2]	F[3]	D[1]	E[2]	F[3]	D[1]	E[2]	F[3]
3.31	12	—	31	26	—	37	31	—	42	35
5.26	10	—	44	37	—	52	43	—	59	49
8.37	8	60	55	48	70	65	57	80	74	65
13.3	6	80	72	63	95	88	77	105	99	87
21.2	4	105	96	84	125	115	101	140	130	114
26.7	3	120	13	99	145	135	118	165	152	133
33.6	2	140	128	112	170	152	133	190	174	152
42.2	1	165	150	131	195	178	156	220	202	177
53.5	1/0	195	173	151	230	207	181	260	234	205
67.4	2/0	225	199	174	265	238	208	300	271	237
85	3/0	260	230	201	310	275	241	350	313	274
107	4/0	300	265	232	360	317	277	405	361	316
127	250	340	296	259	405	354	310	455	402	352
152	300	375	330	289	445	395	346	505	449	393
177	350	420	363	318	505	435	381	570	495	433
203	400	455	392	343	545	469	410	615	535	468
253	500	515	448	392	620	537	470	700	613	536
304	600	575	—	—	690	—	—	780	—	—
355	700	630	—	—	755	—	—	855	—	—
380	750	655	—	—	785	—	—	885	—	—
405	800	680	—	—	815	—	—	920	—	—
456	900	730	—	—	870	—	—	985	—	—
507	1000	780	—	—	935	—	—	1055	—	—

[1] Las ampacidades bajo la columna D se permitirán para cables de un solo conductor tipo SC, SCE, SCT, PPE y W sólo cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni estén en contacto físico entre sí, excepto en tramos no mayores a 60 centímetros cuando atraviesen la pared de un envolvente.
[2] Las ampacidades bajo la columna E se aplican a cables de 2 conductores y otros cables multiconductores conectados [a] equipos de utilización, de modo que sólo dos conductores conduzcan corriente.
[3] Las ampacidades bajo la columna F se aplican a cables de tres conductores y otros cables multiconductores conectados a equipos de utilización, de modo que sólo tres conductores conduzcan corriente.

Tabla 400-5(a)(3).- Factores de ajuste para más de tres conductores de fase en un cable o cordón flexible

Número de conductores	Por ciento que se debe aplicar a los valores de las Tablas 400-5(a) y 400-5(b)
4 — 6	80
7 — 9	70
10 — 20	50
21 — 30	45
31 — 40	40
41 y más	35

400-6. Marcado.

a) Marcado estándar. Los cables y cordones flexibles se deben marcar por medio de una etiqueta impresa sujeta al rollo, carrete o caja. La etiqueta debe contener la información que exige 310-120(a). Los cordones flexibles tipo S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, SEW, SEOW, SEOOW, SJEW, SJEOW, SJEOOW, SJOW, SJTW, SJTOW, SJTOOW, SOW, SOOW, STW, STOW y STOOW y los cables flexibles tipo G, G-GC, PPE y W deben ir marcados de manera duradera en su superficie a intervalos no mayores a 60 centímetros con la designación del tipo, tamaño y número de conductores.

b) Marcado opcional. Se permitirá que los cables y cordones flexibles incluidos en la Tabla 400-4 estén marcados en su superficie indicando las características especiales de los materiales del cable. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a marcas para humo limitado, resistencia a la luz solar, etc.

400-7. Usos permitidos.

a) Usos. Los cables y cordones flexibles se deben utilizar sólo para lo siguiente:

(1) Colgantes.

(2) Alambrado de luminarias.

(3) Conexión de luminarias portátiles, anuncios portátiles o móviles, o aparatos.

(4) Cables de elevadores.

(5) Alambrado de grúas y montacargas.

(6) Conexión de equipos de utilización para facilitar su intercambio frecuente.

(7) Prevención de la transmisión de ruido o vibraciones

(8) Aparatos cuyos medios de fijación y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para permitir un fácil retiro para su mantenimiento y reparación y que el aparato esté destinado o identificado para conexión con cordón flexible.

(9) Conexión de partes móviles.

(10) Cuando se permita específicamente en otras partes de esta NOM.

b) Clavijas de conexión. Cuando se utilicen como se permite en 400-7(a)(3), (a)(6) y (a)(8), cada cordón flexible debe estar equipado con una clavija de conexión y se debe energizar de una salida de contacto o de un conector de cordón.

Excepción: Lo permitido en 368-56.

400-8. Usos no permitidos. A menos que se permita específicamente en 400-7, no se deben utilizar cables y cordones flexibles para lo siguiente:

(1) Como sustitutos del alambrado fijo de una estructura.

(2) Cuando atraviesen agujeros en paredes, plafones estructurales, plafones suspendidos, plafones en pendiente o pisos.

(3) Cuando corran a través de espacios para puertas, ventanas o aberturas similares.

(4) Cuando vayan unidos a la superficie de un edificio.

Excepción para (4): Se permitirá que el cable y el cordón flexibles estén unidos a las superficies de un edificio de acuerdo con las disposiciones de 368-56(b).

(5) Cuando vayan ocultos detrás de las paredes, pisos o plafones, o cuando estén por encima de plafones suspendidos o en pendiente.

(6) Cuando vayan instalados en canalizaciones, excepto si se permite algo diferente en esta NOM.

(7) Cuando están sujetos a daño físico.

400-9. Empalmes. Cuando inicialmente estén instalados en las aplicaciones permitidas en 400-7(a), los cordones flexibles se deben utilizar sólo en tramos continuos sin empalmes ni derivaciones. Se permitirá la reparación de cordones de uso pesado y semipesado (ver la columna Nombre Comercial de la Tabla 400-4) de 2.08 mm^2 (14 AWG) y mayores, si los conductores están empalmados según lo establecido en 110-14(b) y el empalme terminado mantiene el aislamiento, las propiedades del forro exterior y las características de uso del cordón empalmado.

400-10. Tensión mecánica en uniones y terminales. Los cordones flexibles y cables flexibles deben ir conectados a los dispositivos y accesorios de modo que no se transmita tensión mecánica a las uniones o terminales.

Excepción: Se permitirá usar dispositivos monopolares portátiles aprobados y diseñados para soportar esta tensión mecánica en sus terminales, junto con cables flexibles de un solo conductor.

NOTA: Algunos métodos para evitar que el jalado ejercido sobre un cordón se transmita a las uniones o terminales son anudar el cordón, sujetarlo con cinta aislante y accesorios diseñados para ese propósito.

400-11. Aparadores y vitrinas. Los cordones flexibles utilizados en los aparadores y vitrinas deben ser tipo S, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJOO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, SEW, SEOW, SEOOW, SJEW, SJEOW, SJEOOW, SJOW, SJOOW, SJTW SATW, SJTOW, SJTOOW, SOW, SOOW, STW, STOW o STOOW.

Excepción1: En alambrado para luminarias colgadas de una cadena.

Excepción 2: Como cordones de alimentación de luminarias portátiles u otras mercancías expuestas o exhibidas.

400-13. Protección contra sobrecorriente. Los cordones flexibles de tamaño no menor al 0.824 mm^2 (18 AWG), y los cordones con oropel (tinsel) o los que tengan características equivalentes de tamaño menor aprobados para su utilización con aparatos específicos, se deben considerar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con 240-5.

400-14. Protección contra daños. Cuando los cables y cordones flexibles pasen a través de agujeros en las cubiertas, cajas de salidas o envolventes similares, se deben proteger con accesorios o pasacables. En establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personal calificado prestará servicio a la instalación, se permitirá que los cables y cordones flexibles se instalen en canalizaciones sobre el suelo cuya longitud no supere los 15.00 metros para proteger al cable o cordón flexible contra daños físicos. Cuando se instalan más de tres conductores de fase dentro de la canalización, la ampacidad permisible se debe reducir de acuerdo con la Tabla 400-5(a)(3).

B. Especificaciones de construcción

400-20. Etiquetas. Los cordones flexibles se deben etiquetar.

400-21. Construcción

a) Conductores. Los conductores individuales de un cable o cordón flexible deben tener un trenzado flexible y no deben ser menores a los tamaños especificados en la Tabla 400-4.

b) Espesor nominal del aislamiento. El espesor nominal del aislamiento de los conductores de cables y cordones flexibles no debe ser menor al especificado en la Tabla 400-4.

400-22. Identificación del conductor puesto a tierra. Un conductor de los cordones flexibles que esté proyectado para uso como conductor puesto a tierra del circuito, debe llevar una marca continua que lo distinga claramente de otro conductor o conductores. La identificación se hará por alguno de los métodos especificados a continuación:

a) Malla trenzada coloreada. Una malla trenzada de color blanco o gris claro y la malla de los demás conductores de color o colores lisos, claramente distintos.

b) Trazador de color en la malla. Un trazador en la malla de un color que contraste con el de ésta y ningún trazador en la malla de los demás conductores. No se debe emplear ningún trazador en la malla de cualquier conductor de cordón flexible que contenga un conductor con una malla de color blanco o gris.

Excepción: En el caso de los cordones tipo C y PD y los que tengan el acabado de la malla de los conductores individuales en color blanco o gris. En tales cordones se permitirá que la marca de identificación sea el acabado blanco o gris continuo de un conductor, siempre que la malla de cada uno de los otros conductores lleve un trazador de color.

c) Aislamiento de color. En los cordones que no lleven malla en sus conductores individuales, un aislamiento blanco o gris en un conductor y en el otro conductor o conductores, aislamientos de colores que se puedan diferenciar fácilmente.

En los cordones con cubierta que se suministran con los aparatos, un conductor con el aislamiento azul claro y los demás conductores con sus aislamientos de colores que se puedan diferenciar claramente y que no sean ni blanco ni gris.

Excepción: Los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta. Se permitirá cubrir el aislamiento con un acabado exterior para dar el color deseado.

d) Separador de color. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta, un separador blanco o gris en un conductor y otro separador de un color continuo que se pueda diferenciar fácilmente en el otro conductor o conductores.

e) Conductores estañados. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta, un conductor que tenga los hilos individuales estañados y el otro conductor o conductores con hilos individuales sin estañar.

f) Marcado de la superficie. En los cordones que tengan el aislamiento de los conductores individuales integrado con la cubierta, una o más franjas blancas, bordes o ranuras ubicadas en el exterior del cordón para identificar un conductor.

400-23. Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos. Un conductor que esté proyectado para utilizarlo como conductor de puesta a tierra de equipos, debe llevar una marca de identificación continua que lo distinga claramente de los demás conductores. Los conductores de color verde continuo o de color verde continuo con una o más franjas amarillas, no se deben utilizar para fines diferentes a los de conductores de puesta a tierra de equipos. La marca de identificación debe ser uno de los métodos siguientes:

a) Malla trenzada de color. Una malla trenzada de color verde continuo, o de color verde con una o más franjas amarillas.

b) Aislamiento o cubierta de color. En los cordones que no tengan conductores individuales con malla, un aislamiento de color verde continuo o de color verde con una o más franjas amarillas.

400-24. Clavijas de conexión. Cuando un cordón flexible lleve conductor de puesta a tierra de equipos y esté equipado con clavija de conexión, esta clavija debe cumplir lo establecido en 250-138(a) y (b).

C. Cables portátiles de más de 600 volts

400-30. Alcance. Esta parte se aplica a los cables multiconductores portátiles utilizados para conectar equipos y maquinaria móviles.

400-31. Construcción.

a) Conductores. Los conductores deben ser del 3.31 mm^2 (12 AWG) de cobre o más grandes y deben tener un trenzado flexible.

b) Conductor de puesta a tierra de equipos. Se debe suministrar un(os) conductor(es) de puesta a tierra de equipos. Su área total no debe ser menor a la del tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos, que se exige en 250-122.

400-32. Blindaje. Todos los blindajes se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos.

400-33. Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar según lo establecido en las partes F y G del Artículo 250.

400-34. Radio mínimo de curvatura. Los radios mínimos de curvatura de los cables portátiles durante su instalación y manipulación en servicio deben ser los adecuados para evitarles daños.

400-35. Accesorios. Los medios de conexión que se utilicen para conectar tramos de cable, deben estar diseñados de tal modo que contengan un seguro que los mantenga firmemente unidos. Deben tomarse las precauciones para prevenir la apertura o cierre de estas conexiones mientras estén energizados. Debe utilizarse algún dispositivo disponible para eliminar la tensión mecánica en los medios de conexión y en las terminales.

400-36. Empalmes y terminaciones. Los cables portátiles no deben contener empalmes, excepto si estos últimos son tipo moldeado permanente o vulcanizado, de acuerdo con 110-14(b). Las terminales de los cables portátiles de más de 600 volts nominales sólo deben ser accesibles a personal calificado y autorizado.

ARTICULO 402

CABLES PARA ARTEFACTOS

402-1. Alcance. Este Artículo se refiere a los requisitos generales y las especificaciones de los conductores para artefactos.

402-2. Otros Artículos. Los conductores para artefactos deben cumplir lo establecido en este Artículo y en las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

NOTA: Para aplicaciones en luminarias, véase el Artículo 410.

402-3. Tipos. Los cables para artefactos deben ser de uno de los tipos incluidos en la Tabla 402-3 y deben cumplir con todos los requisitos de la misma. Si no se indica otra cosa, los cables para artefactos de la Tabla 402-3 son todos adecuados para servicio a 600 volts nominales.

NOTA: Los aislamientos termoplásticos se pueden endurecer a temperaturas menores a -10 °C, por lo que es necesario tener cuidado cuando se instalen a esas temperaturas.

Los aislamientos termoplásticos también se pueden deformar a temperaturas normales si están sometidos a presión, por lo que es necesario tener cuidado al instalarlos y en los puntos de soporte.

Tabla 402-3.- Cables para artefactos

Nombre	Tipo de cable	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor del aislamiento	Cubierta exterior	Temperatura máxima de operación	Disposiciones de aplicación
			Area mm^2	AWG	mm			
Cable para artefactos recubierto con hule resistente al calor — trenzado flexible	FFH-2	Hule resistente al calor. Polímero sintético de cadena cruzada	0.824 – 1.31	18 – 16	0.76	Cubierta no metálica	75 °C	Alambrado para artefactos
ECTFE - sólido o 7 hilos - trenzado	HF	Etileno cloro-trifluoroetileno	0.824 – 2.08	18 -14	0.38	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
ECTFE - trenzado flexible	HFF	Etileno cloro-trifluoroetileno	0.824 – 2.08	18 -14	0.38	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento de cinta, macizo o trenzado de 7 hilos	KF-1	Cinta de polimida aromática	0.824 – 5.26	18 -10	0.14	Ninguna	200 °C	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts
	KF-2	Cinta de polimida aromática			0.21			Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento de cinta – trenzado flexible	KFF-1	Cinta de polimida aromática	0.824 – 5.26	18 – 10	0.14	Ninguna	200 °C	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts
	KFF-2	Cinta de polimida aromática			0.21			Alambrado para artefactos
Perfluoroalcoxi - macizo o trenzado de 7 hilos (de níquel o cobre recubierto de níquel)	PAF	Perfluoro-alcoxi	0.824 – 2.08	18 - 14	0.51	Ninguna	250 °C	Alambrado para artefactos (níquel o cobre recubierto de níquel)
Perfluoro alcoxi - trenzado flexible	PAFF	Perfluoro-alcoxi	0.824 – 2.08	18 – 14	0.51	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos de propileno etileno fluorado, sólido o de 7 hilos - trenzado	PF	Propileno etileno fluorado	0.824 – 2.08	18 -14	0.051	Ninguna	200 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PFF	Propileno-etileno fluorado	0.824 – 2.08	18- 14	0.51	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos de propileno-etileno fluorado, sólido o 7 hilos – trenzado	PGF	Propileno-etileno fluorado	0.824 – 2.08	18 -14	0.36	Malla de vidrio	200 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos de propileno-etileno fluorado, trenzado flexible	PGFF	Propileno-etileno fluorado	0.824 – 2.08	18 – 14	0.36	Malla de vidrio	150 °C	Alambrado para artefactos
Politetrafluoroetileno extruido, sólido o 7 hilos - trenzado (níquel o cobre recubierto de níquel)	PTF	Politetra-fluoroetileno extruido	0.824 – 2.08	18 -14	0.51	Ninguna	250 °C	Alambrado para artefactos (níquel o cobre recubierto de níquel)

Nombre	Tipo de cable	Aislamiento	Tamaño o designación		Espesor del aislamiento	Cubierta exterior	Temperatura máxima de operación	Disposiciones de aplicación
			Area mm^2	AWG	mm			
Politetrafluoroetileno extruido, trenzado flexible de 0.013 a 0.129 mm^2 (36-26 AWG plata o cobre recubierto de níquel)	PTFF	Politetra-fluoroetileno extruido	0.824 – 2.08	18-14	0.51	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos (de plata o cobre recubierto de níquel)
Cable para artefactos recubierto de hule, resistente al calor, sólido o 7 hilos - trenzado.	RFH-1	Hule resistente al calor	0.824	18	0.38	Cubierta no metálica	75 °C	Alambrado para artefactos hasta de 300 volts
	RFH-2	Polímero sintético de cadena cruzada de hule resistente al calor	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Ninguna o cubierta no metálica	75 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor, sólido o 7 hilos – trenzado.	RFHH-2* RFHH-3*	Polímero sintético de cadena cruzada	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76 1.14	Ninguna o cubierta no metálica	90 °C	Alambrado para artefacto
Cable para artefactos con aislamiento de silicón — sólido o 7 hilos - trenzado	SF-1	Hule silicón	0.824	18	0.38	Cubierta no metálica	200 °C	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
	SF-2	Hule silicón	0.824-3.31 5.26	18 - 12 10	0.76 1.14	Cubierta no metálica	200 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento de silicón - trenzado flexible	SFF-1	Hule silicón	0.824	18	0.38	Cubierta no metálica	150 °C	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
	SFF-2	Hule silicón	0.824 – 3.31 5.26	18 - 12 10	0.76 1.14	Cubierta no metálica	150 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento termoplástico — sólido o 7 hilos – trenzado.	TF*	Termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Ninguna	60 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento termoplástico - trenzado flexible.	TFF*	Termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.76	Ninguna	60 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento termoplástico resistente al calor — sólido o 7 hilos - trenzado	TFN*	Termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.38	Chaqueta de nylon o equivalente	90 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento termoplástico resistente al calor — trenzado flexible.	TFFN*	Termoplástico	0.824 – 1.31	18 - 16	0.38	Chaqueta de nylon o equivalente	90 °C	Alambrado para artefactos
Cable para artefactos con aislamiento de poliolefina de cadena cruzada	XF*	Poliolefina de cadena cruzada	0.824 – 2.08 3.31 – 5.26	18 - 14 12 - 10	0.76 1.14	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos hasta 300 volts.
Cable para artefactos con aislamiento de poliolefina de cadena cruzada — trenzado flexible	XFF*	Poliolefina de cadena cruzada	0.824 – 2.08 3.31 – 5.26	18 - 14 12 - 10	0.76 1.14	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos hasta 300 volts
ETFE modificado — sólido o 7 hilos-trenzado.	ZF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	0.824 – 2.08	18 - 14	0.38	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
Trenzado flexible	ZFF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	0.824 – 2.08	18 - 14	0.38	Ninguna	150 °C	Alambrado para artefactos
ETFE modificado de alta temperatura —, sólido o 7 hilos - trenzado.	ZHF	Etileno-tetrafluoro-etileno modificado	0.824 – 2.08	18 - 14	0.38	Ninguna	200 °C	Alambrado para artefactos

*Se permitirá que los aislamientos y cubiertas exteriores aprobados estén marcados como no propagadores de incendio, baja emisión de humo y gas ácido, pueden identificarse con el sufijo “LS”.

402-5. Ampacidad permisible de cables para artefactos. La ampacidad permisible de los cables para artefactos debe ser como se especifica en la Tabla 402-5. No se debe utilizar ningún conductor en condiciones tales que su temperatura de operación exceda la especificada en la Tabla 402-3 para el tipo de aislamiento involucrado.

NOTA: Para los límites de temperatura de los conductores, véase 310-15(a)(3).

Tabla 402-5.- Ampacidad admisible de alambres para artefactos

mm^2	AWG	Ampacidad admisible (A)
0.824	18	6
1.31	16	8
2.08	14	17
3.31	12	23
5.26	10	28

402-6. Tamaño mínimo. Los cables para artefactos no deben ser de tamaño menor al 0.824 mm^2 (18 AWG).

402-7. Número de conductores en un tubo conduit o tubería. El número de cables para artefactos permitido en un solo tubo conduit o tubería no debe superar el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

402-8. Identificación del conductor puesto a tierra. Los cables para artefactos que estén proyectados para su uso como conductores puestos a tierra, se deben identificar mediante una o más franjas blancas continuas sobre aislamientos que no sean de color verde o por los medios descritos en 400-22(a) hasta (e).

402-9. Marcado.

a) Método de marcado. Los conductores para artefactos con aislamiento termoplástico se deben marcar de manera duradera en su superficie. Todos los demás conductores para artefactos se deben etiquetar.

b) Marcado opcional. Se permitirá que los tipos de cables para artefactos incluidos en la Tabla 402-3 sean marcados en su superficie, para indicar las características especiales de los materiales del cable. Estas marcas incluyen, pero no se limitan a las marcas para humo limitado, resistencia a la luz solar, etc.

402-10. Usos permitidos. Se permitirá usar los cables para artefactos:

(1) En instalaciones de luminarias y equipos similares cuando estén encerrados o protegidos y no estén sometidos a doblado o torsión durante su uso, o

(2) Para conectar las luminarias a los conductores del circuito derivado que alimenta a las luminarias.

402-11. Usos no permitidos. Los cables para artefactos no se deben usar como conductores de los circuitos derivados, excepto lo permitido por otros apartes de esta NOM.

402-12. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los cables para artefactos debe ser como se especifica en 240-5.

ARTICULO 404

DESCONECTADORES

A. Instalación

404-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo aplican a todos los desconectadores, dispositivos de desconexión e interruptores automáticos cuando se utilizan como interruptores que operan a 600 volts y menos, a menos que específicamente se haga referencia en otra parte de esta NOM para tensiones más altas.

404-2. Conexiones del desconectador.

a) Desconectador de tres vías y de cuatro vías. Los desconectadores de tres y cuatro vías se deben alambrar de manera tal que toda la desconexión se haga únicamente en el circuito del conductor de fase. Cuando se encuentren en canalizaciones metálicas o cables con armadura metálica, el alambrado entre los desconectadores y las salidas se debe hacer de acuerdo con 300-20(a).

Excepción: No se exigirá que en las trayectorias de los conductores entre los desconectadores de tres y cuatro vías tengan un conductor puesto a tierra.

b) Conductores puestos a tierra. Los desconectadores y los interruptores automáticos no deben desconectar el conductor puesto a tierra de un circuito.

Excepción: Se permitirá que un desconectador o un interruptor automático desconecte el conductor puesto a tierra del circuito cuando todos los conductores del circuito se desconectan simultáneamente o cuando el dispositivo está dispuesto de manera tal que el conductor puesto a tierra no se puede desconectar hasta que todos los conductores de fase del circuito se hayan desconectado.

c) Desconectadores que controlan las cargas de alumbrado. Cuando los interruptores controlan las cargas de alumbrado alimentadas por un circuito derivado puesto a tierra de uso general, se debe proporcionar en la ubicación del interruptor, el conductor puesto a tierra del circuito para el circuito de alumbrado controlado.

Excepción: Se permitirá que el conductor puesto a tierra del circuito sea omitido del envolvente del interruptor cuando aplique cualquiera de las condiciones (1) o (2) siguientes:

(1) Los conductores para desconectadores que controlan las cargas de alumbrado, entran a la caja a través de una canalización. La canalización debe tener un área suficiente de sección transversal para alojar la extensión del conductor puesto a tierra del circuito de alumbrado hasta la ubicación del interruptor ya sea que se requiera o no que se incremente el tamaño de los conductores en la canalización para cumplir con 310-15(b)(3)(a).

(2) Los ensambles de cables para desconectadores que controlan las cargas de alumbrado entran a la caja a través de una cavidad estructural que está abierta en la parte superior o inferior sobre el mismo nivel del suelo o a través de una pared, piso o techo que no está terminado de un lado.

NOTA: La disposición para un conductor puesto a tierra (futuro) es para completar una trayectoria del circuito para los dispositivos electrónicos de control de alumbrado.

404-3. Envolvente.

a) Generalidades. Los desconectadores y los interruptores automáticos deben ser del tipo operable desde el exterior, montados en un envolvente aprobado para dicho uso. El espacio mínimo para la curvatura del cable en las terminales y el espacio mínimo en la canal dentro de los envolventes para interruptores deben ser aquéllos exigidos en 312-6.

Excepción 1: Se permitirá que no tengan envolvente los desconectadores de resorte de tipo colgante o superficial y los desconectadores de cuchilla montados en tableros de distribución o tableros de distribución abiertos.

Excepción 2: Se permitirá que no tengan envolventes los desconectadores y los interruptores automáticos instalados de acuerdo con 110-27(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).

b) Usados como canalización. Los envolventes no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares ni canalizaciones para conductores que se alimentan a través o se derivan de otros desconectadores o dispositivos de protección contra sobrecorriente, a menos que el envolvente cumpla con las disposiciones de 312-8.

404-4. Lugares húmedos o mojados.

a) Desconectador o interruptor automático de montaje superficial. Un desconectador o interruptor automático de montaje superficial debe tener un envolvente a prueba de intemperie o un gabinete que debe cumplir lo exigido en 312-2.

b) Desconectador o interruptor automático empotrado. Un desconectador o interruptor automático empotrado debe estar equipado con una cubierta a prueba de intemperie.

c) Desconectadores en duchas o tinas. No se deben instalar desconectadores dentro de tinas o en espacios de duchas, a menos que se instalen como parte de un ensamble aprobado para tina o ducha.

404-5. Desconectadores de tiempo, destelladores y dispositivos similares. Los desconectadores de tiempo, destelladores y dispositivos similares deben ser de tipo encerrado o se deben montar en gabinetes, cajas o envolvente para equipos. Las partes energizadas deben tener barreras para evitar que el operador las toque cuando accione o ajuste manualmente el interruptor.

Excepción: Se permitirá que los dispositivos montados de manera tal que son accesibles únicamente a personas calificadas no tengan barreras, siempre que se ubiquen dentro de un envolvente de manera que todas las partes energizadas a una distancia no mayor de 15 centímetros del ajuste manual o desconectador estén cubiertas con barreras adecuadas.

404-6. Posición y conexión de los desconectadores.

a) Desconectadores de cuchilla de un tiro. Los desconectadores de cuchilla de un tiro se deben colocar de manera tal que la gravedad no haga que se cierren. Los desconectadores de cuchilla de un tiro aprobados para uso en posición invertida se deben suministrar con medios mecánicos integrados que garanticen que las cuchillas permanezcan en la posición abierta cuando se fijan de este modo.

b) Desconectadores de cuchilla de doble tiro. Se permitirá que los desconectadores de cuchilla de doble tiro estén montados de modo que la vía sea vertical u horizontal. Cuando el tiro es vertical, se deben suministrar medios mecánicos integrados que mantengan las cuchillas en la posición abierta cuando se fijan de este modo.

c) Conexión de los desconectadores. Los desconectadores de cuchilla de un tiro y los desconectadores con contactos de presión directa se deben conectar de tal manera que sus cuchillas no estén energizadas cuando el interruptor esté en posición abierta. Los desconectadores de contacto a presión atornillados deben tener barreras que eviten el contacto involuntario con las cuchillas energizadas. Los desconectadores de cuchilla de un tiro, los desconectadores de contacto a presión atornillados, los desconectadores de caja moldeada, los desconectadores con contactos de presión directa y los interruptores automáticos utilizados como desconectadores se deben conectar de forma tal que las terminales que alimentan a la carga estén desenergizados cuando el interruptor está en posición abierta.

Excepción: Se permitirá que las cuchillas y las terminales que alimentan a la carga de un desconectador estén energizadas cuando el desconectador está en posición abierta, si el desconectador está conectado a circuitos o equipos con capacidad inherente para suministrar una fuente de energía de retroalimentación. Para dichas instalaciones, se debe instalar un anuncio permanente en el envolvente del desconectador o en la zona inmediata adyacente a los desconectadores abiertos con las siguientes palabras o su equivalente:

ADVERTENCIA.

LAS TERMINALES EN EL LADO DE LA CARGA

PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS POR RETROALIMENTACION.

404-7. Indicación. Los desconectadores de uso general y para circuitos de motores, los interruptores automáticos y los desconectadores de caja moldeada, cuando están montados en un envolvente como el descrito en 404-3, deben indicar claramente si están en posición abierta (off) o en posición cerrada (on).

Cuando las manijas de estos desconectadores o interruptores automáticos se operan verticalmente y no de manera rotativa ni horizontal, la posición superior de las manijas debe ser la posición cerrada (on).

Excepción 1: Se permitirá que los desconectadores de doble tiro operados verticalmente estén en la posición cerrada (on) con la manija ya sea en posición superior o inferior.

Excepción 2: En instalaciones de electroductos (busway), se permitirá que los desconectadores de derivación que utilizan una manija con pivote central estén en posición abierta o cerrada con el extremo de la manija bien sea en posición superior o inferior. La posición del desconectador debe estar indicada claramente y debe ser visible desde el piso o desde el punto usual de operación.

404-8. Accesibilidad y agrupamiento.

a) Ubicación. Todos los desconectadores y los interruptores automáticos utilizados como desconectadores se deben ubicar de manera tal que se puedan operar desde un lugar fácilmente accesible. Se deben instalar de forma tal que el centro de agarre de la manija de operación del desconectador o del interruptor automático, cuando está en su posición más elevada, no esté a más de 2.00 metros por encima del piso o de la plataforma de trabajo.

Excepción 1: En instalaciones de electroductos (busway), se permitirá que los desconectadores con fusibles y los interruptores automáticos se ubiquen al mismo nivel del electroducto (busway). Se deben suministrar medios adecuados para operar la manija del dispositivo desde el suelo.

Excepción 2: Se permitirá que los desconectadores e interruptores automáticos instalados adyacentes a motores, aparatos y otros equipos a los cuales alimentan, se ubiquen a una altura mayor a 2.00 metros y que sean accesibles por medios portátiles.

Excepción 3: Se permitirá que los desconectadores de aislamiento (seccionadores) operables con pértiga estén a mayores alturas.

b) Tensión entre dispositivos adyacentes. Un desconectador de resorte no debe estar agrupado ni acoplado en envolventes con otros desconectadores de resorte, contactos o dispositivos similares, a menos que estén organizados de forma que la tensión entre los dispositivos adyacentes no exceda los 300 volts o a menos que se instalen en envolventes equipados con barreras permanentes, instaladas de forma segura entre los dispositivos adyacentes.

c) Desconectadores multipolares de resorte. No se permitirá que un desconectador multipolar de resorte para uso general, esté alimentado desde más de un solo circuito, a menos que esté aprobado y marcado como interruptor de dos o tres circuitos, o a menos que su tensión no sea menor a la tensión nominal de línea a línea del sistema que alimenta a los circuitos.

NOTA: Véase 210-7 para requisitos de desconexión cuando más de un circuito alimenta un interruptor.

404-9. Disposiciones para desconectadores de resorte de uso general.

a) Placas frontales. Las placas frontales que se suministran para desconectadores de resorte instalados en cajas y otros envolventes, se deben instalar de manera que cubran por completo la abertura y cuando el desconectador está montado a nivel, se asiente contra la superficie terminada.

b) Puesta a tierra. Los desconectadores de resorte, incluyendo los reguladores de intensidad y desconectadores similares de control, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos y deben proporcionar un medio para conectar las placas frontales metálicas al conductor de puesta a tierra del equipo, se instale o no una placa frontal metálica. Los desconectadores de resorte se deben considerar como parte de una trayectoria de corriente eficaz de falla a tierra, si se cumple cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) El desconectador está montado con tornillos metálicos a una caja metálica o una cubierta metálica que está conectada a un conductor de puesta a tierra del equipo o a una caja no metálica con medios integrados para la conexión a un conductor de puesta a tierra del equipo.

(2) Un conductor de puesta a tierra del equipo o un puente de unión del equipo está conectado a una terminación de puesta a tierra de equipos del interruptor de resorte.

Excepción 1 para (b): Cuando no existen medios dentro del envolvente del desconectador de resorte para la conexión al conductor de puesta a tierra del equipo o cuando el método de alambrado no incluye un conductor de puesta a tierra de equipos, se permitirá un desconectador de resorte sin conexión a un conductor de puesta a tierra de equipos únicamente con propósitos de reemplazo. Un desconectador de resorte alambrado según las disposiciones de esta excepción y ubicado a menos de 2.50 metros verticalmente, o 1.50 metros horizontalmente desde tierra u objetos metálicos puestos a tierra y expuestos, se debe proporcionar con una placa frontal de material no conductor, con tornillos de unión no metálicos, a menos que la abrazadera o yugo de montaje del desconectador sea no metálico o el circuito esté protegido por un interruptor de circuito contra falla a tierra.

Excepción 2 para (b): No se exigirá que los ensambles o equipos aprobados sean conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos si se cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) El dispositivo está equipado con una placa frontal no metálica que no se puede instalar en cualquier otro tipo de dispositivo;

(2) El dispositivo no cuenta con medios de montaje para aceptar otras configuraciones de placas frontales;

(3) El dispositivo está equipado con un yugo no metálico; y

(4) Todas las partes del desconectador manipulables para su operación están fabricadas de materiales no metálicos.

Excepción 3 para (b): Se permitirá un desconectador de resorte con envolvente no metálico integrado que cumple con 300-15(e) sin una conexión al conductor de puesta a tierra del equipo.

c) Construcción. Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso con espesor no menor a 0.76 milímetros o de metal no ferroso con espesor no menor a 1.02 milímetros, cuando la placa tenga una cubierta decorativa el espesor se medirá en conjunto Las placas frontales de material aislante deben tener un espesor no menor a 2.54 milímetros, pero se permitirá un espesor menor a 2.54 milímetros, si están moldeadas o cuentan con un refuerzo de modo que brinden una resistencia mecánica adecuada.

404-10. Instalación de los desconectadores de resorte.

a) Tipo superficial. Los interruptores de resorte utilizados con alambrado abierto sobre aisladores se deben montar sobre un material aislante que separe los conductores por lo menos 1.30 centímetros de la superficie sobre la cual está alambrada.

b) De montaje en caja. Los interruptores de resorte de tipo empotrado montados en cajas que están separadas de la superficie terminada, tal como lo permite 314-20, se deben instalar de manera tal que los bordes de la placa en la cual están instalados descansen sobre la superficie de la pared. Los interruptores de resorte de tipo empotrado montados en cajas que están a nivel con la superficie terminada o que sobresalen de ella, se deben instalar de manera tal que la placa de montaje del interruptor esté apoyada contra la caja.

404-11. Interruptores automáticos utilizados como desconectadores.

Se permitirá que un interruptor automático de operación manual, equipado con una manija o una palanca, o un interruptor automático de operación eléctrica que se pueda abrir con la mano en el caso de falla de la alimentación, sirvan como desconectador si tienen el número adecuado de polos.

NOTA: Véase las disposiciones de 240-81 y 240-83.

404-12. Puesta a tierra de los envolventes de desconectadores e interruptores automáticos. Los envolventes metálicos de los desconectadores e interruptores automáticos deben estar conectados a un conductor de puesta a tierra del equipo tal como se especifica en la Parte D del Artículo 250. Los envolventes metálicos para los desconectadores o los interruptores automáticos utilizados como equipo de acometida deben cumplir con las disposiciones de la Parte E del Artículo 250. Cuando se utilizan envolventes no metálicos con canalizaciones metálicas o con cables con armadura metálica, se deben tener medios para la conexión del conductor o conductores de puesta a tierra del equipo.

Excepto lo indicado en 404-9(b), Excepción 1, las cajas no metálicas para los desconectadores se deben instalar con un método de alambrado que proporcione o incluya un conductor de puesta a tierra de equipos.

404-13. Desconectadores de cuchilla.

a) Seccionadores. Los desconectadores de cuchilla con capacidad nominal mayor a 1200 amperes a 250 volts o menos, y a más de 600 amperes con tensión entre 250 y 600 volts, se deben utilizar únicamente como seccionadores y no se deben abrir bajo carga.

b) Interrupción de corrientes. Para interrumpir corrientes mayores a 1200 amperes a 250 volts nominales o menos, o mayores a 600 amperes con tensión entre 250 y 600 volts nominales, se debe utilizar un interruptor automático o un desconectador con diseño especial aprobado para tal propósito.

c) Desconectadores para uso general. Los desconectadores de cuchilla con capacidad nominal menor a las que se especifican en 404-13(a) y (b) se deben considerar desconectadores para uso general.

NOTA: Véase la definición de desconectador para uso general en el Artículo 100.

d) Desconectadores para circuitos de motores. Se permitirá que los desconectadores para circuitos de motores sean de tipo desconectador de cuchilla.

NOTA: Véase la definición de desconectador para circuito de motor en el Artículo 100.

404-14. Valor nominal y uso de los desconectadores de acción rápida. Los desconectadores de acción rápida se deben utilizar dentro de sus valores nominales y según se indica desde (a) hasta (f) siguientes.

Nota 1: Para los desconectadores de anuncios e iluminación de contorno, véase 600-6.

Nota 2: Para desconectadores que controlan motores, véase 430-83, 430-109 y 430-110.

a) Desconectador de acción rápida de corriente alterna para uso general. Los desconectadores de acción rápida para uso general son adecuados únicamente para utilizar en circuitos de corriente alterna para controlar los siguientes elementos:

(1) Cargas resistivas e inductivas que no excedan el valor nominal de corriente del desconectador a la tensión involucrada.

(2) Cargas para lámparas con filamentos de tungsteno que no excedan el valor nominal de corriente del desconectador a 120 volts.

(3) Cargas de motor, que no excedan el 80 por ciento del valor nominal de corriente del desconectador a su tensión nominal.

b) Desconectador de acción rápida de corriente alterna o corriente continua para uso general. Es una forma de desconectador de acción rápida para uso general adecuado para utilizar en circuitos bien sea de corriente alterna o de corriente continua para controlar los siguientes elementos:

(1) Cargas resistivas que no excedan el valor nominal de corriente del desconectador a la tensión aplicada.

(2) Cargas inductivas que no excedan el 50 por ciento del valor nominal de corriente del desconectador a la tensión aplicada. Los desconectadores con valor nominal expresado en caballos de fuerza son adecuados para controlar cargas de motor dentro de su valor nominal a la tensión aplicada.

(3) Cargas para lámparas con filamentos de tungsteno que no excedan el valor nominal de corriente del interruptor a la tensión aplicada, si tienen clasificación T.

c) Desconectadores de acción rápida CO/ALR. No se permite la instalación de desconectadores de acción rápida conectados a conductores de aluminio.

d) Desconectadores de acción rápida de corriente alterna para uso específico y con valor nominal de 347 volts. Los desconectadores de acción rápida con valor nominal de 347 volts de corriente alterna deben estar aprobados y se deben utilizar únicamente para controlar las cargas permitidas a continuación.

1) Cargas no inductivas. Cargas no inductivas diferentes de lámparas con filamentos de tungsteno, que no excedan los valores nominales de corriente y tensión del desconectador.

2) Cargas inductivas. Cargas inductivas que no excedan los valores nominales de corriente y tensión del desconectador. Cuando se especifican características o limitaciones particulares de la carga como condición de aprobado, se deben cumplir dichas restricciones independientemente del valor nominal de corriente de la carga.

El valor nominal de corriente del desconectador no debe ser menor a 15 amperes a una tensión de 347 volts de corriente alterna. Los desconectadores de resorte del tipo empotrado con tensión nominal de 347 volts de corriente alterna no deben ser fácilmente intercambiables en la caja de montaje con los desconectadores identificados en 404-14(a) y (b).

e) Desconectadores reguladores de intensidad. Los desconectadores reguladores de intensidad para uso general se deben utilizar únicamente para el control de luminarias incandescentes instaladas permanentemente, a menos que estén aprobados para el control de otras cargas y se instalen según corresponda.

f) Cargas conectadas con cordón y clavija. Cuando se utiliza un desconectador de resorte para controlar el equipo conectado con cordón y clavija en un circuito derivado de uso general, cada desconectador de resorte que controla las salidas para contactos o los conectores de cordón que son alimentados por cordones colgantes conectados permanentemente deben tener una capacidad nominal no menor al valor en amperes máximo permitido o al ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege los contactos o los conectores de cordón, como prevé 210-21(b).

NOTA: Véase 210-50(a) y 400-7(a)(1) para la equivalencia para una salida para contactos que es alimentada por un cordón colgante conectado permanentemente.

Excepción: Cuando se utiliza un desconectador de resorte para controlar no más de un contacto en un circuito derivado, se permitirá que el desconectador tenga capacidad nominal no menor al del contacto.

B. Especificaciones de construcción

404-15. Marcado.

a) Valores nominales. Los desconectadores deben estar marcados con la corriente, la tensión y, si están clasificados en caballos de fuerza, el valor nominal máximo para la cual están diseñados.

b) Indicación de abierto (off). Cuando está en la posición abierta, un dispositivo de conmutación con posición OFF marcada, debe desconectar por completo todos los conductores de fase de la carga que controla.

404-16. Desconectadores de cuchilla de 600 volts. Contactos auxiliares de tipo renovable o de apertura rápida o su equivalente, se deben suministrar en todos los desconectadores de cuchilla con valor nominal de 600 volts y diseñados para usar en la interrupción de una corriente mayor a 200 amperes.

404-17. Desconectadores con fusibles. Un desconectador con fusibles no debe tener fusibles en paralelo, excepto lo permitido en 240-8.

404-18. Espacio de doblez del alambre. El espacio de doblez del alambre que se exige en 404-3 debe cumplir las separaciones que se indican en la Tabla 312-6(b) para la pared del envolvente opuesta a la línea y las terminales de la carga.

ARTICULO 406

CONTACTOS, CONECTORES DE CORDON Y CLAVIJAS DE CONEXION

406-1. Alcance. Este Artículo trata del valor nominal, el tipo y la instalación de contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión.

406-2. Definición.

Instalaciones de cuidados infantiles. Un edificio o estructura o porción de ésta, para los servicios de cuidados personales, educativos o de supervisión para más de cuatro niños de siete años o menos.

406-3. Valor nominal y tipo del contacto.

a) Contacto. Los contactos deben estar aprobados y marcados con el nombre o la identificación del fabricante y los valores nominales de corriente y tensión.

b) Valor nominal. Los contactos y los conectores de cordón deben tener valor nominal no menor a 15 amperes, 125 volts, o 15 amperes, 250 volts y deben ser de tipo no adecuado para uso como portalámparas.

NOTA: Véase 210-21(b) con respecto a los valores nominales de los contactos cuando se instalan en circuitos derivados.

c) Contactos para conductores de aluminio CO/ALR. No se permite la instalación de contactos conectados a conductores de aluminio.

d) Contactos con puesta a tierra aislada. Los contactos que tienen una conexión aislada del conductor de puesta a tierra proyectada para la reducción del ruido eléctrico (interferencia electromagnética), tal como se permite en 250-146 (d), deben estar identificados con un triángulo anaranjado ubicado en la parte frontal del contacto.

1) Conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos exigido. Los contactos así identificados se deben utilizar únicamente con conductores de puesta a tierra de equipos que estén aislados, de acuerdo con 250-146(d).

2) Instalación en cajas no metálicas. Los contactos con puesta a tierra aislada, instalados en cajas no metálicas deben estar cubiertos con una placa frontal no metálica.

Excepción: Se podrá colocar una marca que sea de color verde cuando la parte frontal del contacto es de color naranja.

406-4. Requisitos generales de instalación. Las salidas de los contactos deben estar en circuitos derivados de acuerdo con la Parte C del Artículo 210. Los requisitos generales de instalación deben estar acordes con las disposiciones siguientes:

a) De tipo de puesta a tierra. Los contactos instalados en circuitos derivados de 15 y 20 amperes deben ser de tipo de puesta a tierra. Los contactos de tipo de puesta a tierra se deben instalar únicamente en circuitos con la clase de tensión y la corriente para los cuales están clasificados, excepto lo indicado en la Tabla 210-21(b)(2) y en la Tabla 210-21(b)(3).

Excepción: Contactos de tipo no puesto a tierra instalados de acuerdo con 406-4(d).

b) Puestos a tierra. Los contactos y los conectores de cordón que tienen contactos para el conductor de puesta a tierra de equipos deben tener dichos contactos conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción 1: Contactos montados en generadores portátiles y montados en vehículos, según 250-34.

Excepción 2: Contactos de reemplazo tal como lo permite 406-4(d).

c) Métodos de puesta a tierra. Los contactos del conductor de puesta a tierra de equipos de los contactos y los conectores de cordón se deben poner a tierra mediante la conexión al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que alimenta al contacto o al conector de cordón.

NOTA: Para los requisitos de instalación para la reducción del ruido eléctrico, véase 250-146(d).

El método de alambrado del circuito derivado debe incluir o proporcionar un conductor de puesta tierra de equipos al cual se conecten los contactos del conductor de puesta a tierra de equipos del contacto o del conector de cordón.

NOTA 1: Véase 250-118 con respecto a los medios de puesta a tierra aceptables.

NOTA 2: Véase 250-130 con respecto a las extensiones de circuitos derivados existentes.

d) Reemplazos. Los contactos para reemplazo deben cumplir con las indicaciones de 406-4(d)(1) a (d)(6) según se aplique.

1) Contactos de tipo de puesta a tierra. Cuando existe un medio de puesta a tierra en el envolvente del contacto o se instala un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-130(c), se deben utilizar contactos de tipo de puesta a tierra y se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 406-4(c) o 250-130(c).

2) Contactos de tipo de no puesta a tierra. Cuando no existe conexión al conductor de puesta a tierra de equipos en el envolvente del contacto, la instalación debe cumplir con lo siguiente:

a. Se permitirá que un contacto de tipo de no puesta a tierra sea reemplazado con otro contacto del mismo tipo.

b. Se permitirá que un contacto de tipo de no puesta a tierra sea reemplazado con un contacto del tipo interruptor del circuito contra falla a tierra. Estos contactos deben estar marcados como “sin puesta a tierra del equipo”. Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe conectar desde el contacto de tipo interruptor del circuito contra falla a tierra hasta ninguna salida alimentada desde el contacto del tipo interruptor del circuito contra falla a tierra.

c. Se permitirá que un contacto de tipo de no puesta a tierra sea reemplazado con un contacto del tipo de puesta a tierra cuando se alimenta a través de un interruptor del circuito contra falla a tierra. Los contactos del tipo de puesta a tierra alimentados a través del interruptor del circuito contra falla a tierra (Interruptores del circuito contra falla a tierra) deben estar marcados como "protegidos con Interruptores del circuito contra falla a tierra y "sin puesta a tierra del equipo". Un conductor de puesta a tierra de equipos no se debe conectar entre los contactos de tipo de puesta a tierra.

3) Interruptores del circuito contra falla a tierra. Los contactos protegidos con interruptor del circuito contra falla a tierra se deben suministrar cuando se hacen reemplazos en las salidas de contactos para las cuales se exige esta protección en otras partes de esta NOM.

Excepción: Los contactos protegidos con interruptor del circuito contra falla a tierra se podrán reemplazar con contactos sin protección, siempre que esté instalado un interruptor del circuito contra falla a tierra en el tablero del circuito que alimenta estos contactos.

4) Protección con interruptor de circuito por falla de arco. Cuando una salida de contacto es alimentada por un circuito derivado que requiera protección con interruptor de circuito por falla de arco como se especifica en otra parte de esta NOM, el contacto para reemplazo en esta salida debe ser uno de los siguientes:

(1) Un contacto interruptor de circuito por falla de arco tipo circuito derivado de salida aprobado.

(2) Un contacto protegido por un interruptor de circuito por falla de arco tipo contacto tipo circuito derivado de salida aprobado.

(3) Un contacto protegido por un interruptor de circuito por falla de arco tipo interruptor automático de tipo combinación aprobado.

5) **Contactos resistentes a la manipulación.** Se pueden suministrar contactos resistentes a la manipulación cuando los reemplazos se hagan en las salidas del contacto que en otra parte de esta NOM se permite sean resistentes a la manipulación.

6) **Contactos resistentes a la intemperie.** Se deben suministrar contactos resistentes a la intemperie cuando los reemplazos se hagan en las salidas del contacto que se exige sean protegidos de esta forma en otra parte de esta NOM.

e) Equipo conectado con cordón y clavija. La instalación de contactos del tipo de puesta a tierra no se debe utilizar como requisito de que todo equipo conectado con cordón y clavija debe ser del tipo puesto a tierra.

NOTA: Véase 250-114 con respecto a los tipos de equipos conectados con cordón y clavija que se deben poner a tierra.

f) Tipos no intercambiables. Los contactos conectados a circuitos que tienen diferentes tensiones, frecuencias o tipos de corriente (alterna o continua) en las mismas instalaciones deben tener un diseño tal que las clavijas de conexión utilizadas en estos circuitos no sean intercambiables.

406-5. Montaje del contacto. Los contactos se deben montar en cajas o ensambles diseñados para tal propósito, y tales cajas o ensambles deben estar fijos firmemente en su lugar, a menos que se permita algo diferente en otras partes de esta NOM.

a) Cajas sumidas. Los contactos montados en cajas que están sumidas con respecto a la superficie terminada, tal como se permite en 314-20, se deben instalar de manera tal que el chasis o yugo de montaje del contacto se sostenga rígidamente en la superficie terminada.

b) Cajas empotradas. Los contactos montados en cajas empotradas que están a nivel con la superficie terminada o que sobresalen de ella se deben instalar de manera tal que el chasis o yugo de montaje del contacto se sostenga rígidamente contra la caja o la tapa de la caja.

c) Contactos montados sobre tapas. Los contactos que están montados en una tapa y que están sostenidos por ella se deben sostener rígidamente contra la tapa o debe ser un ensamble aprobado para tal fin.

d) Posición de las partes frontales de los contactos. Después de la instalación, las partes frontales de los contactos deben estar a nivel con o sobresalir desde las placas frontales de material aislante, y deben sobresalir un mínimo de 0.40 milímetros desde las placas frontales metálicas.

Excepción: Se permitirán conjuntos o ensambles aprobados que incorporan contactos y placas frontales no metálicas que cubren la parte frontal del contacto, cuando la placa no se puede instalar en ningún otro contacto.

e) Contactos en cubiertas y superficies de trabajo similares en unidades de vivienda. Los contactos no se deben instalar en posición hacia arriba en las cubiertas o en superficies de trabajo similares.

f) Terminales expuestos. Los contactos deben estar encerrados de manera tal que las terminales energizadas del alambrado no queden expuestas al contacto.

g) Tensión entre dispositivos adyacentes. Un contacto no se debe agrupar ni reunir en envolvente con otros desconectadores de resorte, contactos o dispositivos similares, a menos que estén organizados de forma que la tensión entre los dispositivos adyacentes no exceda los 300 volts, o a menos que se instalen en envolventes equipados con barreras, instaladas de forma segura entre los dispositivos adyacentes.

406-6. Placas frontales (tapas) de los contactos. Las placas frontales de los contactos se deben instalar de manera que cubran totalmente la abertura y se asienten contra la superficie de montaje.

Las placas frontales de los contactos montados dentro de una caja que tienen un contacto montado-empotrado deben cerrar efectivamente la abertura y asentarse contra la superficie de montaje.

a) Espesor de las placas frontales metálicas. Las placas frontales metálicas deben tener una resistencia y rigidez para el uso previsto.

b) Puesta a tierra. Una placa frontal que pueda llegar a energizarse, debe estar puesta a tierra.

Excepción: Cuando todas las partes expuestas al usuario no estén en contacto con partes energizadas.

c) Placas frontales de material aislante. Las placas frontales de material aislante deben ser de material resistente a la propagación de la flama.

406-7. Clavijas de conexión, conectores de cordón y dispositivos superficiales con brida. Todas las clavijas de conexión, los conectores de cordón y los dispositivos superficiales con brida (entradas y salidas) deben estar marcados con el nombre o la identificación del fabricante y con los valores nominales de corriente y tensión.

a) Construcción de clavijas de conexión y conectores de cordón. Las clavijas de conexión y los conectores de cordón deben estar dispuestos de manera que las partes portadoras de corriente no queden expuestas, excepto las espigas, las cuchillas o los pines de conexión. La cubierta de las terminaciones de cable debe ser una parte esencial para la operación de una clavija de conexión o conector (construcción de frente muerto).

b) Conexión de las clavijas de conexión. Las clavijas de conexión se deben instalar de modo que sus espigas, cuchillas o pines de conexión no estén energizados, a menos que se inserten en un contacto energizado o a conectores de cordón. Ningún contacto se debe instalar de modo que sea necesaria la inserción de una clavija de conexión energizada como su fuente de alimentación.

c) Mecanismos de eyección de la clavija de conexión. Los mecanismos de eyección de la clavija de conexión no deben afectar adversamente el acoplamiento de las cuchillas de la clavija de conexión con los contactos del contacto.

d) Entrada superficial con brida. Una entrada superficial con brida se debe instalar de forma que las espigas, las cuchillas o los pines de conexión no estén energizados, a menos que se inserte en ella un conector de cordón energizado.

406-8. No intercambiables. Los contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión se deben construir de manera tal que ni el contacto ni los conectores de cordón acepten una clavija de conexión con valor nominal de corriente y de tensión diferentes de aquellos para los cuales se proyectó el dispositivo. Sin embargo, se permitirá que un contacto de 20 amperes con ranura en T o un conector de cordón acepten una clavija de conexión de 15 amperes con la misma tensión nominal. Los contactos y conectores del tipo de no puesta a tierra no deben aceptar clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra.

406-9. Contactos en lugares húmedos o mojados.

a) Lugares húmedos. Un contacto instalado en una zona exterior, en un lugar protegido de la intemperie o en otros lugares húmedos, debe tener un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando el contacto está cubierto (la clavija de conexión sin introducir y las cubiertas del contacto cerradas). Una instalación adecuada para lugares mojados también se debe considerar adecuada para lugares húmedos.

Se debe considerar que un contacto está en un lugar protegido de la intemperie cuando está debajo de porches abiertos con techo, techos ornamentales, marquesinas o similares, y no está sometido al azote de la lluvia ni a corrientes de agua. Todos los contactos de 15 y 20 amperes, 120 y 250 volts sin bloqueo, deben ser del tipo resistente a la intemperie certificados.

b) Lugares mojados.

1) Contactos de 15 y 20 amperes en lugares mojados. Los contactos de 15 y 20 amperes, 120 y 250 volts instalados en un lugar mojado deben tener un envolvente que sea a prueba de intemperie esté introducida o no la clavija de conexión. Para viviendas diferentes a las unifamiliares o bifamiliares, se debe instalar una cubierta de caja de salida aprobada para este propósito y cuando se instale en un envolvente soportado desde el suelo como se describe en 314-23(b) ó 314-23(f) se debe identificar como "trabajo pesado".

Todos los contactos de 15 y 20 amperes, 120 y 250 volts sin bloqueo, deben ser del tipo resistente a la intemperie.

Excepción: Se permitirá que los contactos de 15 y 20 amperes, de 120 hasta 250 volts, instalados en un lugar mojado y sometidos a lavado rutinario con aspersión de alta presión, tengan un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando la clavija de conexión sea retirada.

2) Otros contactos. Todos los otros contactos instalados en un lugar mojado deben cumplir con (a) o (b) siguientes:

a. Un contacto instalado en un lugar mojado, cuando el producto previsto a conectarse a él estará desatendido mientras está en uso, debe tener un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando la clavija de conexión esté introducida y cuando se retire.

b. Un contacto instalado en un lugar mojado donde el producto previsto a conectarse a él estará atendido mientras está en uso (por ejemplo, herramientas portátiles) debe tener un envolvente que sea a prueba de intemperie cuando se retira la clavija de conexión.

c) Espacio de la ducha y la tina. Los contactos no se deben instalar ni dentro ni directamente por encima del compartimiento de la ducha o de la tina.

d) Protección para los contactos en el piso. Los tubos de soporte de los contactos en el piso deben permitir que el equipo de limpieza para el piso funcione sin producir daños a los contactos.

e) Montaje a nivel con placa frontal. El envolvente para un contacto instalado en una caja de salida montada a nivel en una superficie terminada, debe ser a prueba de intemperie por medio de un ensamble de placa frontal a prueba de intemperie que proporcione una conexión hermética entre la placa y la superficie terminada.

406-10. Contactos, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra.

a) Polos de puesta a tierra. Los contactos, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra, se deben suministrar con un polo fijo de puesta a tierra además de los polos del circuito. Se permitirá que el polo de contacto de puesta a tierra de los interruptores del circuito contra falla a tierra enchufables sea de tipo móvil y de reposición automática en circuitos que funcionan a tensiones no mayores a 150 volts entre cualquier par de conductores o entre cualquier conductor y la tierra.

b) Identificación del polo de puesta a tierra. Los contactos, adaptadores, conectores de cordón y clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos con el polo de puesta a tierra.

Una terminal para la conexión con el polo de puesta a tierra debe estar indicada mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Una terminal de tornillo con cabeza de color verde, no fácilmente removible.

(2) Un conector (un cilindro de presión) de alambre a presión, de color verde.

(3) Un dispositivo similar de conexión de color verde, en el caso de los adaptadores. La terminal de puesta a tierra de un adaptador de puesta a tierra debe ser una zapata, lengüeta o dispositivo similar rígido de color verde. La conexión de puesta a tierra del equipo debe estar diseñada de forma que no pueda hacer contacto con las partes portadoras de corriente del contacto, el adaptador o la clavija de conexión. El adaptador debe ser polarizado.

(4) Si la terminal para el conductor de puesta a tierra del equipo no es visible, el orificio de entrada del conductor se debe marcar con la palabra verde o tierra, las letras G o GR, un símbolo de puesta a tierra o con otra identificación con un color verde distintivo. Si la terminal para el conductor de puesta a tierra de equipos se puede remover con facilidad, el área adyacente al terminal se debe marcar de manera similar.

NOTA: Figura 406-10(b)(4) un ejemplo de un símbolo utilizado para identificar el punto de terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos.

c) Uso de la terminal de puesta a tierra. Un terminal de puesta a tierra no se debe utilizar para propósitos diferentes a la puesta a tierra.

d) Requisitos del polo de puesta a tierra. Las clavijas de conexión, los conectores de acoplamiento de cordón y los contactos del tipo de puesta a tierra deben tener un diseño que permita que la conexión de puesta a tierra del equipo se haga antes de las conexiones portadoras de corriente. Los dispositivos del tipo de puesta a tierra deben tener un diseño tal que los polos de puesta a tierra de las clavijas de conexión no puedan hacer contacto con las partes portadoras de corriente de los contactos o de los conectores de cordón.

e) Uso. Las clavijas de conexión del tipo de puesta a tierra se deben utilizar únicamente con un cordón que tenga un conductor de puesta a tierra de equipos.

NOTA: Véase 200-10(b) con respecto a la identificación de las terminales del conductor puesto a tierra.

406-11. Conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto a la caja. La conexión de la terminal de puesta a tierra del contacto debe cumplir lo que se especifica en 250-146.

406-12. Contactos resistentes a la manipulación en unidades de vivienda. En las áreas que se especifican en 210-52, los contactos de 120 volts, 15 y 20 amperes sin bloqueo pueden ser contactos resistentes a la manipulación.

406-13. Contactos resistentes a la manipulación en habitaciones y suites para huéspedes. Los contactos de 120, 15 y 20 amperes sin bloqueo localizados en las habitaciones y suites para huéspedes pueden ser contactos resistentes a la manipulación.

406-14. Contactos resistentes a la manipulación en instalaciones de cuidados infantiles. En las instalaciones de cuidados infantiles, los contactos de 120 volts, 15 y 20 amperes sin bloqueo deben ser contactos resistentes a la manipulación.

ARTICULO 408

TABLEROS DE DISTRIBUCION Y TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL

A. Generalidades

408-1. Alcance. Este Artículo trata sobre los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control. No aplica para los equipos que operan a más de 600 volts, excepto si se hace referencia específicamente en otra parte de esta NOM.

408-2. Otros Artículos. Los desconectadores, interruptores automáticos y dispositivos de protección contra sobrecorriente utilizados en tableros de distribución, tableros de alumbrado y control y sus envolventes, deben cumplir con este Artículo y también con los requisitos de los Artículos 240, 250, 312, 314, 404 y otros Artículos que se aplican. Los tableros de distribución y los tableros de alumbrado y control en lugares (clasificados) peligrosos deben cumplir con las disposiciones aplicables de los Artículos 500 hasta 517.

408-3. Soporte y disposición de las barras colectoras y de los conductores.

a) Conductores y barras colectoras en un tablero de distribución o un panel de alumbrado y control. Los conductores y barras colectoras en un tablero de distribución o un panel de alumbrado y control deben cumplir con las disposiciones de 408-3(a)(1), (a)(2) y (a)(3), según corresponda.

1) Ubicación. Los conductores y barras colectoras se deben ubicar de manera que estén libres de daño físico y se deben sostener firmemente en su lugar.

2) Tableros de distribución de acometida. Se deben colocar barreras en todos los tableros de distribución de acometida de manera que ninguna barra colectora o terminal no aisladas y no puestas a tierra de acometida, queden expuestas al contacto involuntario por parte de las personas.

3) En la misma sección vertical. Unicamente aquellos conductores que están proyectados para terminar en una sección vertical del tablero de distribución, diferentes de las interconexiones exigidas y al alambrado de control, deben estar localizados en esa sección.

Excepción: Se permitirá que los conductores pasen horizontalmente a través de las secciones verticales de los tableros de distribución cuando dichos conductores están aislados de las barras colectoras mediante una barrera.

b) Efectos inductivos y de sobrecalentamiento. La disposición de las barras colectoras y los conductores debe ser tal que se evite el sobrecalentamiento debido a los efectos inductivos.

c) Utilizados como equipos de acometida. Cada tablero de distribución o panel de alumbrado y control, si se utiliza como equipo de acometida, debe tener un puente de unión principal dimensionado de acuerdo con 250-28 (d) o equivalente, colocado dentro del panel de alumbrado y control o en una de las secciones del tablero de distribución para la conexión del conductor puesto a tierra de acometida en su lado de alimentación a la estructura del tablero de distribución o panel de alumbrado y control. Todas las secciones de un tablero de distribución deben estar unidas utilizando un conductor de unión de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122 o con la Tabla 250-66, según corresponda.

Excepción: No se exigirá que tengan un puente de unión principal los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control utilizados como equipo de acometida en sistemas con neutro puesto a tierra con alta impedancia, de acuerdo con 250-36.

d) Terminales. En los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control, las terminales de carga para el alambrado en campo, incluyendo las terminales de carga del conductor puesto a tierra del circuito y las conexiones a la barra del conductor de puesta a tierra de equipos para los conductores de puesta a tierra de equipos de la carga, se deben localizar de manera que no sea necesario extenderse a través o mayor que de una barra conductora de línea no puesta a tierra y no aislada con el fin de hacer las conexiones.

e) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras trifásicas debe ser A, B, C desde el frente hacia atrás, desde arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, visto desde el frente del tablero de distribución o panel de alumbrado y control. La fase B debe ser aquella que tenga la tensión más alta a tierra en sistemas trifásicos, 4 hilos conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a las instalaciones existentes y deben estar marcadas.

Excepción: Se permitirá que el equipo dentro del mismo tablero de distribución o panel de alumbrado y control de una sola sección o de múltiples secciones, como el medidor en sistemas trifásicos, 4 hilos, conectados en delta tengan la misma configuración de fase que el equipo de medición.

f) Identificación del tablero de distribución y panel de alumbrado y control.

1) Identificación de fase alta. Un tablero de distribución o panel de alumbrado y control que contenga un sistema de 4 hilos, conectado en delta en donde el punto medio de un devanado de fase esté puesto a tierra, debe ser marcado en campo legible y permanentemente de la siguiente manera:

“Precaución __ fase de __ volts a tierra”

2) Sistemas no puestos a tierra. Un tablero de distribución o panel de alumbrado y control que contenga un sistema eléctrico no puesto a tierra como lo permite 250-21 debe ser marcado en campo legible y permanentemente de la siguiente manera:

“Precaución sistema no puesto a tierra que opera a - _____ volts entre conductores”.

g) Espacio mínimo de curvatura del alambre. El espacio mínimo de curvatura del alambre en las terminales y el espacio mínimo en la canal en tableros de alumbrado y control y tableros de distribución deben ser tal como se exige en 312-6.

408-4. Identificación de campo requerido

a) Directorio del circuito o identificación del circuito. Cada circuito y modificación del circuito se debe identificar de forma legible con su propósito o uso específico, evidente y claro. La identificación debe incluir detalles suficientes que permitan que cada circuito se diferencie de los otros. Las posiciones de reserva que contienen dispositivos de protección contra sobrecorriente o interruptores sin utilizar se deben describir según corresponda. La identificación se debe incluir en un directorio del circuito que se localiza en la parte frontal o interior de la puerta del tablero en el caso de un panel de alumbrado y control y en cada desconectador o interruptor automático en un tablero de distribución. Ningún circuito se debe describir en una manera que dependa de condiciones provisionales de ocupación.

b) Fuente de alimentación. Todos los tableros de distribución y tableros de alumbrado y control alimentados por un alimentador en viviendas diferentes a las unifamiliares o bifamiliares se deben marcar para indicar el dispositivo o equipo donde se origina la fuente de alimentación.

408-5. Distancia para el conductor que entra en el envolvente de la barra conductora. Cuando los tubos conduit u otras canalizaciones entran por abajo de un tablero de distribución, un tablero de alumbrado y control autosoportado o un envolvente similar, debe haber espacio suficiente que permita la instalación de los conductores en el envolvente. El espacio del cableado no debe ser menor al que se indica en la Tabla 408-5 en donde el tubo conduit o la canalización entra o sale del envolvente por debajo de las barras colectoras, sus soportes u otras obstrucciones. El tubo conduit o la canalización, incluyendo sus accesorios terminales, no se deben elevar a más de 7.50 centímetros por encima de la base del envolvente.

Tabla 408-5.- Espacio mínimo para los conductores que entran en los envolventes de las barras conductoras.

Conductor	Espacio mínimo entre la base del envolvente y las barras conductoras, sus soportes u otros obstáculos milímetros
Barras colectoras aisladas, sus soportes u otras obstáculos	200
Barras colectoras no aisladas	250

408-7. Aberturas sin utilizar. La aberturas sin utilizar para interruptores automáticos y desconectadores se deben cerrar utilizando tapas de cierre identificadas u otros medios aprobados que proporcionen protección significativamente equivalente a la pared del envolvente.

B. Tableros de distribución

408-16. Tableros de distribución en lugares húmedos o mojados. Los tableros de distribución en lugares húmedos o mojados se deben instalar de acuerdo con 312-2.

408-17. Ubicación con respecto a material fácilmente inflamable. Los tableros de distribución se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la probabilidad del paso del fuego hasta materiales combustibles adyacentes. Cuando se instalan sobre pisos combustibles, se debe suministrar una protección adecuada.

408-18. Separaciones.

a) Desde el plafón. Para tableros de distribución que no estén totalmente encerrados, debe existir un espacio no menor a 90 centímetros entre la parte superior del tablero de distribución y cualquier techo combustible, a menos que se proporcione una barrera no combustible entre el tablero de distribución y el techo.

b) Alrededor de los tableros de distribución. Los espacios alrededor de los tableros de distribución deben cumplir con las disposiciones de 110-26.

408-19. Aislamiento del conductor. Un conductor con aislamiento que se utilice dentro de un tablero de distribución debe estar aprobado, debe ser resistente a la propagación de la flama y tener un valor nominal no menor a la tensión que se le aplica y no menor a la tensión que se aplica a otros conductores o barras colectoras con las cuales pueda entrar en contacto.

408-20. Ubicación de los tableros de distribución. Los tableros de distribución que tengan cualquier parte viva expuesta se deben localizar en lugares permanentemente secos y únicamente en donde estén bajo supervisión de personal competente y sean accesibles únicamente a personas calificadas. Los tableros de distribución se deben ubicar de modo tal que la probabilidad de daño debido al equipo o los procesos se reduzca al mínimo.

408-22. Puesta a tierra de instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos en los tableros de distribución. Los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos localizados en los tableros de distribución deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 250-170 hasta 250-178.

C. Tableros de alumbrado y control

408-30. Generalidades. Todos los tableros de alumbrado y control deben tener un valor nominal que no sea menor a la capacidad mínima del alimentador que se exige para la carga calculada de acuerdo con las Partes C, D y E del Artículo 220, según se aplique.

NOTA: Ver 110-22 con respecto a los requisitos adicionales.

408-36. Protección contra sobrecorriente. Además de los requisitos de 408-30, un panel de alumbrado y control debe estar protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente que tenga un valor nominal no mayor que la del panel de alumbrado y control. Este dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe ubicar dentro o en cualquier punto en el lado de alimentación del panel de alumbrado y control.

Excepción 1: No se exigirá protección individual para un panel de alumbrado y control utilizado como equipo de acometida con medios de desconexión múltiples, de acuerdo con 230-71. En tableros de alumbrado y control protegidos por tres o más interruptores automáticos principales o por conjuntos de fusibles, estos interruptores automáticos o conjuntos de fusibles no deben alimentar a una segunda estructura de barra conductora dentro del mismo ensamble del panel de alumbrado y control.

Excepción 2: No se exigirá protección individual para un panel de alumbrado y control protegido en su lado de alimentación por dos interruptores automáticos principales o dos conjuntos de fusibles que tengan un valor nominal combinado no mayor que el del panel de alumbrado y control. Un panel de alumbrado y control construido o alambrado según esta excepción no debe contener más de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente. Con el fin de determinar la cantidad máxima de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente, un interruptor automático de 2 polos o de 3 polos se debe considerar como dos o tres dispositivos de protección contra sobrecorriente respectivamente.

Excepción 3: Para tableros de alumbrado y control existentes, no se exigirá protección individual para un panel de alumbrado y control utilizado como equipo de acometida para una vivienda individual.

a) Interruptores de acción rápida con valor nominal de 30 amperes o menos. Los tableros de alumbrado y control equipados con interruptores de acción rápida con valor nominal de 30 amperes o menos deben tener protección contra sobrecorriente de 200 amperes o menos.

b) Alimentado a través de un transformador. Cuando un panel de alumbrado y control es alimentado a través de un transformador, la protección contra sobrecorriente que se exige en 408-36 se debe localizar en el lado secundario del transformador.

Excepción: Un panel de alumbrado y control alimentado por el lado secundario de un transformador se debe considerar como protegido contra sobrecorriente por la protección suministrada en el lado primario del transformador, cuando dicha protección está de acuerdo con lo indicado en 240-21(c)(1).

c) Interruptores automáticos delta. Un desconectador trifásico o un dispositivo de protección contra sobrecorriente no se deben conectar a la barra conductora de ningún panel de alumbrado y control que tenga menos que barras conductoras trifásicas. Los interruptores automáticos delta no se deben instalar en tableros de alumbrado y control.

d) Dispositivos de alimentación posterior. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de tipo enchufable o los ensambles principales de lengüeta tipo enchufable que son retroalimentados y que se usan para la terminación de los conductores de alimentación no puestos a tierra instalados en campo, se deben asegurar en su lugar con un sujetador adicional que necesite de un mecanismo diferente al jalado para liberar el dispositivo del medio de montaje en el panel.

408-37. Tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados. Los tableros de alumbrado y control en lugares húmedos o mojados se deben instalar según 312-2.

408-38. Envolventes. Los tableros de alumbrado y control se deben montar en gabinetes, cajas de corte o envolventes diseñados para tal propósito y deben ser de frente muerto.

Excepción: Se permitirán tableros de alumbrado y control que no sean de frente muerto, del tipo de operación desde el exterior, cuando sean accesibles únicamente a personas calificadas.

408-39. Disposición relativa de interruptores y fusibles. En los tableros de alumbrado y control, los fusibles de cualquier tipo se deben instalar en el lado de carga de los desconectadores.

Excepción: Se permitirá que los fusibles instalados como parte del equipo de acometida, de acuerdo con las disposiciones de 230-94 estén en el lado de la línea del interruptor de acometida.

408-40. Puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control. Los gabinetes y las estructuras de los tableros de alumbrado y control, si son de metal, deben estar en contacto físico entre y se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando el panel de alumbrado y control se usa con una canalización no metálica o cable, o cuando se suministran conductores independientes de puesta a tierra de equipos, una barra terminal para los conductores de puesta a tierra de equipos se debe fijar dentro del gabinete. La barra terminal se debe unir al gabinete y a la estructura del panel de alumbrado y control, si son de metal; de otro modo, se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos que está tendido con los conductores que alimentan al panel de alumbrado y control.

Excepción: Cuando se instala un conductor separado de puesta a tierra de equipos, según lo permitido por 250-146(d), se permitirá que el conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos que está tendido con los conductores del circuito pase a través del panel de alumbrado y control sin que se conecte a la barra terminal de puesta a tierra de equipos del panel de alumbrado y control.

Los conductores de puesta a tierra de equipos no se deben conectar a la barra terminal para conductores puestos a tierra o conductores del neutro, a menos que la barra esté identificada para ese propósito y se encuentre localizada donde la interconexión entre los conductores de puesta a tierra de equipos y los conductores puestos a tierra del circuito está permitida por o se exige en el Artículo 250.

408-41. Terminaciones del conductor puesto a tierra. Cada conductor puesto a tierra debe terminar dentro del panel de alumbrado y control en un terminal individual que no sea utilizado también para otro conductor.

Excepción: Se permitirá que los conductores puestos a tierra de los circuitos con conductores en paralelo terminen en una sola terminal, si la terminal está identificada para conexión de más de un conductor.

D. Especificaciones de construcción

408-50. Paneles. Los paneles de los tableros de distribución deben estar hechos con material no combustible y resistente a la humedad.

408-51. Barras colectoras. Las barras colectoras aisladas o desnudas deben estar rígidamente montadas.

408-52. Protección de los circuitos de instrumentos. Los instrumentos, luces piloto, transformadores de potencial y otros dispositivos de los tableros de distribución con bobinas de potencial se deben alimentar por un circuito que esté protegido con dispositivos normales de protección contra sobrecorriente con valor nominal de 15 amperes o menos.

Excepción 1: Se permitirán dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal mayor que 15 amperes cuando la interrupción del circuito pueda crear un peligro. Se debe suministrar protección contra cortocircuito.

Excepción 2: Para valores nominales de 2 amperes o menos, se permitirán tipos especiales de fusibles encerrados.

408-53. Requisitos de los componentes. Los desconectadores, fusibles y portafusibles usados en los tableros de alumbrado y control deben cumplir con los requisitos aplicables de los Artículos 240 y 404.

408-54. Cantidad máxima de dispositivos de protección contra sobrecorriente. Un tablero de alumbrado y control debe tener los medios físicos para evitar que se instalen más dispositivos de protección contra sobrecorriente que aquellos para los cuales se diseñó.

Para los propósitos de esta sección, un interruptor automático o un desconectador con fusible de 2 polos se debe considerar como dos dispositivos de protección contra sobrecorriente; un interruptor automático o un desconectador con fusible de tres polos se debe considerar como tres dispositivos de protección contra sobrecorriente.

408-55. Espacio de curvatura del alambre dentro de un envolvente que contiene un panel de alumbrado y control. El envolvente para un panel de alumbrado y control debe tener espacio para la curvatura del alambre en la parte superior y en la base con dimensiones que estén de acuerdo con la Tabla 312-6 (b) para el conductor más grande que entra o sale del envolvente. El espacio lateral para la curvatura del alambre debe estar de acuerdo con la Tabla 312-6(a) para el conductor más grande que va a terminar en dicho espacio.

Excepción 1: Se permitirá que el espacio de curvatura del alambre, bien sea el superior o el de la base, tenga dimensiones de acuerdo con la Tabla 312-6(a) para un panel de alumbrado y control con valor nominal de 225 amperes o menos y diseñado para contener no más de 42 dispositivos de protección contra sobrecorriente. Para los propósitos de esta excepción, un interruptor automático de 2 polos o de 3 polos se debe considerar como dos o tres dispositivos de protección contra sobrecorriente respectivamente.

Excepción 2: Se permitirá que el espacio para el doblez de los cables, bien sea el superior o el de la base, para cualquier panel de distribución tenga dimensiones de acuerdo con la Tabla 312-6(a) cuando el espacio para la curvatura del alambre por lo menos de un lado tiene dimensiones de acuerdo con la Tabla 312-6 (b) para el conductor más grande que va a terminar en cualquier espacio lateral de curvatura del alambre.

Excepción 3: Se permitirá que los espacios superior y de la base para la curvatura del alambre tengan dimensiones de acuerdo con las separaciones de la Tabla 312-6(a) si el panel de alumbrado y control está diseñado y construido para alambrado que utiliza únicamente una sola curva de 90 grados para cada conductor, incluyendo el conductor puesto a tierra del circuito, y el diagrama del alambrado muestra y especifica el método de alambrado que se deben utilizar.

Excepción 4: Se permitirá que el espacio para el doblez del alambre, bien sea el superior o el de la base, pero no ambos, tengan dimensiones de acuerdo con la Tabla 312-6(a) cuando no hay conductores que terminen en ese espacio.

408-56. Separaciones mínimas. La distancia entre las partes metálicas desnudas, las barras colectoras, etc. no debe ser menor a la que se especifica en la Tabla 408-56.

Cuando la proximidad no ocasiona calentamiento excesivo, se permitirá que las partes que tengan la misma polaridad en interruptores, fusibles encerrados, etc. estén tan próximas como lo permita una correcta operación.

Excepción: Se permitirá que la distancia sea menor a la que se especifica en la Tabla 408-56 en interruptores automáticos, desconectadores y en componentes aprobados instalados en tableros de distribución y tableros de alumbrado y control.

Tabla 408.- 56 Espacio mínimo entre las partes metálicas desnudas

Volts	Polaridad inversa cuando se montan en la misma superficie	Polaridad inversa cuando se sostienen libres en el aire	Partes vivas puestas a tierra
	milímetros		
No más de 120 volts	20	15	15
No más de 250 volts	35	20	15
No más de 600 volts	55	25	25

* Para la separación entre las partes vivas y las puertas de los gabinetes, ver 312-11(a) (1), (2) y (3).

408-58. Marcado del panel de alumbrado y control. El fabricante debe marcar los tableros de alumbrado y control de forma duradera con valor nominal de corriente y de tensión y el número de fases para la cual están diseñados, así como con el nombre o marca comercial del fabricante de forma que sea visible después de la instalación, sin perturbar las partes internas o el alambrado.

ARTICULO 409

TABLEROS DE CONTROL INDUSTRIAL

A. Generalidades

409-1. Alcance. Este Artículo trata de los tableros de control industrial proyectados para uso general y que funcionan a 600 volts o menos.

409-2. Definiciones.

Circuito de control. Circuito de un sistema o aparato de control que transporta las señales eléctricas que dirigen el desempeño del controlador pero no transporta la corriente principal de fuerza.

Panel de control industrial. Conjunto de dos o más componentes que constan de uno de los siguientes elementos:

(1) Componentes del circuito de fuerza únicamente, tales como controladores de motor, relevadores de sobrecarga, seccionadores con fusible e interruptores automáticos.

(2) Componentes del circuito de control únicamente, tales como pulsadores, luces piloto, interruptores selectores, temporizadores, interruptores, relevadores de control.

(3) Una combinación de componentes del circuito de control y del circuito de fuerza.

Estos componentes, con el cableado y las terminales asociados, se montan en o se contienen dentro de un envolvente o se montan sobre un tablero. El tablero de control industrial no incluye el equipo controlado.

409-3. Otros Artículos. Además de los requisitos del Artículo 409, los tableros de control industrial que contienen circuitos derivados para cargas o componentes específicos, o que son para el control de tipos específicos de equipos tratados en otros Artículos de esta NOM, se deben construir e instalar de acuerdo con los requisitos aplicables de los Artículos específicos que se indica en la Tabla 409-3.

Tabla 409-3.- Otros Artículos

Equipo/Inmueble	Artículo	Sección
Capacitores		460-8, 460-9
Circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada	725	
Circuitos derivados	210	
Elevadores, montaplatos, escaleras, pasillos mecánicos, elevadores de plataforma y elevadores para sillas de ruedas	620	
Equipos de aire acondicionado y de refrigeración	440	
Garajes comerciales, hangares para aeronaves, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, procesos de aplicación por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento y lugares de inhalación de gases anestésicos	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
Grúas y montacargas eléctricos	610	
Lugares peligrosos (clasificados)	500, 501, 502 503, 504, 505	
Luminarias	410	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	
Motores, circuitos de motores y controladores	430	
Resistencias y reactores	470	
Transformadores	450	

B. Instalación

409-20. Conductor - tamaño y ampacidad mínimos. El tamaño del conductor de alimentación del panel de control industrial debe tener una ampacidad no menor al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga de todas las cargas de calefacción por resistencia, más el 125 por ciento de la valor nominal de corriente de plena carga del motor con valor nominal más alto, más la suma de los valores nominales de corriente de plena carga de todos los otros motores y aparatos conectados basados en su ciclo de trabajo que puedan estar en funcionamiento al mismo tiempo

409-21. Protección contra sobrecorriente

a) Generalidades. Los tableros de control industrial se deben suministrar con protección contra sobrecorriente, de acuerdo con las Partes A, B e I del Artículo 240.

b) Ubicación. Esta protección se debe suministrar para cada uno de los circuitos de alimentación que ingresa, mediante cualquiera de los siguientes métodos:

(1) Un dispositivo de protección contra sobrecorriente localizado adelante del panel de control industrial.

(2) Un solo dispositivo principal de protección contra sobrecorriente localizado dentro del panel de control industrial. Cuando la protección contra sobrecorriente se suministra como parte del panel de control industrial, los conductores de alimentación se deben considerar bien sea como alimentadores o como derivaciones, según se indica en 240-21.

c) Valor nominal. El valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta al panel de control industrial no debe ser mayor que la suma del valor nominal o el ajuste más grande del dispositivo de protección contra falla a tierra y de cortocircuito del circuito derivado que se proporciona con el panel de control industrial, más el 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga de todas las cargas de calefacción por resistencia, más la suma de las corrientes de plena carga de todos los otros motores y aparatos que pueden estar en funcionamiento al mismo tiempo.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito del motor se utilizan para la protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito derivado, según lo permitido en 430-52(c), el procedimiento especificado anteriormente para determinar el valor nominal máximo del dispositivo de protección para el circuito que alimenta el panel de control industrial se debe aplicar con la siguiente disposición: para propósitos de cálculo, se debe asumir que cada interruptor automático de disparo instantáneo o cada protector contra cortocircuito del motor tiene una valor nominal que no excede el porcentaje máximo de la corriente de plena carga del motor permitida en la Tabla 430-52 para el tipo de dispositivo de protección del circuito de alimentación del panel de control que se utiliza.

Cuando no se suministra un dispositivo de protección contra falla a tierra y cortocircuito del circuito derivado con el panel de control industrial para cargas de motor o la combinación de cargas de motor y cargas que no son motores, el valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en 430-52 y 430-53, según se aplique.

409-22 Valor nominal de corriente de cortocircuito. Un panel de control industrial no se debe instalar donde la corriente de falla disponible exceda su valor nominal de corriente de corto circuito tal y como está marcado de acuerdo con 409-110(4).

409-30. Medios de desconexión. Los medios de desconexión que alimentan las cargas de motores deben cumplir con lo indicado en la Parte I del Artículo 430.

409-60. Puesta a tierra. Los tableros de control industrial de sección múltiple se deben unir entre sí con un conductor de puesta a tierra de equipos o una barra de puesta a tierra de equipos equivalente dimensionada de acuerdo con la Tabla 250-122. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar a esta barra conductora de puesta a tierra de equipos o a un punto de terminación de puesta a tierra de equipos suministrado en un panel de control industrial de una sola sección.

C. Especificaciones de construcción

409-100. Envolventes. La Tabla 110-28 se debe utilizar como la base para la selección de los envolventes de los tableros de control industrial para uso en lugares específicos que no sean lugares (clasificados) peligrosos. Los envolventes no están proyectados para proteger contra condiciones tales como condensación, congelamiento, corrosión ni contaminación que se pueden presentar dentro del envolvente que puedan ingresar a través del tubo conduit o de las aberturas sin sellar.

409-102. Barras colectoras y conductores. Los tableros de control industrial que utilizan barras colectoras deben cumplir con 409-102(a) y (b).

a) Soporte y disposición. Las barras colectoras deben estar protegidas contra el daño físico y se deben sostener firmemente en su lugar.

b) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras trifásicas verticales y horizontales de fuerza debe ser A, B, C desde el frente hacia atrás, de arriba hacia abajo, o de izquierda a derecha, visto desde el frente del panel de control industrial. La fase B debe ser aquella que tenga la tensión más alta a tierra en sistemas de 3 fases, 4 hilos conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a las instalaciones existentes y las fases deben estar marcadas permanentemente.

409-104. Espacio para el alambrado

a) Generalidades. Los envolventes de los tableros de control industrial no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares ni canalizaciones para los conductores que se alimentan a través o se derivan de otros interruptores o dispositivos de protección contra sobrecorriente u otros equipos, a menos que los conductores ocupen menos del 40 por ciento de la sección transversal del área del espacio del alambrado. Además, los conductores, empalmes y derivaciones no deben ocupar el espacio del alambrado en más del 75 por ciento del área de la sección transversal de dicho espacio.

b) Espacio para la curvatura del alambre. El espacio para la curvatura del alambre dentro de los tableros de control industrial para las terminales del cableado en campo debe cumplir con los requisitos de 430-10 (b).

409-106. Espacios. Los espacios en los circuitos del alimentador entre las partes vivas no aisladas de los componentes adyacentes, entre las partes vivas no aisladas de los componentes y las partes metálicas no portadoras de corriente accesibles o puestas a tierra, entre las partes vivas no aisladas de los componentes y el envolvente, y en las terminales de alambrado de campo deben ser como se muestran en la Tabla 430-97.

Excepción: Se permitirá que los espacios sean menores a los que se especifican en la Tabla 430-97 en interruptores automáticos, desconectadores y en componentes instalados en los tableros de control industrial.

409-108 Equipo de acometida. Cuando se utiliza como equipo de acometida, cada panel de control industrial debe ser del tipo adecuado para el uso como equipo de acometida.

Cuando se suministra un conductor puesto a tierra, el panel de control industrial debe tener una unión principal, dimensionada de acuerdo con 250-28 (d), para conectar el conductor puesto a tierra, en su lado de alimentación, a la barra conductora de puesta a tierra del equipo del panel de control industrial o a la terminal de puesta a tierra de equipos.

409-110. Marcado. Los tableros de control industrial se deben marcar con la siguiente información que sea totalmente visible después de la instalación:

(1) Nombre del fabricante, marca comercial u otras marcas descriptivas mediante las cuales la organización responsable del producto se pueda identificar.

(2) Tensión de alimentación, número de fases, frecuencia y corriente de plena carga para cada circuito de alimentación que ingresa.

(3) Los tableros de control industrial, alimentados por más de una fuente de energía de tal manera que se requiera más de un medio de desconexión para desconectar toda la energía dentro del panel de control, se deben marcar para indicar que se requiere más de un medio de desconexión para desenergizar el equipo.

(4) Valor nominal de corriente de cortocircuito del panel de control industrial con base en uno de los siguientes métodos:

a. Valor nominal de corriente de cortocircuito de un ensamble aprobado y etiquetado.

b. Valor nominal de corriente de cortocircuito establecida utilizando un método aprobado.

Excepción para (4): No se exige marcar el valor nominal de corriente de cortocircuito para tableros de control industrial que contienen únicamente componentes del circuito de control.

(5) Si el panel de control industrial está proyectado como equipo de acometida, se debe marcar para identificarlo como adecuado para el uso como equipo de acometida.

(6) Diagrama de cableado eléctrico o el número de identificación de un diagrama del alambrado eléctrico separado, o una denominación referida en un diagrama de alambrado separado.

(7) El número del tipo de envolvente se debe marcar en el envolvente del panel de control industrial.

ARTICULO 410

LUMINARIAS, PORTALAMPARAS Y LAMPARAS

A. Generalidades

410-1. Alcance. Este Artículo trata de las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas, colgantes, lámparas de filamento incandescente, lámparas de arco, lámparas de descarga eléctrica, productos para alumbrado decorativo, accesorios de alumbrado para uso festivo, temporal o de acuerdo a las estaciones, productos para alumbrado flexible portátil, y del alambrado y equipos que forman parte de tales productos e instalaciones de alumbrado.

410-2. Definiciones.

Espacio de almacenamiento del armario. Volumen limitado por las paredes laterales y posterior del armario y por los planos que van desde el piso del armario verticalmente hasta un altura de 1.80 metros o hasta la barra más alta para colgar ropa y en paralelo a las paredes a una distancia horizontal de 60 centímetros desde las paredes laterales y posterior del armario, y que continúan verticalmente hasta el techo del armario en paralelo a las paredes a una distancia horizontal de 30 centímetros, o el ancho del anaquel, la distancia que sea mayor. Para un armario que permite el acceso a ambos lados de una barra para colgar, este espacio incluye el volumen por debajo de la barra más alta extendiéndose 30 centímetros en cualquier lado de la barra en un plano horizontal al piso en toda la longitud de la barra. Véase la Figura 410-2.

Riel de alumbrado. Ensamble manufacturado, diseñado para dar soporte y energizar las luminarias que se pueden reubicar fácilmente en el riel. Su longitud se puede alterar al adicionar o quitar secciones del riel.

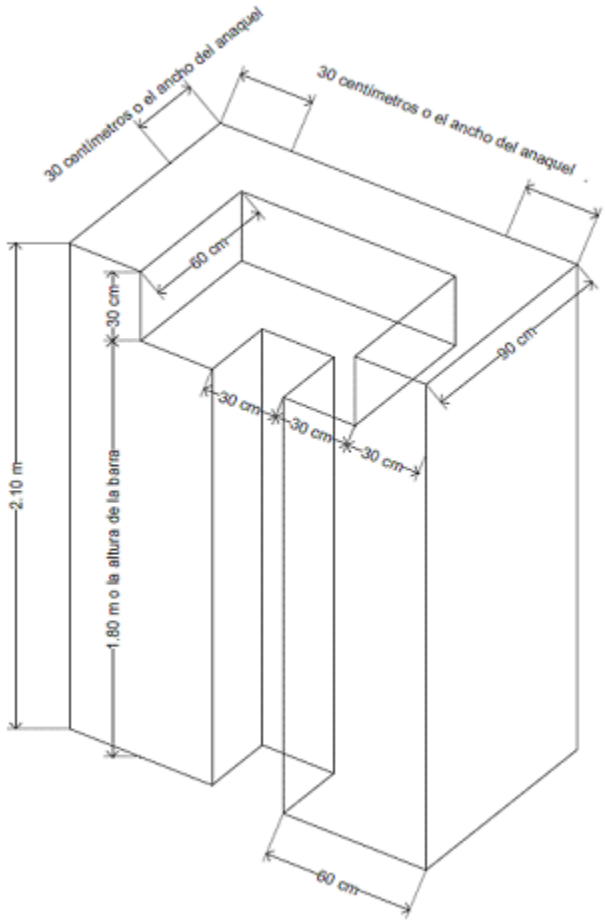


Figura 410-2.- Espacio de almacenamiento del armario.

410-5. Partes vivas. Las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas y lámparas no deben tener partes vivas normalmente expuestas al contacto. Las terminales expuestas accesibles de los portalámparas e interruptores no se deben instalar en las tapas ornamentales metálicas de las luminarias ni en las bases abiertas de luminarias portátiles de mesa o de piso.

Excepción: Se permitirá que los portalámparas tipo roseta, ubicados como mínimo a 2.50 metros sobre el piso, tengan sus terminales expuestas.

410-6. Requisito de aprobado. Todas las luminarias y los portalámparas deben estar aprobados.

410-8. Inspección. Las luminarias se deben instalar de manera tal que las conexiones entre los conductores de la luminaria y los conductores del circuito se puedan inspeccionar sin que haya que desconectar parte alguna del alambrado, a menos que las luminarias estén conectadas mediante clavijas de conexión y contactos.

B. Ubicación de las luminarias

410-10. Luminarias en lugares específicos.

a) Lugares húmedos y mojados. Las luminarias instaladas en lugares húmedos o mojados, se deben instalar de modo que no entre ni se acumule el agua en los compartimientos del alambrado, portalámparas ni en otras partes eléctricas. Todas las luminarias instaladas en lugares mojados deben estar marcadas como “Adecuado para lugares mojados”. Todas las luminarias instaladas en lugares húmedos deben estar marcadas como “Adecuado para lugares mojados”, o “Adecuado para lugares húmedos”.

b) Lugares corrosivos. Las luminarias instaladas en lugares corrosivos deben ser de un tipo adecuado para dichos lugares.

c) En ductos o campanas. Se permitirá instalar luminarias en campanas de cocina comerciales, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) La luminaria debe estar identificada para uso dentro de campanas de cocina comerciales, e instalada de modo que no se excedan los límites de temperatura de los materiales utilizados.

(2) La luminaria debe estar construida de modo que se impida la entrada de todos los vapores de escape, las grasas, los aceites o los vapores de la cocción en los compartimientos de las lámparas y del alambrado. Los difusores deben ser resistentes al choque térmico.

(3) Las partes de la luminaria expuestas dentro de la campana deben ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra la corrosión y su superficie debe ser lisa de modo que no se acumulen depósitos y se facilite la limpieza.

(4) Los métodos de alambrado y los materiales que alimentan la luminaria, no deben estar expuestos dentro de la campana de cocina.

NOTA: Para los conductores y equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

d) Encima de las tinas de baño y regaderas. Ninguna parte de las luminarias conectadas mediante cordón, luminarias suspendidas con cordón, cable o cadena, rieles de alumbrado, colgantes o ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón se debe ubicar dentro de la zona de 90 centímetros medidos horizontalmente y de 2.50 metros medidos verticalmente, desde la parte superior del borde de la tina o de la parte superior del estanco de la regadera. Esta zona abarca todo e incluye el espacio ubicado directamente sobre la bañera o sobre el estanco de la regadera. Las luminarias localizadas dentro de la dimensión real exterior de la tina o la regadera hasta una altura de 2.50 metros desde la parte superior del borde de la tina o del estanco de la regadera deben estar marcadas para lugares húmedos, o marcadas para lugares mojados cuando están sometidas a la aspersión de la regadera.

e) Luminarias para instalaciones deportivas interiores, para uso mixto y para todo propósito. Las luminarias sometidas al daño físico, que usan lámparas de vapor de mercurio o halogenuro metálico, instaladas en las áreas de silletería para espectadores y en el área de actividades en instalaciones deportivas interiores, de uso mixto o para todo propósito deben ser del tipo que protege la lámpara con un lente de plástico o vidrio. Se permitirá que tales luminarias tengan una protección adicional.

410-11. Luminarias cerca de materiales combustibles. Las luminarias deben estar construidas, instaladas o equipadas con pantallas o protecciones de modo que los materiales combustibles no se vean sometidos a temperaturas mayores a 90 °C.

410-12. Luminarias sobre materiales combustibles. Los portalámparas instalados sobre materiales altamente combustibles deben ser del tipo sin interruptor incorporado. A menos que exista un interruptor individual para cada luminaria, los portalámparas deben estar ubicados como mínimo a 2.50 metros sobre el piso o deben estar ubicados o resguardados de modo que las lámparas no se puedan quitar o dañar fácilmente.

410-14. Luminarias en aparadores. En los aparadores se permitirá el uso de luminarias sostenidas mediante cadenas con alambrado externo. No se deben usar otras luminarias con alambrado externo.

410-16. Luminarias en clósets.

a) Tipos de luminarias permitidas. En un clóset se permitirá instalar sólo luminarias de los siguientes tipos:

(1) Luminarias incandescentes de sobreponer o empotrar o luminarias LED, con fuentes de luz completamente encerradas.

(2) Luminarias fluorescentes de sobreponer o empotrar.

(3) Luminarias fluorescentes de sobreponer o luminarias LED identificadas como adecuadas para la instalación dentro del área de almacenamiento del clóset.

b) Tipos de luminarias no permitidas. No se permitirán luminarias incandescentes con lámpara abierta o parcialmente encerradas ni luminarias o portalámparas colgantes.

c) Ubicación. La distancia mínima entre las luminarias instaladas en los armarios para ropa y el punto más cercano de un espacio de almacenamiento del armario debe ser como sigue:

(1) 30 centímetros para luminarias incandescentes de sobreponer o luminarias LED con una fuente de luz totalmente encerrada instaladas en la pared por encima de la puerta o en el plafón.

(2) 15 centímetros para luminarias fluorescentes de sobreponer, instaladas en la pared por encima de la puerta o en el plafón.

(3) 15 centímetros para luminarias incandescentes o luminarias LED empotradas con una fuente de luz completamente encerrada, instaladas en la pared o en el plafón.

(4) 15 centímetros para luminarias fluorescentes empotradas, instaladas en la pared o en el plafón.

(5) Se permitirá la instalación de luminarias fluorescentes de sobreponer o luminarias LED dentro del espacio de almacenamiento del armario cuando están identificadas para este uso.

410-18. Espacio para alumbrado en nichos. Los nichos deben tener un espacio adecuado y estar situados de modo que las lámparas y los equipos se puedan instalar y mantener adecuadamente.

C. Disposiciones sobre cajas de salida para luminarias, cubiertas ornamentales y bandejas

410-20. Espacio para los conductores. Las cubiertas ornamentales y las cajas de salida en conjunto deben brindar suficiente espacio para que los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión sean capaces de ser instalados de acuerdo con 314-16.

410-21. Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida. Las luminarias deben estar construidas o instaladas de manera que los conductores en las cajas de salida no estén sujetos a temperaturas superiores a la temperatura para la cual fueron designados los conductores. El alambrado de un circuito derivado diferente de los circuitos derivados de 2 hilos o multifilares que alimentan luminarias conectadas conjuntamente, no debe pasar a través de una caja de salida que sea una parte integral de una luminaria, a menos que la luminaria esté identificada para que pasen cables a través de ella.

NOTA: Véase 410-64(c) para el alambrado que alimenta a las luminarias conectadas conjuntamente.

410-22. Cajas de salida que se deben cubrir. En una instalación terminada, todas las cajas de salida deben tener cubierta, excepto si están cubiertas por una cubierta ornamental de luminaria, portalámparas, contacto o dispositivo similar.

410-23. Protección del material combustible en las cajas de salida. Cualquier pared o plafón acabado en material combustible expuesto, que se halle entre el borde de una cubierta ornamental o bandeja de luminaria y una caja de salida, se debe recubrir con material no combustible.

410-24. Conexión de las luminarias de descarga eléctrica y luminarias LED.

a) Independientemente de la caja de salida. Cuando las luminarias de descarga eléctrica y las luminarias LED estén soportadas independientemente de una caja de salida, se deben conectar al circuito derivado a través de canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, cables tipo MC, AC o MI, cables con forro no metálico o mediante cordones flexibles, como lo permite 410-62(b) o 410-62(c).

b) Acceso a las cajas. Las luminarias de descarga eléctrica y las luminarias LED de montaje superficial y ubicadas sobre salidas, cajas de empalmes o cajas de paso ocultas y diseñadas no para estar sostenidas únicamente por la caja de salida, se deben tener unas aberturas adecuadas en la parte posterior de la luminaria para permitir el acceso al cableado en las cajas.

(Continúa en la Cuarta Sección-Vespertina)

CUARTA SECCION
SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Quinta Sección)

(Viene de la Tercera Sección-Vespertina)

D. Soportes de las luminarias

410-30. Soportes.

a) Generalidades. Las luminarias y los portalámparas se deben soportar firmemente. Una luminaria que pese más de 3 kilogramos o exceda 40 centímetros en cualquiera de sus dimensiones, no se debe soportar mediante el casquillo roscado de un portalámparas.

b) Postes metálicos o no metálicos como soporte de luminarias. Se permitirá utilizar postes metálicos o no metálicos para sostener luminarias y como una canalización para albergar los conductores de alimentación, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) En el poste debe haber un orificio de inspección de dimensiones no menores que 5 x 10 centímetros con una cubierta adecuada para usar en lugares mojados, que dé acceso a las terminaciones de alimentación dentro del poste o base del poste.

Excepción 1: No se exigirá un orificio de inspección en un poste de 2.50 metros o menos de altura sobre el nivel del piso, cuando el método de alambrado de alimentación no tiene puntos para empalmes o para alambrado, y cuando el interior del poste y cualquier empalme son accesibles al retirar la luminaria.

Excepción 2: No se exigirá orificio de inspección en un poste de 6.00 metros o menos de altura sobre el nivel del piso, si dicho poste lleva una base con bisagra.

(2) Cuando no hay secciones verticales de canalizaciones o cables instaladas dentro del poste, se debe soldar o fijar un accesorio roscado o niple, al poste, opuesto al orificio de inspección para la conexión de la alimentación.

(3) Un poste metálico se debe equipar con un terminal de puesta a tierra de equipos de la siguiente manera:

a. Un poste con un orificio de inspección debe tener una terminal de puesta a tierra de equipos accesible desde el orificio de inspección.

b. Un poste con una base con bisagra debe tener la terminal de puesta a tierra de equipos accesible dentro de la base.

Excepción para (3): No se exigirá ninguna terminal de puesta a tierra en un poste de 2.50 metros de altura o menos sobre el nivel del piso, cuando el método de alambrado de alimentación no tiene empalmes o punto para alambrar y cuando el interior del poste y cualquier empalme son accesibles al retirar la luminaria.

(1) Un poste metálico de base con bisagra debe tener dicha base con bisagra unida con el poste.

(2) Las canalizaciones metálicas u otros conductores de puesta a tierra de equipos se deben unir al poste metálico con un conductor de puesta a tierra de equipos reconocido por 250-118 y dimensionado de acuerdo con 250-122.

(3) Los conductores dentro de postes verticales usados como canalizaciones se deben soportar como se establece en 300-19.

410-36. Medio de soporte.

a) Cajas de salida. Se permitirá que las cajas de salida o accesorios instalados tal como se exige en 314-23 y que cumplan con las disposiciones de 314-27(a)(1) y 314-27(a)(2), soporten luminarias.

b) Plafones suspendidos. Los elementos del armazón de los sistemas de plafones suspendidos usados para soportar luminarias, se deben sujetar firmemente entre sí y a la estructura del edificio a intervalos adecuados. Las luminarias se deben sujetar a los elementos del armazón del plafón por medios mecánicos tales como pernos, tornillos o remaches. También se permitirá usar grapas aprobadas e identificadas para su uso con el tipo de elemento(s) de la estructura del plafón y la(s) luminaria(s).

c) Soporte de luminarias. Los soportes de luminarias que no formen parte de las cajas de salida, adaptadores, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, de hierro maleable o de otro material adecuado para esa aplicación.

d) Juntas aislantes. Las juntas aislantes que no estén diseñadas para montarlas con tornillos o pernos, deben llevar un chasis exterior metálico aislado de ambos tornillos de conexión.

e) Herrajes de las canalizaciones. Los herrajes de las canalizaciones que se utilicen como soportes de luminaria deben ser capaces de soportar el peso de la luminaria completa con su lámpara.

f) Electroductos (busway). Se permitirá conectar luminarias a electroductos (busway), de acuerdo con 368-17(c).

g) Arboles. Se permitirá que las luminarias de exteriores y el equipo asociado estén sostenidas por los árboles.

NOTA 1: Con respecto a las limitaciones para soportar conductores aéreos, véase 225-26.

NOTA 2: Con respecto a la protección de los conductores, véase 300-5(d).

E. Puesta a tierra

410-40. Generalidades. Las luminarias y equipos de alumbrado se deben poner a tierra como se exige en el Artículo 250 y en la Parte E de este Artículo.

410-42. Luminarias con partes conductoras expuestas. Todas las partes metálicas expuestas se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o aislar del conductor de puesta a tierra de equipos y de otras superficies conductoras o ser inaccesibles a personal no calificado. No se exigirá poner a tierra los cables de amarre de las lámparas, tornillos de montaje, grapas y bandas decorativas sobre vidrio, separadas al menos 3.80 centímetros de las terminales de la lámpara.

410-44. Métodos de puesta a tierra. Las luminarias y el equipo se deben conectar mecánicamente a un conductor de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica en 250-118 y dimensionado de acuerdo con lo establecido en 250-122.

Excepción 1: Las luminarias hechas de material aislante que están directamente alambradas o fijadas a las salidas alimentadas por un método de alambrado que no proporciona un medio para la puesta a tierra de equipos, se debe hacer de material aislante y no debe tener partes conductoras expuestas.

Excepción 2: Se permitirá que las luminarias de reemplazo se conecten a un conductor de puesta a tierra de equipos desde la salida, de conformidad con 250-130(c). La luminaria entonces debe cumplir lo especificado en 410-42.

Excepción 3: Cuando no existe conductor de puesta a tierra de equipos en la salida, no se exigirá que las luminarias de reemplazo protegidas con Interruptor con protección de falla a tierra se conecten a un conductor de puesta a tierra de equipos.

410-46. Fijación del conductor de puesta a tierra de equipos. Las luminarias con partes metálicas expuestas deben tener un medio para conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos para esas luminarias.

F. Alambrado de luminarias

410-48. Alambrado de luminarias - Generalidades. El alambrado sobre o dentro de las luminarias debe estar dispuesto en forma ordenada y no debe estar expuesto a daños físicos. Se debe evitar el alambrado excesivo. Los conductores deben estar dispuestos de manera que no estén sujetos a temperaturas mayores a su temperatura nominal.

410-50. Polaridad de las luminarias. Las luminarias deben estar alambradas de manera que los casquillos roscados de los portalámparas estén conectados al mismo conductor o terminal del equipo o circuito. Cuando el conductor puesto a tierra esté conectado a un portalámparas de casquillo roscado, se debe conectar al casquillo roscado.

410-52. Aislamiento de los conductores. Las luminarias se deben alambrar con conductores que tengan el aislamiento adecuado para las condiciones ambientales, corriente, tensión y temperatura a las que los conductores vayan a estar sometidos.

NOTA: Para la ampacidad de los cables para artefactos, temperatura máxima de funcionamiento, limitaciones de tensión, tamaño mínimo de los cables, etc., véase el Artículo 402.

410-54. Conductores colgantes para lámparas de filamento incandescente.

a) Soporte. Los portalámparas colgantes con cables terminales sujetos permanentemente, cuando se utilicen para aplicaciones distintas del alumbrado ornamental, deben ir colgados de conductores independientes trenzados recubiertos de hule que estén soldados directamente a los conductores del circuito, pero soportados independientemente de éstos.

b) Tamaño. A menos que sean parte de conjuntos de alumbrado decorativo aprobados, los conductores colgantes no deben ser de tamaño menor al 2.08 mm^2 (14 AWG) para portalámparas con casquillo roscado de base media o de base mogul; ni menor al 0.824 mm^2 (18 AWG) para portalámparas con casquillo tipo intermedio o tipo candelabro.

c) Torcidos o cableados. Los conductores colgantes de más de 90 centímetros de longitud, si no están instalados en un conjunto aprobado, se deben torcer juntos.

410-56. Protección de los conductores y del aislamiento.

a) Sujetos adecuadamente. Los conductores se deben asegurar de manera que no se produzcan cortaduras ni se roce el aislamiento.

b) Protección a través de metales. Cuando los conductores pasen a través de metales su aislamiento debe de protegerse de la abrasión.

c) Brazos de las luminarias. No debe haber empalmes ni derivaciones dentro de los brazos de las luminarias.

d) Empalmes y conexiones. Dentro de una luminaria o sobre ella no se deben hacer empalmes o conexiones innecesarias.

NOTA: Para los métodos aprobados para hacer conexiones, véase 110-14.

e) Trenzado. Se deben usar conductores trenzados para el alambrado de las cadenas de las luminarias y en otras partes móviles o flexibles.

f) Tensión mecánica. Los conductores se deben instalar de modo que el peso de la luminaria o sus partes móviles no someta a tensión mecánica a los conductores.

410-59. Aparadores conectadas mediante cordón. Se permitirá conectar los aparadores individuales, que no sean fijos, mediante un cordón flexible a contactos instalados permanentemente y se permitirá conectar tales aparadores en grupos de no más de seis, mediante cordones flexibles y conectores separables de seguridad, con uno de los aparadores del grupo conectado mediante cordón flexible a un contacto instalado permanentemente. Esta instalación debe cumplir con lo especificado a continuación;

a) Requisitos del cordón. El cordón flexible debe ser del tipo para trabajo pesado, con conductores de tamaño no menor al de los conductores del circuito derivado y con ampacidad como mínimo igual a la del dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado y con conductor de puesta a tierra de equipos.

NOTA: Para el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos, véase la Tabla 250-122.

b) Contactos, conectores y clavijas de conexión. Los contactos, los conectores y las clavijas de conexión deben ser de un tipo aprobado con puesta a tierra y de 15 ó 20 amperes nominales.

c) Soportes. Los cordones flexibles se deben asegurar a la parte inferior de los aparadores, de modo que se garanticen todas las siguientes condiciones:

(1) El alambrado no esté expuesto a daños físicos.

(2) La separación entre aparadores no mayor a 5 centímetros, ni mayor a 30 centímetros entre el primer aparador y el contacto de alimentación.

(3) La terminal libre al final de un grupo de aparadores lleve un accesorio hembra que no sobresalga del aparador.

d) Sin otros equipos. A los aparadores no deben conectarse eléctricamente otros equipos distintos de los aparadores.

e) Circuito secundario. Cuando las vitrinas se conecten con un cordón, el circuito secundario de cada balastro para alumbrado de descarga eléctrica debe limitarse sólo para una vitrina.

410-62. Portalámparas y luminarias conectados con cordón.

a) Portalámparas. Cuando se conecte un portalámparas metálico a un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con un pasacables aislante que, si es roscado, no debe ser menor al tamaño de tubo con designador métrico 12 (tamaño comercial de 3/8). El orificio debe ser de un tamaño adecuado para el cordón, y se deben eliminar todas las rebabas y elementos cortantes que pudiera tener, de modo que la superficie por la que pase el cordón sea lisa. Se permitirá utilizar pasacables con huecos de 7 milímetros de diámetro para cordones colgantes sencillos y huecos de 11 milímetros de diámetro para cordones reforzados.

b) Luminarias ajustables. No se exigirá que las luminarias que requieren de ajuste o direccionamiento después de su instalación estén equipadas con una clavija de conexión o un conector de cordón, siempre que el cordón expuesto sea del tipo para trabajo rudo o extra rudo y que no tenga una longitud mayor a la necesaria para hacer el ajuste máximo. El cordón no debe estar expuesto a esfuerzos o daños físicos.

c) Luminarias de descarga eléctrica y luminarias LED.

1) Instalación conectada mediante cordón. Se permitirá que una luminaria o ensamble aprobado esté conectado mediante cordón, si se aplican las siguientes condiciones:

(1) La luminaria está ubicada directamente bajo la salida o electroducto (busway).

(2) El cordón flexible cumple con todos los siguientes requisitos:

a. Es visible en toda su longitud fuera de la luminaria.

b. No está sujeto a esfuerzos ni a daños físicos.

c. Termina en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra o una clavija de electroducto (busway) o es parte de un ensamble aprobado que incorpora un conector del sistema de alambrado fabricado de acuerdo con 604-6(c), o tiene un ensamble de luminaria con alivio de tensión mecánica y cubierta ornamental con una sección longitudinal máxima de 15 centímetros de canalización para la conexión a una caja de salida por encima de un plafón suspendido.

2) Con portalámparas con casquillo roscado y base mogul. Se permitirá conectar las luminarias de descarga eléctrica dotadas de portalámparas con casquillo roscado y base mogul, a circuitos derivados de 50 amperes o menos, mediante cordones que cumplan lo establecido en 240-5. Se permitirá que los contactos y las clavijas de conexión tengan un valor nominal de corriente menor a la del circuito derivado, pero no menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga de la luminaria.

3) Equipadas con entrada superficial con brida. Se permitirá que las luminarias de descarga eléctrica equipadas con una entrada superficial con brida, se alimenten mediante cordones colgantes equipados con conectores de cordón. Se permitirá que las entradas y los conectores sean de menor valor nominal de corriente que la del circuito derivado, pero no menor al 125 por ciento de la corriente de carga de la luminaria.

410-64. Uso de luminarias como canalizaciones. Las luminarias no se deben usar como canalizaciones para los conductores del circuito, a menos que cumplan con (a), (b) o (c) siguientes.

a) Aprobadas. Se permitirá que las luminarias aprobadas y marcadas para uso como una canalización sean utilizadas como una canalización.

b) Paso de cables. Se permitirá que las luminarias identificadas para el paso de cables, tal como se permite en 410-21, se utilicen como una canalización.

c) Luminarias conectadas conjuntamente. Las luminarias diseñadas para una conexión de un extremo a otro para formar un ensamble continuo o luminarias conectadas conjuntamente por métodos de alambrado reconocidos, se permitirá que contengan los conductores de un circuito derivado de 2 hilos o un circuito derivado multiconductor, alimentando las luminarias conectadas, y no se exigirá que sean aprobadas como una canalización. También se permitirá un circuito derivado de 2 hilos adicional que alimenta separados una o más de las luminarias conectadas.

NOTA: Véase el Artículo 100 para la definición del Circuito Derivado Multiconductor.

410-68. Conductores y balastros del alimentador y del circuito derivado. Los conductores del alimentador y del circuito derivado a una distancia hasta de 8 centímetros de un balastro, un controlador LED, una fuente de alimentación o un transformador deben tener una temperatura nominal del aislamiento no menor a 90 °C, a menos que alimenten a una luminaria marcada como adecuada para una temperatura de aislamiento diferente.

G. Construcción de las luminarias

410-70. Pantallas y envolventes combustibles. Entre las lámparas y las pantallas u otros envolventes de material combustible, debe haber un espacio adecuado.

410-74. Capacidad nominal de las luminarias.

a) Marcado. Todas las luminarias se deben marcar con el valor de watts máximos o la potencia eléctrica de la lámpara, el nombre del fabricante, marca comercial u otro medio de identificación adecuado. Una luminaria que requiera conductor de alimentación para una temperatura nominal mayor a 60 °C debe estar marcada con la temperatura mínima del conductor de alimentación en la luminaria y el embalaje o su equivalente.

b) Características eléctricas. Las características eléctricas deben incluir la tensión y la frecuencia, así como el valor nominal de corriente de la unidad, incluidos el balastro, el transformador, el controlador LED, la fuente de alimentación o el autotransformador.

410-82. Luminarias portátiles.

a) Generalidades. Las luminarias portátiles se deben alambrar con cordones flexibles reconocidos en 400-4 y con una clavija de conexión de tipo polarizada o de puesta a tierra. Cuando se utilicen con portalámparas de base Edison tipo casquillo roscado, el conductor puesto a tierra se debe identificar, y conectar al casquillo roscado y al terminal identificado de la clavija de conexión.

b) Luminarias portátiles de mano. Además de lo establecido en 410-82(a), las luminarias portátiles de mano deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) No deben ser de casquillo metálico forrado de papel aislante.

(2) Deben estar equipadas con un mango de un compuesto moldeado o de otro material aislante.

(3) Deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al portalámparas o a la empuñadura.

(4) Los protectores metálicos se deben poner a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido junto con los conductores del circuito dentro del cordón de alimentación.

(5) No se exigirá que estén puestas a tierra si son alimentadas a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de máximo 50 volts.

410-84. Pasacables para cordones. Cuando un cordón flexible entre por la base o la espiga de una luminaria portátil, se debe instalar un pasacables o equivalente. El pasacables debe ser de material aislante, a no ser que se utilice un cordón con cubierta.

H. Instalación de los Portalámparas

410-90. Portalámparas de casquillo roscado. Los portalámparas del tipo de casquillo roscado se deben instalar para su uso exclusivamente como portalámparas.

Cuando estén alimentados por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo roscado.

410-93. Portalámparas con interruptor de doble polo. Cuando esté alimentado por los conductores de fase de un circuito, el dispositivo de interrupción de los portalámparas de tipo con interruptor, debe desconectar simultáneamente ambos conductores del circuito.

410-96. Portalámparas en lugares húmedos o mojados.

Los portalámparas instalados en lugares húmedos deben estar aprobados para uso en lugares húmedos. Los portalámparas instalados en lugares mojados deben estar aprobados para lugares mojados o lugares húmedos.

410-97. Portalámparas cerca de material combustible. Los portalámparas se deben construir, instalar o equipar con pantallas o protectores de tal manera que el material combustible no esté sujeto a temperaturas mayores a 90 °C.

I. Lámparas y equipo auxiliar

410-103. Bases, lámparas incandescentes. Las lámparas incandescentes de uso general en circuitos derivados de alumbrado no deben estar equipadas con un casquillo tipo medio si son de más de 300 watts, ni con un casquillo de tipo mogul si son de más de 1500 watts. Para lámparas de más de 1500 watts se deben utilizar bases especiales u otros dispositivos.

410-104. Equipos auxiliares de las lámparas de descarga eléctrica.

a) Envolventes. Los equipos auxiliares para las lámparas de descarga eléctrica deben ir encerrados en envolventes no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor.

b) Desconectadores. Cuando estén alimentados por conductores de fase de un circuito, el dispositivo de interrupción de los equipos auxiliares debe desconectar simultáneamente todos los conductores.

J. Disposiciones especiales para luminarias empotradas y a nivel de la superficie

410-110. Generalidades. Las luminarias instaladas en cavidades empotradas en paredes o plafones, incluyendo los plafones suspendidos deben cumplir con las especificaciones de 410-115 hasta 410-122.

410-115. Temperatura.

a) Materiales combustibles. Las luminarias se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a ellas no estén expuestos a temperaturas mayores a 90 °C.

b) Construcción resistente al fuego. Cuando una luminaria está empotrada en un material resistente al fuego en un edificio de construcción resistente al fuego, se debe considerar que una temperatura mayor a 90 °C, pero no mayor a 150 °C, es aceptable si la luminaria está claramente marcada para esa aplicación.

c) Luminarias incandescentes empotradas. Las luminarias incandescentes deben tener protección térmica y estar identificadas como protegidas térmicamente.

Excepción 1: No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada, instalada en concreto vaciado e identificada para ese uso.

Excepción 2: No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada cuyo diseño, construcción y características de funcionamiento térmico son equivalentes a las luminarias térmicamente protegidas y están identificadas como inherentemente protegidas.

410-116. Separación e instalación.

a) Separación.

1) Que no es tipo IC. Una luminaria empotrada que no esté identificada para contacto con el aislamiento debe tener todas sus partes empotradas con una separación mínima de 13 milímetros de los materiales combustibles. Se permitirá que estén en contacto con materiales combustibles los puntos de soporte y los acabados de las guarniciones que terminan en las aberturas de la superficie del plafón, pared u otra superficie terminada.

2) Tipo IC. Se permitirá que una luminaria empotrada que esté identificada para contacto con el aislamiento, tipo IC, esté en contacto con materiales combustibles en las partes empotradas, puntos de soporte y partes que pasan a través de la abertura en la estructura del edificio o terminan en ella.

b) Instalación. No se debe instalar el aislante térmico sobre una luminaria empotrada o a menos de 8 centímetros del envolvente de la luminaria empotrada, del compartimiento del alambrado, del balastro, trasformador, controlador LED o fuente de alimentación a menos que esté identificada para contacto con el aislamiento, Tipo IC.

410-117. Cableado.

a) Generalidades. Se deben utilizar conductores con un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer.

b) Conductores del circuito. Se permitirá que los conductores del circuito derivado que tengan un aislamiento adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer terminen en la luminaria.

c) Conductores de derivación. Se permitirá que los conductores de derivación de un tipo adecuado para las temperaturas a las que se vayan a exponer, pasen desde la conexión terminal de la luminaria hasta una caja de salida ubicada como mínimo a 30 centímetros de la luminaria. Dichos conductores de derivación deben estar en una canalización adecuada o cable tipo AC o MC de al menos 45 centímetros y máximo 1.80 metros de longitud.

K. Construcción de luminarias empotradas y montadas a nivel con la superficie

410-118. Temperatura. Las luminarias deben estar construidas de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén expuestos a temperaturas superiores a 90 °C.

410-120. Marcado en watts de las lámparas. Las luminarias para lámparas incandescentes deben estar marcadas con los watts máximos permisibles de las lámparas. Las marcas deben estar instaladas permanentemente con letras de 6 milímetros de altura como mínimo y estar ubicadas de modo que sean visibles cuando se cambie la lámpara.

410-121. Prohibición de uso de soldadura. No se debe utilizar soldadura blanda en la construcción de un chasis para luminarias empotradas.

410-122. Portalámparas. Los portalámparas del tipo con casquillo roscado deben ser de porcelana o de otro material aislante adecuado.

L. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga eléctrica de 1000 volts o menos

410-130. Generalidades.

a) Tensión de 1000 volts o menos en circuito abierto. Los equipos que se utilicen con sistemas de alumbrado de descarga eléctrica y diseñada para tensiones de 1000 volts o menos en circuito abierto, deben ser de un tipo identificado para ese uso.

b) Considerados como energizados. Las terminales de las lámparas de descarga eléctrica se deben considerar como energizados cuando cualquier terminal de la lámpara esté conectado a un circuito de más de 300 volts.

c) Transformadores en aceite. No se deben utilizar transformadores sumergidos en aceite.

d) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, los equipos de alumbrado de descarga eléctrica deben cumplir también con la Parte L de este Artículo.

e) Protección térmica - Luminarias fluorescentes.

1) Protección térmica integrada. El balastro de una luminaria fluorescente instalada en lugares interiores debe tener protección térmica integrada. Los balastros de repuesto también deben tener protección térmica integrada con el balastro.

2) Balastros de reactancia sencilla. No se exigirá que un balastro de reactancia sencilla en una luminaria fluorescente con lámparas tubulares rectas, esté protegido térmicamente.

3) Luminarias de salida. Un balastro en una luminaria fluorescente del aviso de salida (“exit”, “salida”) no debe tener protección térmica.

4) Luminarias para salida. Un balastro en una luminaria fluorescente que se usa para alumbrado de salida y que se energiza únicamente en caso de falla de la alimentación normal, no debe tener protección térmica.

f) Luminarias de descarga de alta intensidad.

1) Empotradas. Las luminarias de descarga de alta intensidad empotradas, diseñadas para instalación en cavidades de paredes o en el del plafón, deben estar protegidas térmicamente y estar identificadas como protegidas térmicamente.

2) Inherentemente protegidas. No se exigirá protección térmica en una luminaria de alta intensidad empotrada, cuyo diseño, construcción y características de funcionamiento térmico sean equivalentes a las de una luminaria protegida térmicamente y estén identificadas como inherentemente protegidas.

3) Instaladas en concreto vaciado. No se exigirá protección térmica en una luminaria empotrada de descarga de alta intensidad identificada para este uso e instalada en concreto vaciado.

4) Balastros empotrados a distancia. Un balastro empotrado a distancia, para una luminaria de descarga de alta intensidad, debe tener protección térmica que esté integrada al balastro, y debe estar identificado como protegido térmicamente.

5) Contención de las lámparas de halógeno metálico. Las luminarias que utilizan lámparas de halógeno metálico que no sean lámparas reflectoras parabólicas de vidrio grueso (PAR) deben tener una barrera de contención que encierre la lámpara, o tener un medio físico que únicamente permita la utilización de una lámpara de tipo O.

g) Medio de desconexión

1) Generalidades. En lugares interiores diferentes a viviendas y estructuras accesorias asociadas, las luminarias fluorescentes que utilizan lámparas con doble extremo y que contengan balastros a los que se pueda realizar servicio en el lugar, deben tener un medio de desconexión interno o externo para cada

luminaria. Para las luminarias existentes instaladas sin medios de desconexión, al momento en que el balastro es reemplazado, se debe instalar un medio de desconexión. Las terminales del lado de la línea del medio de desconexión deben estar resguardadas.

Excepción 1: No se exigirá medio de desconexión para luminarias instaladas en lugares (clasificados) peligrosos.

Excepción 2: No se exigirá el medio de desconexión para el alumbrado de emergencia que se exige en 700-16.

Excepción 3: Para luminarias conectadas con clavija y cordón, se permitirá un conector separable accesible o una clavija accesible y un contacto como medio de desconexión.

Excepción 4: No se exigirá medio de desconexión en establecimientos industriales con acceso público restringido donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen mediante procedimientos escritos que únicamente personas calificadas atenderán la instalación.

Excepción 5: No se exigirá medio de desconexión para cada luminaria cuando más de una luminaria esté instalada y sea alimentada por un circuito que no sea derivado multifilar, cuando el diseño de la instalación incluya medios de desconexión para que el espacio iluminado no se pueda dejar totalmente oscuro.

2) Circuitos derivados multifilares. Cuando esté conectado a circuitos derivados multifilares, el medio de desconexión debe interrumpir simultáneamente todos los conductores de alimentación para el balastro, incluyendo el conductor puesto a tierra.

3) Ubicación. El medio de desconexión debe estar localizado de manera que sea accesible a personas calificadas antes del servicio o el mantenimiento del balastro. Cuando el medio de desconexión es externo a las luminarias, debe ser un solo dispositivo y estar unido a la luminaria o la luminaria debe estar ubicada al alcance de la vista desde el medio de desconexión.

410-134. Equipos de corriente continua. Las luminarias instaladas en circuitos de corriente continua deben estar equipadas con equipos auxiliares y resistencias especialmente diseñadas para operación con corriente continua. Las luminarias deben estar marcadas para operación con corriente continua.

410-135. Equipos con tensión mayor a 300 volts en circuito abierto. Los equipos con una tensión en circuito abierto mayor a 300 volts no se deben instalar en unidades de vivienda, a no ser que esos equipos estén diseñados de manera que no haya partes vivas expuestas cuando las lámparas se estén insertando, estén instaladas o se estén retirando.

410-136. Montaje de las luminarias.

a) Componentes expuestos. Las luminarias que tengan balastros, transformadores, controladores LED o fuentes de alimentación expuestos, se deben instalar de manera que dichos balastros, transformadores, controladores LED o fuentes de alimentación no estén en contacto con materiales combustibles a menos que estén aprobados para dicha condición.

b) Tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad. Cuando una luminaria de montaje superficial, que contiene un balastro, un transformador, un controlador LED o una fuente de alimentación, se instale en un tablero combustible de fibra de celulosa de baja densidad, debe estar marcada para esta condición o debe estar separada no menos de 38 milímetros de la superficie del tablero. Cuando dichas luminarias estén empotradas parcial o totalmente, se deben aplicar las disposiciones de 410-110 hasta 410-112.

NOTA: Los tableros combustibles de fibra de celulosa de baja densidad incluyen hojas, paneles y baldosas con una densidad de 320 kg/m^3 o menos y que están formados por fibras vegetales aglomeradas, pero no incluyen madera sólida o laminada, ni fibra con una densidad mayor a 320 kg/m^3, o son de un material que ha sido tratado íntegramente con productos químicos retardantes del fuego hasta el grado en que la propagación de la flama en cualquier plano del material no es mayor a 25, determinada de acuerdo con las pruebas de características de combustión superficial de materiales de construcción.

410-137. Equipos no integrados con la luminaria.

a) Gabinetes metálicos. Los equipos auxiliares, incluidos reactores, resistencias, capacitores y similares, cuando no estén instalados como parte de un conjunto de luminaria, deben tener envolvente en gabinetes metálicos accesibles, instalados en forma permanente.

b) Montaje independiente. No se exigirá que los balastros, transformadores, controladores LED o fuentes de alimentación montados separadamente, que están aprobados para conexión directa a un sistema de alambrado, vayan en un gabinete independiente.

c) Cableado de las secciones de luminarias. El cableado de las secciones de luminarias va en pareja con un balastro o balastros que alimenta una o más lámparas instaladas. Para la conexión entre las parejas se permite usar tubo conduit metálico flexible con designador métrico 12 (tamaño comercial 3/8) en tramos que no excedan de 7.50 metros según lo establecido en el Artículo 348. Se permite que los cables de luminarias que funcionen a la tensión de suministro y alimenten sólo al balastro o balastros de una de las secciones vayan en la misma canalización que los cables de alimentación de las lámparas de la otra sección.

410-138. Autotransformadores. Un autotransformador que se utilice para aumentar la tensión a más de 300 volts, como parte de un balastro para alimentar unidades de alumbrado, se debe alimentar únicamente por un sistema puesto a tierra.

410-139. Desconectadores. Los desconectadores de acción rápida deben cumplir lo establecido en 404-14.

M. Disposiciones especiales para sistemas de alumbrado de descarga eléctrica de más de 1000 volts

410-140. Generalidades.

a) Aprobado. Los sistemas de alumbrado de descarga eléctrica con tensiones de circuito abierto de más de 1000 volts, deben estar aprobados e instalados de conformidad con dicho aprobado.

b) En ocupaciones de vivienda. Los equipos con tensión de circuito abierto de más de 1000 volts no se deben instalar en unidades de vivienda ni sobre ellas.

c) Partes vivas. La terminal de una lámpara de descarga eléctrica se debe considerar como una parte viva.

d) Requisitos adicionales. Además de cumplir los requisitos generales para luminarias, los equipos de descarga eléctrica deben cumplir también con la Parte M de este Artículo.

NOTA: Para los anuncios eléctricos e iluminación de contorno, véase el Artículo 600.

410-141. Control.

a) Desconexión. Las instalaciones de luminarias o lámparas de alumbrado deben estar controladas individualmente o en grupos mediante un interruptor o interruptor automático operable desde el exterior, que abra todos los conductores primarios no puestos a tierra.

b) Desconectador instalado al alcance de la vista o con bloqueo. El desconectador o interruptor automático debe estar ubicado al alcance de la vista desde las luminarias o lámparas, o pueden colocarse en otra parte, si cuenta con los medios para su bloqueo en posición abierta. El medio para el bloqueo o para agregar un bloqueo al medio de desconexión debe permanecer en su lugar en el desconectador o interruptor automático, esté o no instalado la cerradura o candado. No se permitirán medios portátiles para agregar un bloqueo al desconectador o interruptor automático.

410-142. Terminales de las lámparas y portalámparas. Las partes que sea necesario retirar para reemplazar las lámparas deben ser abisagradas o mantenerse sujetas. Las lámparas o portalámparas deben estar diseñados de modo que no dejen expuestas partes vivas al colocar o retirar las lámparas.

410-143. Transformadores.

a) Tipo. Los transformadores deben tener envolvente, estar identificados para el uso y estar aprobados.

b) Tensión. La tensión del circuito del secundario no debe ser mayor a 15 000 volts bajo cualquier condición de carga. La tensión a tierra de las terminales de salida del circuito del secundario no debe ser mayor a 7500 volts bajo cualquier condición de carga.

c) Valor nominal. Los transformadores deben tener un valor nominal de corriente de corto circuito del secundario no mayor a 150 miliamperes, si la tensión en circuito abierto es mayor a 7500 volts, y de máximo 300 miliamperes si la tensión en circuito abierto es de 7500 volts o menos.

d) Conexiones del secundario. Las salidas del circuito del secundario no se deben conectar ni en paralelo ni en serie.

410-144. Ubicación de los transformadores.

a) Accesibles. Los transformadores deben ser accesibles después de su instalación.

b) Conductores del secundario. Los transformadores deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas, para que la longitud de los conductores del secundario sea lo más corta posible.

c) Al lado a materiales combustibles. Los transformadores se deben ubicar de modo que los materiales combustibles que tengan al lado no estén sujetos a temperaturas mayores a 90 °C.

410-145. Exposición a daño. No se deben instalar las lámparas donde puedan estar expuestas normalmente a daños físicos.

410-146. Marcado. Cada luminaria o cada circuito del secundario de tubos con tensión de circuito abierto de más de 1000 volts, deben tener un marcado bien legible con letras con altura no menor a 6 milímetros que indique: **"Precaución, ___ volts".** La tensión indicada debe ser la nominal de circuito abierto.

N. Rieles de iluminación

410-151. Instalación.

a) Rieles de iluminación. Los rieles de iluminación deben estar instalados y conectados en forma permanente a un circuito derivado. En los rieles de iluminación sólo se deben instalar accesorios especiales para rieles de iluminación. Los accesorios de rieles de iluminación no deben estar equipados con contactos de uso general.

b) Carga conectada. La carga conectada a los rieles de iluminación no debe exceder el valor nominal del riel. Un riel de iluminación debe estar alimentado por un circuito derivado con un valor nominal no mayor a la del riel.

NOTA: El cálculo de la carga en 220-43(b) no limita la longitud del riel en un solo circuito derivado, y tampoco limita la cantidad de luminarias en un solo riel.

c) Lugares no permitidos. No se deben instalar rieles de iluminación en los siguientes lugares:

(1) Donde es probable que estén expuestos a daños físicos.

(2) En lugares húmedos o mojados.

(3) Donde estén sujetos a vapores corrosivos.

(4) En cuartos para baterías de acumuladores.

(5) En lugares (clasificados como) peligrosos.

(6) Si están ocultos.

(7) Cuando se extiendan a través de paredes o divisiones.

(8) A menos de 1.50 metros sobre el piso terminado, excepto cuando están protegidos contra daños físicos o funcionan a una tensión de circuito abierto menor a 30 volts valor eficaz.

(9) Donde estén prohibidos de acuerdo con 410-10(d).

d) Soporte. Los accesorios identificados para uso con rieles de iluminación deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel con el que van a ser instalados. Deben estar sujetados y asegurados al riel, mantener la polaridad y las conexiones al conductor de puesta a tierra de equipos y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.

410-153. Riel de iluminación para trabajo pesado. Un riel de iluminación para trabajo pesado es un riel identificado para su uso a más de 20 amperes. Cada accesorio sujeto a un riel de iluminación para trabajo pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.

410-154. Sujeción. Los rieles de iluminación se deben sujetar y asegurar, de modo que cada sujeción sea adecuada para soportar el máximo peso de las luminarias que se puedan instalar.

A menos que estén identificados para soportes a intervalos mayores, una sola sección de 1.20 metros de longitud o más corta, debe tener dos soportes y cuando se instalen en una fila continua, cada sección individual de longitud no mayor a 1.20 metros debe llevar un soporte adicional.

410-155. Requisitos de construcción.

a) Construcción. El armazón para los sistemas de rieles de iluminación debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben estar instalados dentro del armazón del riel de modo que permitan la inserción de una luminaria y deben ser diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con partes vivas. Los componentes de sistemas de riel de iluminación de diferentes tensiones no deben ser intercambiables. Los conductores instalados en los rieles deben ser mínimo del 3.31 mm^2 (12 AWG) o igual, y deben ser de cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas.

b) Puesta a tierra. Los rieles de alumbrado deben estar puestos a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250, y de riel deben estar acopladas seguramente, de manera que mantengan la continuidad, polaridad y puesta a tierra de todo el circuito.

Ñ. Iluminación decorativa y accesorios similares

410-160. Aprobado de la iluminación decorativa. La iluminación decorativa y los accesorios similares utilizados para alumbrado festivo y propósitos similares, de acuerdo con 590-3(b), deben estar aprobados.

ARTICULO 411

SISTEMAS DE ALUMBRADO QUE FUNCIONAN A 30 VOLTS O MENOS

411-1. Alcance. Este Artículo trata de los sistemas de alumbrado que operan a 30 volts o menos y de sus componentes asociados.

411-2. Definición.

Sistemas de alumbrado que operan a 30 volts o menos. Un sistema de alumbrado que consta de una fuente de alimentación separada, las luminarias de baja tensión y el equipo asociado, todos identificados para el uso. Los circuitos de salida de la fuente de alimentación tienen un valor no mayor a 25 amperes y funcionan a 30 volts (42.40 volts pico) o menos bajo cualquier condición de carga.

411-3. Aprobación requerida. Los sistemas de alumbrado que operan a 30 volts o menos deben cumplir con lo especificado en 411-3(a) o 411-3(b).

a) Sistema aprobado. Los sistemas de alumbrado que funcionan a 30 volts o menos deben estar aprobados como un sistema completo. Las luminarias, la fuente de alimentación y los accesorios para las luminarias (incluyendo los conductores desnudos expuestos) de un sistema de alumbrado de conductores desnudos expuestos deben estar aprobados para el uso como parte del mismo sistema de alumbrado identificado.

b) Ensamble de las partes aprobadas. Se permitirá un sistema de alumbrado ensamblado a partir de las siguientes partes aprobadas:

(1) Luminarias de baja tensión.

(2) Fuente de alimentación para las luminarias de baja tensión.

(3) Fuente de alimentación de Clase 2.

(4) Accesorios para las luminarias de baja tensión.

(5) Cordón (circuito del secundario de la fuente de alimentación) para el cual las luminarias y la fuente de alimentación están aprobados para el uso.

(6) Cable, conductores en tubo conduit, u otro método de alambrado fijo para el circuito del secundario de la fuente de alimentación.

Las luminarias, la fuente de alimentación y los accesorios para las luminarias (incluyendo los conductores desnudos expuestos) de un sistema de alumbrado de conductores desnudos expuestos deben estar aprobados para el uso como parte del mismo sistema de alumbrado identificado.

411-4. Requisitos para la ubicación específica.

a) Paredes, pisos y plafones. Los conductores ocultos o que pasan a través de una pared, un piso o un plafón deben cumplir lo estipulado en (1) o (2):

(1) Instalados utilizando cualquiera de los métodos de alambrado que se especifican en el Capítulo 3.

(2) Instalados utilizando un alambrado alimentado por una fuente de alimentación aprobada Clase 2 e instalados de acuerdo con 725-130.

b) Piscinas, spas, fuentes y lugares similares. Los sistemas de alumbrado se deben instalar a una distancia no menor a 3.00 metros medidos horizontalmente desde el borde más próximo del agua, a menos que así lo permita el Artículo 680.

411-5. Circuitos del secundario.

a) Puesta a tierra. Los circuitos secundarios no deben estar puestos a tierra.

b) Aislamiento. El circuito del secundario debe estar aislado del circuito derivado por medio de un transformador de aislamiento.

c) Conductores desnudos. Están permitidos los conductores desnudos y las partes portadoras de corriente expuestas únicamente en instalaciones bajo techo. Los conductores desnudos no deben estar instalados a menos de 2.10 metros sobre el piso terminado, excepto si están aprobados específicamente para su instalación a menor altura.

d) Conductores aislados. Los conductores de circuito del secundario, aislados y expuestos deben ser del tipo descrito en (1), (2) o (3) y se deben instalar tal como se describe en estos numerales:

(1) Cable de Clase 2 alimentado por una fuente de alimentación de Clase 2 instalado de acuerdo con las Partes A y C del Artículo 725.

(2) Conductores, cordón o cable del sistema aprobado e instalados a no menos de 2.10 metros por encima del piso terminado, a menos que el sistema esté aprobado específicamente para su instalación a una altura menor.

(3) Métodos de alambrado descritos en el Capítulo 3.

411-6. Circuito derivado. Los sistemas de alumbrado que funcionen a 30 volts o menos deben estar alimentados por un circuito derivado de máximo 20 amperes.

411-7. Areas peligrosas (clasificadas). Además de las disposiciones de este Artículo, cuando los sistemas de alumbrado estén instalados en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir lo establecido en los Artículos 500 a 517.

ARTICULO 422

APARATOS

A. Generalidades

422-1. Alcance. Este Artículo trata de los aparatos utilizados en cualquier tipo de edificio.

422-2. Definición.

Máquina expendedora. Cualquier dispositivo de autoservicio que ofrece productos o mercancía sin la necesidad de reaprovisionar el dispositivo entre cada operación de venta y está diseñado para la inserción de monedas, billetes, fichas, tarjetas, llaves o recibos por pago en otros medios.

422-3. Otros Artículos. Los requisitos del Artículo 430 se deben aplicar a la instalación de aparatos operados a motor y los requisitos del Artículo 440 se deben aplicar a la instalación de aparatos que contengan motocompresor refrigerante hermético, excepto cuando se indica específicamente algo diferente en este Artículo.

422-4. Partes vivas. Los aparatos no deben tener partes vivas normalmente expuestas al contacto, diferentes de aquellas partes que funcionan como elementos de calefacción con resistencias a la vista, como por ejemplo el elemento calefactor de una tostadora, que está expuesto necesariamente.

B. Instalación

422-10. Capacidad de los circuitos derivados. Esta sección específica la capacidad nominal de los circuitos derivados capaces de dar suministro de corriente a los aparatos sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas.

a) Circuitos derivados individuales. El valor nominal de un circuito derivado individual no debe ser menor al valor nominal marcado en el aparato o el valor nominal marcado de un aparato con cargas combinadas, tal como se dispone en 422-62.

La capacidad de un circuito derivado individual para aparatos operados a motor que no tienen marcado su valor nominal, debe estar de acuerdo con la Parte B del Artículo 430. La capacidad de un circuito derivado para un aparato que es una carga continua, diferente de un aparato operado a motor, no debe ser menor al 125 por ciento del valor nominal marcado; o no debe ser menor al 100 por ciento del valor marcado, si el

dispositivo del circuito derivado y su ensamble están aprobados para carga continua al 100 por ciento de su valor.

Se permitirá que los circuitos derivados y los conductores del circuito derivado para estufas y aparatos de cocción estén de acuerdo con la Tabla 220-55 y deben estar dimensionados de acuerdo con 210-19(a)(3).

b) Circuitos que alimentan dos o más cargas. Para circuitos derivados que alimentan aparatos y otras cargas, el valor nominal se debe determinar de acuerdo con 210-23.

422-11. Protección contra sobrecorriente. Los aparatos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con (a) hasta (g) siguientes y 422-10.

a) Protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Los circuitos derivados se deben proteger de acuerdo con 240-4. Si el valor nominal del dispositivo de protección está marcado en el aparato, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado no debe ser mayor al valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente marcado en el aparato.

b) Aparatos con elementos de calefacción superficial. Un aparato con elementos de calefacción superficial, que tiene una demanda máxima de más de 60 amperes, calculada de acuerdo con la Tabla 220-55, debe tener subdividido su suministro de potencia en dos o más circuitos, cada uno de los cuales está equipado con protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo de 50 amperes.

c) Aparatos de calefacción comercial e industrial con lámparas infrarrojas. Los aparatos de calefacción industrial y comercial con lámparas infrarrojas deben tener protección contra sobrecorriente que no exceda 50 amperes.

d) Tipos de elementos de calefacción superficial de devanado con revestimiento expuesto o devanado abierto, en aparatos de calefacción de tipo comercial. Los tipos de elementos de calefacción superficial de devanado con revestimiento expuesto o devanado abierto, en aparatos de calefacción de tipo comercial, deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo de 50 amperes.

e) Un solo aparato no operado a motor. Si el circuito derivado alimenta un solo aparato no operado a motor, el valor nominal de protección contra sobrecorriente debe:

(1) No exceder el marcado sobre el aparato.

(2) No exceder los 20 amperes si el valor nominal de protección contra sobrecorriente no está marcado sobre el aparato y éste está clasificado para 13.30 amperes o menos; o

(3) No exceder el 150 por ciento de la corriente nominal del aparato si el valor nominal de protección contra sobrecorriente no está marcado y el aparato está clasificado para más de 13.30 amperes. Si el 150 por ciento del valor nominal del aparato no corresponde a un valor nominal en amperes de un dispositivo de sobrecorriente estándar, se permitirá el siguiente valor nominal estándar más alto.

f) Aparatos de calefacción eléctrica que emplean elementos de calefacción de tipo resistencia, con valor nominal mayor a 48 amperes.

1) Aparatos de calefacción eléctrica. Los aparatos de calefacción eléctrica que emplean elementos de calefacción de tipo resistencia con valor nominal mayor a 48 amperes, que no sean aparatos domésticos con elementos de calefacción superficiales tratados en 422-11(b), ni los aparatos de calefacción de tipo comercial, tratados en 422-11(d), deben tener subdivididos los elementos de calefacción. Cada carga subdividida no debe ser mayor a 48 amperes y debe estar protegida a no más de 60 amperes.

Estos dispositivos de protección contra sobrecorriente complementarios deben ser:

(1) Instalados en fábrica dentro del envolvente del calentador o sobre él, o suministrados como un ensamble separado por el fabricante del calentador

(2) Accesibles, y

(3) Adecuados para la protección de los circuitos derivados.

Los conductores principales que alimentan estos dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben considerar como conductores de circuitos derivados.

2) Aparatos de cocinas y de cocción comerciales. Se permitirá que los aparatos de cocción y de cocinas comerciales que usan elementos de calefacción de tipo con revestimiento, no tratados en 422-11(d),

estén subdivididos en circuitos para no más de 120 amperes y protegidos a no más de 150 amperes, si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

(1) Los elementos son integrales con una superficie de cocción y están envueltos dentro de ella.

(2) Los elementos están contenidos completamente dentro de un envolvente identificado como adecuado para este uso.

(3) Los elementos están contenidos dentro de un recipiente y con su sello.

3) Calentadores de agua y calderas de vapor. Se permitirá que los calentadores de agua y calderas de vapor que emplean elementos de calefacción eléctrica de inmersión tipo resistencia y calentadores instantáneos de agua aprobados, estén subdivididos en circuitos de máximo 120 amperes y protegidos a no más de 150 amperes.

g) Aparatos operados a motor. Los motores de los aparatos operados a motor deben estar equipados con protección contra sobrecarga, de acuerdo con la Parte C del Artículo 430. Los motocompresores herméticos con refrigerante, en equipos de aire acondicionado o de refrigeración, deben estar equipados con protección contra sobrecarga, de acuerdo con la Parte F del Artículo 440. Cuando se exigen dispositivos de protección contra sobrecorriente, que estén separados de los aparatos, los datos para la selección de estos dispositivos se deben marcar sobre el aparato. El marcado mínimo debe ser el que se especifica en 430-7 y 440-4.

422-12. Equipo de calefacción central. Los equipos de calefacción central distintos de los equipos de calefacción fija de ambiente deben estar alimentados por un circuito derivado individual.

Excepción 1: Se permitirá que los equipos auxiliares directamente asociados con el equipo de calefacción, tales como las bombas, válvulas, humidificadores o limpiadores electrostáticos del aire, estén conectados al mismo circuito derivado.

Excepción 2: Se permitirá que los equipos de aire acondicionado conectados permanentemente se conecten al mismo circuito derivado.

422-13. Calentadores de agua de tipo con almacenamiento. Un calentador de agua fijo de tipo con almacenamiento, que tenga una capacidad de 450 litros o menos, se debe considerar como una carga continua con el propósito de dimensionar los circuitos derivados.

NOTA: Para el valor nominal del circuito derivado, véase 422-10.

422-14. Aparatos de calefacción industrial con lámparas infrarrojas. Se permitirá que los portalámparas de aparatos de calefacción por rayos infrarrojos en edificios industriales funcionen en serie en circuitos de más de 150 volts a tierra, siempre y cuando el valor nominal de tensión de los portalámparas no sea menor a la tensión de circuito. Cada sección, panel o tira que porta un número de portalámparas de rayos infrarrojos (incluido el alambrado interno de esta sección, panel o tira), se debe considerar como un aparato. El bloque de terminales de conexión de cada uno de tales ensambles se considerará como una salida individual.

422-15. Ensambles para centrales de salidas de vacío

a) Se permitirá que los ensambles para centrales de salidas de vacío aprobados estén conectados a un circuito derivado, de acuerdo con 210-23(a).

b) La ampacidad de los conductores de conexión no debe ser menor a la ampacidad de los conductores de los circuitos derivados a los que están conectados.

c) Las partes metálicas accesibles, no portadoras de corriente del conjunto para centrales de salidas de vacío que probablemente se lleguen a energizar, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-110. Las partes metálicas incidentales como los tornillos o remaches instalados en o dentro del material aislante no se debe considerar probable que se llegue a energizar.

422-16. Cordones flexibles.

a) Generalidades. Se permitirán cordones flexibles para:

(1) La conexión de aparatos, con el fin de facilitar su intercambio frecuente o para evitar la transmisión de ruido o vibración, o

(2) Facilitar el retiro o desconexión de aparatos que están fijos en su sitio, cuando los medios de fijación y las conexiones mecánicas están diseñados específicamente para permitir un retiro fácil para mantenimiento o reparación y el aparato está proyectado o identificado para su conexión con cordón flexible.

b) Aparatos específicos.

1) Trituradores domésticos de basura operados eléctricamente. Se permitirá que los trituradores domésticos de basura operados eléctricamente estén conectados mediante cordón y clavija con un cordón flexible identificado como adecuado para ese propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato y cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que un triturador doméstico de basura, marcado claramente, para identificarlo como protegido por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, termine en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) La longitud del cordón no debe ser menor a 45 centímetros y no debe ser mayor a 90 centímetros

(3) Los contactos deben estar ubicados de manera que se evite el daño físico al cordón flexible.

(4) El contacto debe ser accesible.

2) Máquinas lavaplatos empotradas y compactadores de basura. Se permitirá que las máquinas lavaplatos empotradas y los compactadores de basura se conecten mediante cordón y clavija, con un cordón flexible identificado como adecuado para el propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato, cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que una máquina lavaplatos o un compactador de basura aprobados, marcados claramente para identificarlos como protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente, terminen en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) La longitud del cordón debe ser de 0.90 metros a 1.20 metros, medidos desde la cara de la clavija de conexión al plano de la parte posterior del aparato.

(3) Los contactos deben estar ubicados de modo que se evite el daño físico al cordón flexible.

(4) El contacto debe estar localizado en el espacio ocupado por el aparato, o junto a él.

(5) El contacto debe ser accesible.

3) Hornos montados en la pared y estufas montadas sobre la cubierta. Se permitirá que los hornos montados en la pared y las estufas montadas en cocinetas, completas con sus accesorios para montaje y para hacer las conexiones eléctricas, estén conectados en forma permanente o conectados mediante cordón y clavija para facilitar su instalación o servicio. Un conector separable o una combinación de clavija y contacto en la línea de alimentación a un horno o unidad de cocción deben estar aprobados para la temperatura del espacio en el cual van a ir ubicados.

4) Campanas para estufas. Se permitirá que las campanas para estufas estén conectadas mediante cordón y clavija con un cordón flexible identificado como adecuado para ese propósito en las instrucciones de instalación del fabricante del aparato, y cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) El cordón flexible debe terminar en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

Excepción: No se exigirá que una campana para estufa, marcada claramente, para identificarla como protegida por un sistema de doble aislamiento, o su equivalente, termine en una clavija de conexión del tipo de puesta a tierra.

(2) La longitud del cordón no debe ser menor a 45 centímetros y no debe ser mayor a 90 centímetros

(3) Los contactos deben estar ubicados de manera que se evite el daño físico al cordón flexible.

(4) El contacto debe ser accesible.

(5) El contacto está alimentado por un circuito derivado individual.

422-17. Protección de material combustible. Cada aparato calentado eléctricamente, que por su tamaño, peso y servicio esté proyectado para ser colocado en una posición fija, se debe colocar de manera que exista protección suficiente entre dicho aparato y el material combustible junto a él.

422-18. Soporte de ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón. Los ventiladores (de aspas) suspendidos del plafón deben estar sostenidos independientemente de la caja de salida o mediante una caja de salida aprobada o sistemas de cajas de salida identificados para ese uso e instalados según 314-27(c).

C. Medios de desconexión

422-30. Generalidades. Se debe suministrar un medio para desconectar simultáneamente cada aparato de todos los conductores de fase, de acuerdo con las siguientes secciones de la Parte C. Si un aparato es

alimentado por más de un circuito derivado o alimentador, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar como el desconectador del aparato.

422-31. Desconexión de aparatos conectados de forma permanente.

a) Aparatos con valor nominal no mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp). En los aparatos conectados permanentemente con valor nominal no mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp), se permitirá utilizar como medio de desconexión el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

b) Aparatos con valor nominal mayor de 300 voltamperes o 93 watts (1/8 de hp). En los aparatos conectados permanentemente con valor nominal mayor de 300 voltamperes o 93 watts, se permitirá utilizar el interruptor o interruptor automático del circuito derivado como medio de desconexión, cuando dicho interruptor o interruptor automático esté al alcance de la vista desde el aparato o se pueda bloquear en la posición abierta. El medio para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el interruptor o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su sitio con o sin el candado instalado.

NOTA: Para aparatos que emplean interruptores unitarios, véase 422-34.

c) Aparatos accionados por motor con valor nominal mayor de 93 watts (1/8 de hp). En los aparatos accionados por motor y conectados permanentemente con motores con valor nominal mayor de 1/8 de hp, se permitirá utilizar el desconectador del circuito derivado o el interruptor automático como medio de desconexión, cuando dicho desconectador o interruptor automático esté al alcance de la vista desde el aparato. El medio de desconexión debe cumplir con 430-109 y 430-110.

Excepción: Si un aparato de más de 93 watts (1/8 de hp) tiene un interruptor unitario que cumpla con lo indicado en 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que el desconectador o el interruptor automático que funciona como el otro medio de desconexión no estén a la vista desde el aparato.

422-33. Desconexión de aparatos conectados mediante cordón y clavija.

a) Conector separable o contacto y clavija de conexión. En los aparatos conectados mediante cordón y clavija se permitirá que un conector separable accesible o un contacto y clavija accesibles, sirvan como medios de desconexión. Cuando el conector separable o el contacto y la clavija no sean accesibles, los aparatos de este tipo se deben suministrar con medios de desconexión de acuerdo con 422-31.

b) Conexión en la base posterior de una estufa. En las estufas eléctricas domésticas conectadas mediante cordón y clavija, se considera que una conexión de clavija y contacto en la base posterior de la estufa cumple los requisitos de 422-33(a) si es accesible desde la parte delantera retirando algún cajón.

c) Valor nominal. El valor nominal de un contacto o de un conector separable no debe ser menor que el valor nominal de cualquier aparato conectado a ellos.

Excepción: Se permitirá aplicar los factores de demanda autorizados en otras partes de esta NOM, al valor nominal de un contacto o de un conector separable.

422-34. Interruptor unitario como medio de desconexión. Se permitirá que uno o varios interruptores unitarios que formen parte de un aparato, con su posición de apagado (“off”) marcada y que desconecten todos los conductores de fase del aparato, se utilicen como el medio de desconexión exigido en este Artículo, cuando se proporcionen otros medios de desconexión en los lugares que se especifican en 422-34(a) hasta (d).

a) Viviendas multifamiliares. En viviendas multifamiliares, los otros medios de desconexión deben estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso de la unidad de vivienda en la que esté instalado el aparato, y se permitirán para controlar lámparas y otros aparatos.

b) Viviendas dúplex. En las viviendas dúplex, se permitirá que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el aparato. En este caso se permitirá instalar un desconectador individual o un interruptor automático para la unidad de vivienda, que puede también controlar lámparas y otros aparatos.

c) Viviendas unifamiliares. En viviendas unifamiliares, se permitirá que el otro medio de desconexión sea el medio de desconexión de acometida.

d) Otros lugares. En otros lugares, se permitirá que el otro medio de desconexión sea el desconectador o interruptor automático del circuito derivado, cuando sea fácilmente accesible para la alimentación del aparato.

422-35. Desconectadores e interruptores automáticos indicadores. Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medio de desconexión, deben ser de tipo indicador.

D. Construcción

422-40. Polaridad de los aparatos conectados mediante cordón y clavija.

Si el aparato eléctrico está provisto con un desconectador manual de un polo para conectarlo o desconectarlo de la red o a un portalámparas con casquillo roscado tipo Edison o a un contacto de 15 amperes o 20 amperes, la clavija debe ser de tipo polarizado con toma de tierra. En una máquina de afeitar eléctrica y con doble aislamiento, se permitirá el uso de una clavija de conexión de dos hilos no polarizada.

NOTA: Para la polaridad de los portalámparas con base Edison, véase 410-82(a).

422-41. Aparatos sometidos a la inmersión conectados mediante cordón y clavija. Las unidades de hidromasajes autosoportadas y las secadoras de pelo manuales, conectadas mediante cordón y clavija, deben estar construidos de modo que brinden protección a los usuarios contra electrocución si se sumergen, tanto si están encendidos como apagados.

422-42. Señales para aparatos de calefacción. En lugares diferentes de los destinados a vivienda, todos los aparatos o grupos de aparatos de calefacción eléctrica proyectados para su aplicación a materiales combustibles, deben llevar una señal o un dispositivo limitador de temperatura integrado.

422-43. Cordones flexibles.

a) Cordones para calefactor. Todas las planchas y aparatos calentados eléctricamente y conectados mediante cordón y clavija, con valor nominal mayor a 50 watts y que producen temperaturas mayores a 121 °C en las superficies con las que probablemente entre en contacto el cordón, se deben equipar con uno de los tipos de cordón para calefactor aprobados, presentados en la Tabla 400-4.

b) Otros aparatos de calefacción. Todos los otros aparatos calentados eléctricamente y conectados mediante cordón y clavija se deben conectar con uno de los tipos de cordones aprobados, presentados en la Tabla 400-4, y seleccionado de acuerdo con el tipo de uso especificado en esa tabla.

422-44. Calentadores de inmersión conectados con cordón y clavija. Los calentadores eléctricos por inmersión conectados mediante cordón y clavija deben estar fabricados e instalados de manera que las partes portadoras de corriente queden aisladas eficazmente de contactos eléctricos con la sustancia en la que se sumergen.

422-45. Soportes para aparatos conectados con cordón y clavija. Todas las planchas y demás aparatos de calefacción eléctrica conectados mediante cordón y clavija y proyectados para su aplicación a materiales combustibles, deben ir equipados con un soporte aprobado, el cual se permitirá que sea una parte separada del equipo o que forme parte del aparato.

422-46. Planchas. Las planchas calentadas eléctricamente deben estar equipadas con un medio identificado de limitación de la temperatura.

422-47. Controles de calentadores de agua. Todos los calentadores de agua del tipo de almacenamiento o instantáneos deben tener un medio limitador de la temperatura, además de su termostato de control, para desconectar todos los conductores de fase. Dicho medio debe cumplir con las dos condiciones siguientes:

(1) Estar instalados para detectar la máxima temperatura del agua.

(2) Ser de tipo de disparo libre y de reposición manual, o de un tipo que tenga un elemento reemplazable. Estos calentadores de agua deben tener una marca en la que se exija la instalación de una válvula de alivio de temperatura y presión.

Excepción 1: Calentadores de agua del tipo de almacenamiento, identificados como adecuados para uso con un suministro de agua a una temperatura de 82 °C o más y una capacidad de 60 kilowatts o mayor.

Excepción 2: Los calentadores de agua del tipo instantáneo, identificados como adecuados para este uso, con una capacidad de 4 litros o menos.

422-48 Aparatos de calefacción industrial con lámparas infrarrojas.

a) De 300 watts o menos. Se permitirá el uso de lámparas de calefacción de luz infrarroja de 300 watts nominales o menos con portalámparas del tipo de base media, de porcelana sin interruptores o de otros tipos identificados como adecuados para su uso con lámparas de calefacción de luz infrarroja, de 300 watts nominales o menos.

b) De más de 300 watts. Las lámparas de luz infrarroja de más de 300 watts nominales no se deben utilizar en portalámparas con base Edison, a menos que los portalámparas estén identificados como adecuados para uso con lámparas de luz infrarroja de más de 300 watts nominales.

422-49. Máquinas lavadoras con rociado a alta presión. Todas las máquinas de lavado, monofásicas con tensión nominal de 250 volts o menos, con rociado a alta presión y conectadas mediante cordón y clavija, deben estar equipadas con un interruptor del circuito contra fallas a tierra instalado en la fábrica, para protección del personal. El interruptor del circuito contra fallas a tierra debe formar parte integral de la clavija de conexión o debe estar ubicado en el cordón de alimentación, a una distancia menor a 30 centímetros de la clavija de conexión.

422-50. Ensambles de calefacción de tubería conectados mediante cordón y clavija. Los ensambles de calefacción de tubería conectados mediante cordón y clavija proyectados para evitar el congelamiento de la tubería, deben estar aprobados.

422-51. Máquinas expendedoras conectadas con cordón y clavija. Las máquinas expendedoras conectadas con cordón y clavija, fabricadas o reconstruidas, pueden tener un interruptor del circuito contra fallas a tierra como parte integral de la clavija de conexión o que esté ubicado a una distancia no mayor a 30 centímetros de la clavija de conexión o se pueden conectar a una salida protegida con interruptor con protección de falla a tierra.

422-52. Surtidores eléctricos de agua potable. Los surtidores eléctricos de agua potable pueden tener interruptor con protección de falla a tierra.

E. Marcado

Los aparatos destinados a conectarse a una instalación eléctrica deben marcarse de acuerdo a lo que indica la norma del producto correspondiente.

422-60. Placa de características.

a) Marcado de la placa de características. Cada aparato debe tener una placa de características en la que aparezca el nombre de identificación y los valores nominales en volts y amperes, o en volts y watts. Si el aparato se va a utilizar a una frecuencia o frecuencias específicas, también deben aparecer en la placa. Cuando se exija una protección externa al aparato contra sobrecarga del motor, el aparato debe ser marcado así.

NOTA: Para los requisitos de protección contra sobrecorriente, véase 422-11.

b) Visibilidad. Las marcas deben estar ubicadas de modo que sean visibles o fácilmente accesibles después de la instalación.

422-61. Marcado de los elementos calefactores. Todos los elementos calefactores de más de 1 ampere nominal, reemplazables en campo y que formen parte de un aparato, deben estar marcados claramente con sus valores nominales en volts y amperes, o en volts y watts, o con el número de la parte fabricante.

422-62. Aparatos que constan de motores y otras cargas.

a) Marcado de los caballos de fuerza en la placa de características. Cuando la placa de características de un aparato accionado por motor incluya el valor nominal en caballos de fuerza, dicho valor no debe ser menor al valor nominal en caballos de fuerza en la placa de características del motor. Cuando un aparato consta de múltiples motores o de uno o más motores y otras cargas, el valor de la placa de características no debe ser menor al equivalente en caballos de fuerza de las cargas combinadas, calculado de acuerdo con 430-110(c)(1).

b) Marcado adicional en la placa de características. Los aparatos diferentes de aquellos equipados en fábrica con cordones y clavijas de conexión y con placas de características acordes con 422-60, se deben marcar de acuerdo con 422-62(b)(1) o (b)(2).

1) Marcado. Además del marcado exigido en 422-60, la marca de un aparato que consta de un motor con otra carga o motores con o sin otra carga, debe especificar el valor de corriente mínima del conductor del circuito de alimentación y ampacidad máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito. Este requisito no se aplicará a los aparatos que tengan placa de características de acuerdo con 422-60, cuando tanto la ampacidad mínima del conductor del circuito de alimentación como el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito no son de más de 15 amperes.

2) Método de marcado alternativo. Se permitirá un método de marcado alternativo que especifique el valor nominal del motor más grande en volts y amperes, y la carga adicional en volts y amperes, o en volts y watts además del marcado exigido en 422-60. Se permitirá omitir el valor nominal de corriente en amperes de un motor de 1/8 hp o menos, o una carga diferente de la de un motor, de 1 ampere o menos, a menos que tales cargas constituyan la carga principal.

ARTICULO 424

EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA CALEFACCION DE AMBIENTE

A. Generalidades

424-1. Alcance. Los requisitos de esta sección aplican al equipo eléctrico fijo utilizado para la calefacción del ambiente. Para el propósito de este Artículo, estos equipos de calefacción deben incluir cables de calefacción, unidades calentadoras, calderas, sistemas centrales u otros equipos eléctricos fijos aprobados para calefacción de ambiente. Este Artículo no se debe aplicar a calefacción de procesos ni al aire acondicionado de recintos.

424-2. Otros Artículos. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente que incorpore un motocompresor hermético con refrigerante, también deben cumplir con el Artículo 440.

424-3. Circuitos derivados.

a) Requisitos de los circuitos derivados. Se permitirán circuitos derivados individuales para alimentar equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente de cualquier valor nominal en watts o en voltamperes. Los circuitos derivados que alimenten dos o más salidas de equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, deben ser de 15, 20, 25 ó 30 amperes nominales. En unidades diferentes a una unidad de vivienda se permitirá que los equipos fijos de calefacción por rayos infrarrojos estén alimentados por circuitos derivados de 50 amperes como máximo.

b) Dimensionado de los circuitos derivados. Los motores y equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente se deben considerar como cargas continuas.

424-6. Equipo aprobado. Los calentadores eléctricos de pared, los cables de calefacción, los calentadores de ductos y los sistemas de calefacción radiante deben estar aprobados y etiquetados.

B. Instalación

424-9. Generalidades. Todos los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente deben estar instalados de una manera aprobada. Se permitirá utilizar calentadores eléctricos de pared instalados permanentemente y equipados con salidas para contactos instalados en fábrica o salidas instaladas como un ensamble aprobado separado, en lugar de la salida de contacto exigida en 210-50(b). Dichas salidas de contacto no deben estar conectadas a los circuitos de los calentadores.

NOTA: Los calentadores de pared aprobados incluyen instrucciones que pueden prohibir su instalación bajo salidas para contacto.

424-10. Otros equipos. Los equipos y sistemas eléctricos fijos para calefacción de ambiente instalados por métodos diferentes a los presentados en este Artículo, se podrán instalar mediante las instrucciones del fabricante.

424-11. Conductores de alimentación. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente que requieran conductores de alimentación con aislamiento de más de 60 °C, deben estar así marcados en una forma clara y permanente. Estas marcas deben ser visibles claramente después de la instalación y se permitirá que estén adyacentes a la caja de conexiones en la obra.

424-12. Lugares de instalación

a) Expuestos a daños físicos. Cuando los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente estén expuestos a daños físicos, se deben proteger de una manera aprobada.

b) Lugares húmedos o mojados. Los calentadores y equipos relacionados instalados en lugares húmedos o mojados deben estar aprobados para esos lugares y estar construidos e instalados de modo que el agua u otros líquidos no entren ni se acumulen dentro o sobre las secciones con alambrado, los componentes eléctricos o las canalizaciones.

NOTA 1: Para equipos expuestos a agentes deteriorantes, véase 110-11.

NOTA 2: Para equipos en áreas alrededor de piscinas, véase 680-27(c).

424-13. Separación de materiales combustibles. Los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente deben instalarse dejando el espacio exigido entre los equipos y los materiales combustibles adyacentes, a menos que estén aprobados para instalación en contacto directo con material combustible.

C. Control y protección de los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente

424-19. Medios de desconexión. Para todos los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, se deben instalar medios para desconectar simultáneamente el calentador, el controlador de motor y demás dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente, de todos los conductores de fase. Cuando el equipo de calefacción esté alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar y marcar. Los medios de desconexión que se especifican en las secciones 424-19(a) y (b) deben tener un valor nominal en amperes que no sea menor al 125 por ciento de la carga total de los motores y los calentadores. El medio para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su sitio con o sin el candado instalado.

a) Equipo de calefacción con protección adicional contra sobrecorriente. El medio de desconexión del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente con protección adicional contra sobrecorriente debe estar al alcance de la vista desde el dispositivo adicional de protección contra sobrecorriente, en el lado de alimentación de dichos dispositivos, si fueran fusibles y, además, debe cumplir con lo establecido en 424-19(a)(1) o (a)(2).

1) Calentador que no tenga motor de más de ⅛ de hp. Se permitirá que los anteriores medios de desconexión o interruptores unitarios que cumplan lo establecido en 424-19(c), sirvan como los medios de desconexión exigidos tanto para el controlador o controladores del motor como para el calentador, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) El medio de desconexión proporcionado está también al alcance de la vista desde el controlador o controladores del motor y del calentador.

(2) El medio de desconexión proporcionado se puede bloquear en posición abierta (Off).

2) Calentador con motor de más de 93 watts (⅛ de hp). Se permitirá que el medio de desconexión arriba mencionado sirva como el medio de desconexión requerido tanto para el controlador o controladores del motor como para el calentador, bajo alguna de las condiciones siguientes:

(1) Cuando el medio de desconexión está al alcance de la vista desde el controlador del motor y del calentador y cumple con la Parte I del Artículo 430.

(2) Cuando un motor de más de 93 watts (⅛ de hp) y el calentador están equipados con un interruptor individual que cumple con 422-34(a), (b), (c) o (d), se permitirá que los medios de desconexión estén fuera del alcance de la vista de controlador de motores.

b) Equipo de calefacción sin protección adicional contra sobrecorriente.

1) Sin motor o con motor no mayor de 93 watts (⅛ de hp). En los equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente sin motor de más de 93 watts (⅛ de hp), se permitirá que el interruptor automático o desconectador del circuito derivado sirvan como medio de desconexión si dicho desconectador o interruptor automático está al alcance de la vista desde el calentador o se puede bloquear en posición abierta.

2) Con motor mayor de 93 watts (⅛ de hp). En los equipos eléctricos para calefacción de ambiente accionados por motor de más de 93 watts (⅛ de hp), debe haber un medio de desconexión ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor, o se permitirá que cumpla con los requisitos de 424-19(a)(2).

c) Desconectadores como medios de desconexión. Se permitirá utilizar como medios de desconexión exigidos en este Artículo, los desconectadores que son parte del calefactor fijo marcado con la posición de "apagado" que desconecten todos los conductores de fase, cuando haya instalados otros medios de desconexión en los tipos de lugares siguientes:

1) Conjuntos multifamiliares. En las viviendas multifamiliares, el otro medio de desconexión debe estar dentro de la unidad de vivienda o en el mismo piso que la unidad de vivienda en la cual esté instalado el calentador fijo y se permitirá que también sirvan para controlar las lámparas y aparatos.

2) Viviendas dúplex. En las viviendas dúplex se permitirá que el otro medio de desconexión esté dentro o fuera de la unidad de vivienda en la que esté instalado el calentador fijo. En este caso se permitirá instalar un desconectador individual o interruptor automático para la vivienda, que también puede servir para controlar las lámparas y aparatos.

3) Viviendas unifamiliares. En las viviendas unifamiliares se permitirá que el otro medio de desconexión sea el medio de desconexión de acometida.

4) Otros lugares. En otros lugares, se permitirá que el medio de desconexión sea el interruptor o interruptor automático del circuito derivado, siempre que sea fácilmente accesible cuando haya que dar servicio al calentador fijo.

424-20. Dispositivos de desconexión controlados por termostato.

a) Que funcionan como controladores y como medios de desconexión. Se permitirá que los dispositivos de desconexión controlados por termostato y las combinaciones de termostatos con interruptores controlados manualmente, sirvan al mismo tiempo como controladores y como medios de desconexión, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que tengan marcada su posición de apagado “off”.

(2) Que, cuando se pongan manualmente en la posición de apagado “off” abran directamente todos los conductores de fase.

(3) Que estén diseñados de modo que el circuito no se pueda energizar automáticamente una vez que el dispositivo ha sido puesto manualmente en la posición de apagado “off”.

(4) Que estén ubicados tal como se indica en 424-19.

b) Termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores de fase. No se exigirá que los termostatos que no interrumpen directamente todos los conductores de fase y los termostatos que accionan circuitos a control remoto cumplan los requisitos de 424-20(a). Estos dispositivos no se permitirán como los medios de desconexión.

424-21. Desconectadores e interruptores automáticos indicadores. Los desconectadores e interruptores automáticos usados como medios de desconexión, deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado) o cerrada (circuito conectado).

424-22. Protección contra sobrecorriente.

a) Dispositivos para circuitos derivados. Se permitirá que los equipos eléctricos para calefacción de ambiente que no estén accionados por motor y que según se requiere en los Artículos 430 y 440, tengan protección adicional contra sobrecorriente, estén protegidos contra sobrecorriente cuando estén alimentados por uno de los circuitos derivados referidos en el Artículo 210.

b) Elementos de resistencia. Los elementos calefactores tipo resistencia de los equipos eléctricos para calefacción de ambiente, deben estar protegidos a no más de 60 amperes. Los equipos de más de 48 amperes nominales que utilicen estos elementos, deben tener los elementos calefactores subdivididos, y cada carga subdividida no debe exceder los 48 amperes. Cuando una carga subdividida es menor a 48 amperes, el valor nominal del dispositivo complementario de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

c) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas que se especifican en 424-22(b) deben:

(1) Estar instalados en fábrica dentro o sobre el envolvente del calefactor o proporcionado por el fabricante para usarlo como calefactor como un ensamble separado;

(2) Ser accesibles, aunque no necesariamente con facilidad; y

(3) Ser adecuados para la protección del circuito derivado.

NOTA: Véase 240-10. Cuando esta protección contra sobrecorriente se realice mediante fusibles de cartucho, se permitirá utilizar un sólo medio de desconexión para las distintas cargas subdivididas.

NOTA 1: Para la protección adicional contra sobrecorriente, véase 240-10.

NOTA 2: Para los medios de desconexión para fusibles de cartuchos en circuitos de cualquier tensión, véase 240-40.

d) Conductores del circuito derivado. Los conductores que alimentan los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, se deben considerar conductores del circuito derivado. Cuando los calentadores sean de 50 kilowatts nominales o más, se permitirá que los conductores que alimentan los dispositivos de protección contra sobrecorriente adicionales especificados en 424-22(c) estén dimensionados para el 100 por ciento como mínimo del valor nominal del calentador indicado en su placa de características, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Que el calentador esté marcado con el tamaño mínimo del conductor.

(2) Que los conductores no sean de tamaño menor al mínimo marcado.

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

e) Conductores para cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, deben dimensionarse para mínimo el 125 por ciento de las cargas alimentadas. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en 424-22(c) deben proteger estos conductores, según lo que establece 240-4.

Cuando los calentadores sean de 50 kilowatts nominales o más, se permitirá que la ampacidad de los conductores instalados en sitio, entre el calentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente adicionales sea por lo menos de 100 por ciento de la carga de sus circuitos subdivididos respectivos, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Que el calentador esté marcado con el tamaño mínimo del conductor.

(2) Que los conductores no sean de tamaño menor al mínimo marcado.

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo accionado por temperatura.

D. Marcado de los equipos de calefacción

424-28. Placa de características.

a) Información requerida. Cada unidad del equipo eléctrico fijo para calefacción de ambiente debe tener una placa de características con un nombre de identificación y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes. Los equipos eléctricos para calefacción de ambiente proyectados para conectarlos únicamente a corriente continua o únicamente a corriente alterna, o a ambos, deben estar marcados para indicarlo así. En los equipos que incorporen motores de más de 93 watts (1/8 de hp) y otras cargas, el marcado debe especificar el valor nominal del motor en volts, amperes y frecuencia, y la carga de calefacción en volts y watts o en volts y amperes.

b) Ubicación. La placa de características debe estar ubicada de modo que sea visible o fácilmente accesible después de la instalación.

424-29. Marcado de los elementos de calefacción. Todos los elementos de calefacción que se puedan reemplazar en sitio y formen parte del calentador eléctrico, deben tener marcas legibles con valores nominales en volts y watts o en volts y amperes.

E. Cables eléctricos calentadores de ambiente

424-34. Construcción de los cables calentadores. Los cables para calefacción se deben suministrar completos con las puntas de los cables no calentadoras ensamblados en fábrica, de mínimo 2.10 metros de longitud.

424-35. Marcado de los cables calentadores. Cada unidad debe estar marcada con el nombre o símbolo de identificación, el número de catálogo y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes. Cada tramo de cable de calefacción debe tener una marca permanente y legible en cada punta no calentadora, a una distancia no mayor de 7.50 centímetros de su extremo. La punta del alambre debe estar identificada con los siguientes colores, para indicar la tensión del circuito en la que se va a utilizar:

(1) 120 volts nominales—amarillo

(2) 208 volts nominales—azul

(3) 240 volts nominales—rojo

(4) 277 volts nominales—marrón

(5) 480 volts nominales—naranja.

424-36. Separación del alambrado con el plafón. El alambrado con ubicado en plafones con calefacción debe estar a una distancia por encima del plafón no menor a 5 centímetros y se debe considerar que opera a una temperatura ambiente de 50 °C. La ampacidad de los conductores se debe calcular con base en los factores de corrección aplicables presentados en las tablas de ampacidad de 0 a 2000 volts del Artículo 310. Si este alambrado está localizado sobre un aislamiento térmico con un espesor mínimo de 5 centímetros, no se exigirá corrección por temperatura.

424-38. Restricciones de área.

a) No deben extenderse más allá del cuarto o área. Los cables de calefacción no deben extenderse más allá del cuarto o área en el que se originan.

b) Usos prohibidos. No se permitirá instalar cables de calefacción:

(1) En armarios de ropa.

(2) Sobre paredes.

(3) Sobre divisiones que se extiendan hasta el plafón, a menos que sean tramos unitarios separados de cable empotrado.

(4) Sobre gabinetes cuya distancia hasta el plafón sea menor que la dimensión mínima horizontal del gabinete hasta el borde más próximo del gabinete que esté abierto hacia el cuarto o área.

c) En los plafones de armarios de ropa, como fuentes de calefacción de baja temperatura para controlar la humedad relativa. Las disposiciones de 424-38(b) no deben evitar el uso de cables en los plafones de los armarios de ropa como fuentes de calefacción de baja temperatura para controlar la humedad relativa, siempre que se utilicen sólo en las partes del plafón que no estén obstruidas hasta el piso por anaqueles u otras luminarias permanentes.

424-39. Separación de otros objetos y aberturas. Los elementos calefactores de los cables deben estar separados por lo menos 20 centímetros del borde de las cajas de salida y de las cajas de empalme que se vayan a utilizar para montar luminarias en superficie. Se debe dejar una distancia no menor a 5 centímetros desde las luminarias empotradas y sus acabados, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto. Ningún cable de calefacción debe estar cubierto por algún equipo de montaje superficial.

424-40. Empalmes. Los cables empotrados sólo se deben empalmar cuando sea necesario y exclusivamente por medios aprobados y en ningún caso se debe alterar la longitud del cable de calefacción.

424-41. Instalación de cables de calefacción en paneles de madera, en yeso y en plafones de concreto.

a) En paredes. Los cables de calefacción no se deben instalar en paredes, a menos que sea necesario instalar un solo tramo de cable separado, sobre una superficie vertical para alcanzar un plafón suspendido.

b) Tramos adyacentes. Los tramos adyacentes de cable que no excedan los 9 watts/metro, no se deben instalar a una distancia menor de 3.80 centímetros entre sus centros.

c) Superficies donde se colocan. Los cables de calefacción sólo se deben aplicar sobre panel de yeso, tiras con revestimiento de yeso u otros materiales resistentes al fuego. Con tiras metálicas u otras superficies conductoras de electricidad se debe aplicar una capa de yeso para separar completamente la tira metálica o superficie conductora del cable.

NOTA: Véase también 424-41(f).

d) Empalmes. Todos los cables de calefacción, el empalme entre el cable de calefacción y la punta no calefactora y, mínimo 7.50 centímetros de punta no calefactora, deben estar empotrados en el yeso o en el panel de madera, de la misma manera que el cable de calefacción.

e) Superficie del plafón. Toda la superficie del plafón debe tener un terminado estucado térmicamente no aislante, de un espesor de 1.30 centímetros u otro material no aislante identificado como adecuado para este uso y aplicado de acuerdo con el espesor e instrucciones especificadas.

f) Aseguramiento. Los cables deben estar asegurados por medio de grapas, cinta, yeso, separadores no metálicos u otros medios aprobados, a intervalos no mayores a 40 centímetros o a intervalos que no excedan 1.80 metros para cables identificados para este uso. Las grapas o sujetadores metálicos que rodeen el cable no se deben utilizar sobre tiras metálicas u otras superficies conductoras de electricidad.

g) Instalación en paneles de madera. En las instalaciones en paneles de madera, todo el plafón bajo el cable de calefacción debe estar cubierto por un panel de yeso de máximo 13 centímetros de espesor. El espacio que quede entre la capa superior del panel de yeso, de las tiras de yeso u otro material resistente al fuego y la capa superficial del panel de yeso, se debe rellenar completamente con yeso que no se contraiga y que sea térmicamente conductor o con otro material aprobado de conductividad térmica equivalente.

h) Libres de contacto con superficies conductoras. Los cables se deben mantener libres de contactos con superficies metálicas u otras superficies conductoras de electricidad.

i) Vigas. En aplicaciones con paneles de madera enyesada, el cable se debe instalar paralelo a la viga, dejando un espacio centrado de 6.50 centímetros de ancho bajo la viga, entre los centros de los tramos de cables adyacentes. Se debe colocar una capa superficial de panel de yeso para que los clavos u otros medios de fijación no perforen el cable de calefacción.

j) Cruzando las vigas. Los cables sólo deben cruzar las vigas en los extremos del cuarto, a menos que se exija que el cable cruce las vigas en otros sitios, para satisfacer las instrucciones del fabricante que se evite colocar el cable demasiado cerca de los huecos del plafón o de las luminarias.

424-42. Acabado de los plafones. Los plafones no se deben cubrir con paneles o vigas decorativas construidos de materiales térmicamente aislantes, tales como madera, fibra o plástico. Se permitirá hacer el acabado de los plafones con pintura, papel tapiz u otro acabado aprobado.

424-43. Instalación de las puntas no calefactoras de los cables.

a) Terminales no calentadoras. Las terminales libres no calefactores de los cables se deben instalar de acuerdo con los métodos de alambrado aprobados, desde la caja de empalme hasta el lugar donde vayan dentro del plafón. Se permitirá que estas instalaciones sean monoconductores en canalizaciones aprobadas, cables monoconductores o multiconductores de los tipos UF, NMC o MI u otros conductores aprobados.

b) Terminales en cajas de conexiones. Dentro de la caja de conexiones, las terminales libres no calefactores deben tener una longitud no menor a 15 centímetros El marcado de las terminales debe ser visible en la caja de conexiones.

c) Partes sobrantes de las terminales. La parte sobrante de las terminales no calefactoras del cable de calefacción, no se debe cortar, sino que se debe sujetar en la parte inferior del plafón y se debe cubrir con yeso u otro material aprobado, dejando sólo un tramo suficiente para que llegue a la caja de empalme, con una longitud no menor a 15 centímetros dentro de la caja.

424-44. Instalación de cables en pisos vaciados de concreto o mampostería.

a) Watts por metro lineal. Los cables de calefacción de watts constantes no deben exceder los 54 watts por metro lineal de cable.

b) Distancia entre tramos adyacentes. La distancia entre tramos adyacentes de cable no debe ser menor a 2.50 milímetros entre centros.

c) Fijados en su sitio. Los cables se deben asegurar en su sitio una vez instalados, mediante bastidores o separadores no metálicos u otros medios aprobados, mientras se aplica el concreto u otro acabado. No se deben instalar cables que formen un puente a través de juntas de expansión, a no ser que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

d) Separación entre el cable calentador y las partes metálicas empotradas en el piso. Se debe mantener una distancia suficiente entre el cable de calefacción y otras partes metálicas empotradas en el piso, a menos que el cable esté blindado y esté puesto a tierra.

e) Terminales protegidas. En los puntos donde las terminales salgan del piso, se deben proteger mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico, tubería eléctrica metálica o por otros medios aprobados.

f) Pasacables u otros accesorios aprobados. Cuando las terminales salgan del piso a través de una baldosa, se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

g) Protección con interruptores del circuito contra fallas a tierra. La protección para el personal con interruptores del circuito contra fallas a tierra, se puede suministrar para los cables instalados en pisos con calefacción eléctrica en cuartos de baño, cocinas y los lugares de tinas para hidromasajes.

424-45. Inspección y pruebas. La instalación de los cables se debe hacer con el debido cuidado para evitar daños a los ensambles de cables y se deben inspeccionar y aprobar antes de ocultarlos o cubrirlos.

F. Calentadores en ductos

424-57. Generalidades. La Parte F se debe aplicar a cualquier calentador montado en la corriente de aire de un sistema de ventilación forzada, cuando la unidad de desplazamiento del aire no forme parte integral del equipo.

424-58. Identificación. Los calentadores instalados en ductos de aire deben estar identificados como adecuados para ese tipo de instalación.

424-59. Circulación de aire. Se deben instalar medios adecuados que aseguren una circulación de aire uniforme y adecuada sobre la parte frontal del calentador, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

NOTA: Los calentadores instalados a una distancia no mayor de 1.20 metros de la salida de un dispositivo de desplazamiento de aire, bomba de calor, aire acondicionado, codos, deflectores u otros obstáculos que haya en los ductos de aire, pueden requerir de aspas giratorias, placas de presión u otros dispositivos en el lado de la entrada del calentador en el ducto, para asegurar una distribución uniforme del aire sobre la parte frontal del calefactor.

424-60. Temperatura de admisión elevada. Los calentadores de ductos que estén proyectados para su uso con aire de admisión a elevada temperatura, deben estar identificados como adecuados para uso a esas temperaturas.

424-61. Instalación de calentadores de ductos con bombas de calor y equipos de aire acondicionado. Las bombas de calor y equipos de aire acondicionado con calentadores en ductos ubicados a menos de 1.20 metros de la bomba de calor o del equipo de aire acondicionado, deben estar identificados tanto el calefactor en ductos, como la bomba de calor o el equipo de aire acondicionado, como adecuados para dicho tipo de instalaciones y deben estar así marcados.

424-62. Condensación. Los calentadores en ductos utilizados con equipos de acondicionamiento de aire u otros equipos de refrigeración del aire que puedan producir condensación de la humedad, deben estar identificados como adecuados para uso con equipos de aire acondicionado.

424-63. Bloqueo del circuito de ventilación. Se deben proporcionar los medios para asegurar que el circuito del ventilador se energice cuando se energice el circuito de cualquier calentador. No obstante, se permitirá instalar dispositivos de retardo para la energización del motor del ventilador, controlados por tiempo o por temperatura.

424-64. Controles de límites. Todos los calentadores de ductos deben tener un control integrado y aprobado de limitación de temperatura con reposición automática, para desenergizar el circuito o circuitos. Además, todos los calentadores en ductos deben tener uno o varios dispositivos de control integrados, independientes y complementarios, que desconecten un número suficiente de conductores para interrumpir el flujo de corriente. Este dispositivo debe ser de reposición manual.

424-65. Ubicación de los medios de desconexión. El equipo de control de los calentadores en ductos debe ser accesible, con un medio de desconexión instalado en el controlador o al alcance de la vista desde el mismo o como se permite en 424-19(a).

424-66. Instalación. Los calentadores de ductos se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante y de un modo tal que su funcionamiento no cree peligro para las personas o la propiedad. Además, los calentadores en ductos deben estar ubicados con respecto a los elementos de la construcción del edificio y otros equipos, de modo que permitan el acceso al calentador. Se debe dejar espacio suficiente para reemplazar los elementos de control y de calefacción, y para ajustar y limpiar los controles y otras partes que requieran dicha atención. Véase 110-26.

G. Calderas del tipo con resistencia

424-70. Alcance. Las disposiciones de la Parte G de este Artículo se deben aplicar a las calderas cuyos elementos de calefacción sean de tipo resistencia. No se debe considerar que las calderas del tipo con electrodos empleen elementos calefactores del tipo con resistencia. Véase la Parte H de este Artículo.

424-71. Identificación. Las calderas del tipo con resistencia deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424-72. Protección contra sobrecorriente

a) Calderas que emplean elementos calefactores eléctricos del tipo resistencia inmersa montados en un recipiente calibrado y sellado. Una caldera con elementos calefactores eléctricos del tipo resistencia inmersa en un recipiente calibrado y sellado, debe tener los elementos calefactores protegidos a 150 amperes como máximo. Si esa caldera tiene un valor nominal mayor a 120 amperes, debe tener los elementos calefactores subdivididos en cargas que no excedan los 120 amperes. Cuando una carga subdividida sea menor a 120 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

b) Calderas que emplean elementos calefactores eléctricos de tipo resistencia de más de 48 amperes y no contenidos en un recipiente calibrado. Una caldera con elementos calefactores eléctricos de tipo resistencia no contenidos en un recipiente calibrado, debe tener los elementos calefactores protegidos a 60 amperes como máximo. Si esa caldera tiene un valor nominal mayor a 48 amperes, debe tener los elementos calefactores subdivididos en cargas que no excedan los 48 amperes. Cuando una carga subdividida sea menor a 48 amperes, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

c) Dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente para las cargas subdivididas a las que hacen referencia 424-72(a) y (b) deben ser:

(1) Instalados en fábrica dentro o sobre el envolvente de la caldera o proporcionados como un ensamble separado por el fabricante de la caldera.

(2) Accesibles, pero no es necesario que lo sea fácilmente.

(3) Adecuados para la protección del circuito derivado.

Cuando esta protección contra sobrecorriente se haga por medio de fusibles de cartucho, se permitirá instalar un solo medio de desconexión para varios de los circuitos subdivididos. Véase 240-40.

d) Conductores que alimentan los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente. Los conductores que alimentan estos dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, se deben considerar como conductores del circuito derivado.

En calentadores de 50 kilowatts o más, se permitirá que los conductores que alimentan el dispositivo de protección contra sobrecorriente especificados en 424-72(c) estén dimensionados como mínimo para el 100 por ciento del valor nominal de la placa de características del calentador, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que el calefactor esté marcado con el tamaño mínimo de los conductores.

(2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura o presión.

e) Conductores para las cargas subdivididas. Los conductores alambrados en sitio, entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente, deben estar dimensionados a no menos del 125 por ciento de la carga alimentada. Los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente especificados en 424-72(c) deben proteger estos conductores, de acuerdo con 240-4.

Cuando los calentadores estén clasificados para 50 kilowatts o más, se permitirá que la ampacidad de los conductores alambrados en sitio entre el calentador y los dispositivos adicionales de protección contra sobrecorriente sea como mínimo del 100 por ciento de la carga de los respectivos circuitos subdivididos, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que el calefactor esté marcado con el tamaño mínimo de los conductores.

(2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura.

424-73. Control del límite de sobretemperatura. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que desconecten directa o indirectamente todos los conductores de fase de los elementos calefactores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema regulador de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

424-74. Control del límite de sobrepresión. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben desconectar directa o indirectamente todos los conductores de fase de los elementos calefactores. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja al tanque contra la presión excesiva.

H. Calderas del tipo con electrodos

424-80. Alcance. Las disposiciones de la Parte H de este Artículo se deben aplicar a las calderas que funcionen a 600 volts nominales o menos, y en las que el calor se genera por el paso de corriente entre electrodos a través del líquido que se calienta.

NOTA: Para calderas de más de 600 volts, véase la Parte E del Artículo 490.

424-81. Identificación. Las calderas del tipo con electrodos deben estar identificadas como adecuadas para su instalación.

424-82. Requisitos de los circuitos derivados. El tamaño de los conductores del circuito derivado y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente se debe calcular con base en el 125 por ciento de la carga total (sin incluir motores). Se permitirá que un conector, relevador u otro dispositivo aprobado para su funcionamiento continuo al 100 por ciento del valor nominal, alimente su carga total especificada. Véase 210-19(a), Excepción.

Las disposiciones de esta sección no se aplican a los conductores que formen parte integral de una caldera aprobada.

Cuando una caldera de electrodos está clasificada para 50 kilowatts o más, se permitirá que los conductores que alimentan el electrodo de la caldera estén dimensionados como mínimo para el 100 por ciento del valor nominal de la placa de características de la caldera de electrodos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que la caldera de electrodos esté marcada con el tamaño mínimo de los conductores.

(2) Que los conductores no sean de un tamaño menor al mínimo marcado, y

(3) Que el ciclo de funcionamiento del equipo esté controlado por un dispositivo activado por temperatura o presión.

424-83. Control del límite de sobretemperatura. Todas las calderas diseñadas de modo que en funcionamiento normal no se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, deben estar equipadas con medios de limitación sensibles a la temperatura. Se deben instalar para que limiten la temperatura máxima del líquido y que interrumpan directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de la temperatura y a cualquier otro dispositivo que proteja el tanque contra la presión excesiva.

424-84. Control del límite de sobrepresión. Todas las calderas, diseñadas para que en funcionamiento normal se produzca un cambio de estado del medio de transferencia de calor, de líquido a vapor, deben estar equipadas con un medio de limitación sensible a la presión. Se deben instalar para limitar la presión máxima y deben interrumpir directa o indirectamente todo el flujo de corriente a través de los electrodos. Dichos medios deben ser adicionales al sistema de regulación de presión y a cualquier otro dispositivo que proteja el tanque contra la presión excesiva.

424-85. Puesta a tierra. En las calderas diseñadas de modo que las corrientes de falla no pasen a través del recipiente a presión y que el recipiente a presión esté eléctricamente separado de los electrodos, todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, incluido el recipiente a presión y las tuberías de suministro y de retorno, deben estar puestos a tierra. En todos los demás diseños, el recipiente a presión que contenga los electrodos debe estar separado físicamente y aislado eléctricamente de tierra.

424-86. Marcado. Todas las calderas del tipo con electrodos deben estar marcadas con lo siguiente:

(1) El nombre del fabricante.

(2) Valores nominales en volts, amperes y kilowatts.

(3) El suministro eléctrico necesario, especificando la frecuencia, número de fases y de conductores.

(4) La indicación: “Caldera del tipo con electrodos”.

(5) Una advertencia que indique: “Antes de efectuar servicio a la caldera, incluido el recipiente a presión, se deben desconectar todas sus fuentes de alimentación”.

La placa de características debe estar ubicada de modo que quede visible después de la instalación.

I. Paneles eléctricos de calefacción radiante y conjuntos de paneles de calefacción

424-90. Alcance. Las disposiciones de la Parte I de este Artículo se deben aplicar a los paneles de calefacción radiante y a los conjuntos de paneles de calefacción.

424-91. Definiciones.

Panel de calefacción. Ensamble completo equipado con una caja de empalmes o un tramo de tubo conduit flexible para su conexión a un circuito derivado.

Conjunto de paneles de calefacción. Conjunto rígido o no rígido dotado de terminales no calefactores o de un ensamble terminal de unión, identificado como adecuado para su conexión a un sistema de alimentación eléctrica.

424-92. Marcado.

a) Ubicación. Las marcas deben ser permanentes y deben estar en un lugar que sea visible después de aplicar el acabado a los paneles.

b) Identificados como adecuados. Todos los paneles deben estar identificados como adecuados para la instalación.

c) Marcado requerido. Cada unidad debe ir marcada con un nombre o símbolo de identificación, número de catálogo y su valor nominal en volts y watts, o en volts y amperes.

d) Etiquetas proporcionadas por el fabricante. Los fabricantes de los paneles o conjuntos de paneles de calefacción deben proporcionar etiquetas de rotulación, que indiquen que la instalación para calefacción de ambiente contiene paneles o conjuntos de paneles de calefacción y las instrucciones deben estar fijas y aseguradas al panel, con el fin de identificar cuáles de los circuitos derivados alimentan los circuitos de las instalaciones para calefacción de ambiente. Si la instalación de los paneles de calefacción y de los conjuntos de paneles son visibles y se distinguen después de su instalación, no se exigirá proporcionar las etiquetas ni fijarlas en los tableros de distribución.

424-93. Instalación.

a) Generalidades.

1) Instrucciones del fabricante. Los paneles de calefacción y los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar siguiendo las instrucciones del fabricante.

2) Lugares no permitidos. La parte calefactora no debe:

(1) Instalarse en o detrás de superficies en las que pueda estar sometida a daños físicos.

(2) Instalarse a través o sobre paredes, divisiones, alacenas o partes similares de estructuras que lleguen hasta el plafón.

(3) Instalarse en aislamientos térmicos o a través de ellos, pero se permitirá que estén en contacto con la superficie de un aislamiento térmico.

3) Separación de las salidas para luminarias. Los bordes de los paneles y conjuntos de paneles deben estar separados una distancia no menor de 20 centímetros de los extremos de cualquier caja de conexiones y caja de salida que se utilice para montar luminarias en superficie. Se debe dejar un espacio no menor a 5 centímetros desde las luminarias empotradas y sus guarniciones, aberturas de ventilación y otras aberturas similares en la superficie del cuarto, a menos que los paneles de calefacción o conjuntos de paneles estén aprobados y marcados para distancias menores, en cuyo caso, se permitirá instalarlos a las distancias marcadas. Se debe dejar espacio suficiente para asegurar que ningún panel o conjunto de paneles de calefacción quede cubierto por alguna unidad montada.

4) Superficies que cubren los paneles de calefacción. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, se permitirá instalar una cubierta que haya sido identificada en las instrucciones del fabricante como adecuada para esa instalación. La cubierta debe asegurarse de modo que los clavos u otros elementos de sujeción no perforen los paneles o conjuntos de paneles de calefacción.

5) Cubiertas superficiales. Se permitirá que las cubiertas admitidas en 424-93(a)(4) tengan acabados con pintura, papel tapiz u otros recubrimientos aprobados e identificados como adecuados en las instrucciones del fabricante.

b) Conjuntos de paneles de calefacción.

1) Ubicación del montaje. Se permitirá asegurar los conjuntos de paneles de calefacción a la cara inferior de las vigas o montados entre vigas, cabezales o listones clavados.

2) Paralelos a las vigas o los listones clavados. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar paralelos a las vigas o a los listones clavados.

3) Instalación de clavos, grapas u otros elementos de sujeción. El clavado o engrapado de los conjuntos de paneles de calefacción se debe hacer únicamente a través de las partes no calefactoras proporcionadas para este fin. Los conjuntos de paneles de calefacción no se deben cortar ni perforara con clavos en ningún punto a menos de 6 milímetros del elemento. No se deben usar clavos, grapas ni ningún otro elemento de sujeción que puedan penetrar las partes portadoras de corriente.

4) Instalados como unidades completas. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben instalar como unidades completas, a menos que estén aprobados e identificados para cortarse en sitio de una manera aprobada.

424-94. Distancia del alambrado en los plafones. Los conductores colocados arriba del techo calentado deben espaciarse no menos de 5 centímetros sobre el techo y se debe considerar que opera a una temperatura ambiente de 50 °C. La ampacidad se debe calcular con base en los factores de corrección dados en las tablas de ampacidad, de 0 a 2000 volts, del Artículo 310. No se exigirá aplicar factores de corrección

por temperatura si el alambrado está colocado sobre aislamientos térmicos con un espesor mínimo de 5 centímetros

424-95. Ubicación de los circuitos derivados y alimentadores en paredes.

a) Paredes exteriores. Los métodos de cableado deben cumplir lo establecido en el Artículo 300 y 310-10.

b) Paredes interiores. Se debe considerar que todo el cableado instalado detrás de paneles o conjuntos de paneles de calefacción ubicados en paredes o divisiones interiores, operan a una temperatura ambiente de 40 °C y su ampacidad se debe calcular aplicando los factores de corrección de las tablas de ampacidad de 0 a 2000 volts del Artículo 310.

424-96. Conexión a los conductores del circuito derivado.

a) Generalidades. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción ensamblados en sitio de modo que formen una instalación de calefacción en un cuarto o área, se deben conectar siguiendo las instrucciones del fabricante.

b) Paneles de calefacción. Los paneles de calefacción se deben conectar al circuito derivado mediante un método aprobado.

c) Conjuntos de paneles de calefacción.

1) Conexión al circuito derivado. Los conjuntos de paneles de calefacción se deben conectar al circuito derivado mediante un método identificado como adecuado para ese fin.

2) Ensamble de conjunto de paneles con terminales de unión. Se permitirá que en un ensamble de paneles de calefacción equipado con un ensamble de terminales de unión, las puntas no calefactoras sean conectados en el momento de su instalación, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

424-97. Puntas no calefactoras. Se permitirá que los sobrantes de las puntas no calefactoras de los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se corten a la longitud necesaria. Estos deben cumplir los requisitos de instalación del método de alambrado empleado, de acuerdo con 424-96. Las puntas no calefactoras deben formar parte integral de un panel o conjunto de paneles de calefactores y no están sujetos a los requisitos de ampacidad de los circuitos derivados de 424-3(b).

424-98. Instalación en concreto o mampostería.

a) Area máxima calentada. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no deben exceder los 355 watts/m^2 de área calentada.

b) Asegurados en sitio e identificados como adecuados. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción se deben asegurar en su sitio por los medios especificados en las instrucciones del fabricante e identificados como adecuados para la instalación.

c) Juntas de expansión. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las previsiones para la dilatación y la contracción.

d) Separación. Se debe mantener una separación entre los paneles o conjuntos de paneles de calefacción y los elementos metálicos empotrados en el piso. Se permitirá que los paneles de calefacción con armadura metálica puesta a tierra, estén en contacto con el metal empotrado en el piso.

e) Protección de las puntas. Donde las puntas salgan del piso, se deben proteger mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido no metálico, tubería eléctrica metálica o cualquier otro medio aprobado.

f) Pasacables y accesorios. Donde las puntas salgan de las baldosas del piso, se deben utilizar pasacables o accesorios aprobados.

424-99. Instalación bajo el revestimiento del piso.

a) Identificación. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción para instalación bajo el recubrimiento del piso, deben estar identificados como adecuados para su instalación bajo el recubrimiento del piso.

b) Area máxima calentada. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción instalados bajo el recubrimiento del piso no deben exceder los 160 watts/m^2 de superficie calentada.

c) Instalación. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción aprobados, si se instalan bajo el recubrimiento del piso, deben estar sobre superficies lisas y planas, de acuerdo con las instrucciones del fabricante y además, deben cumplir las disposiciones siguientes:

1) Juntas de expansión. Los paneles o conjuntos de paneles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que estén protegidos contra la dilatación y la contracción.

2) Conexión a los conductores. Los paneles y conjuntos de paneles de calefacción se deben conectar al alambrado del circuito derivado y al de alimentación mediante métodos reconocidos en el Capítulo 3.

3) Anclaje. Los paneles y conjuntos de paneles de calefacción se deben anclar firmemente al piso mediante un adhesivo o un sistema de anclaje identificado para dicho uso.

4) Cubiertas. Una vez instalados e inspeccionados los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, se permitirá cubrirlos mediante un recubrimiento para piso que esté identificado por el fabricante como adecuado para la instalación. El recubrimiento se debe asegurar al panel o conjunto de paneles de calefacción mediante adhesivo de tipo removible o por otro medio identificado para este uso.

5) Protección contra fallas. Un dispositivo que abra todos los conductores de fase que alimentan los paneles o conjuntos de paneles de calefacción, suministrado por el fabricante, debe funcionar cuando se produzca una falla de alta o baja resistencia entre fases, entre una fase y el conductor de puesta tierra o entre una fase y tierra, como es el resultado de la penetración del panel o conjunto de paneles de calefacción.

NOTA: Para brindar esta protección puede ser necesario un blindaje integral de puesta a tierra.

ARTICULO 426

EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA DESCONGELAR Y DERRETIR NIEVE

A. Generalidades

426-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo se deben aplicar a sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de los mismos.

a) Empotrados. Empotrados en calles, aceras, escalones y otras áreas.

b) Expuestos. Expuestos en sistemas de drenaje, puentes, techos y otras estructuras.

426-2. Definiciones.

Elemento de calefacción por resistencia. Elemento independiente específico para generar calor y que va empotrado o sujeto a la superficie que se va a calentar.

NOTA: Ejemplos de elementos de calefacción por resistencia son las resistencias tubulares, resistencias planas, cables calefactores, cinta calefactora y paneles de calefacción.

Sistema de calefacción. Sistema completo que consta de componentes tales como elementos calefactores, elementos de fijación, alambrado del circuito no calefactor, puntas, controladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de empalme, canalizaciones y accesorios.

Sistema de calefacción por efecto superficial. Sistema en el que el calor se genera en la superficie interna de una cubierta ferromagnética empotrada o sujeta a la superficie a ser calentada.

NOTA: Normalmente, un conductor aislado eléctricamente se pasa a través de la cubierta y se conecta a la cubierta en el otro extremo de ésta. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador de aislamiento.

Sistema de calefacción por impedancia. Sistema en el cual el calor se genera en una barra o tubo o en una combinación de barras y tubos, haciendo que pase corriente a través de la barra o tubo mediante su conexión directa a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador de aislamiento. Se permitirá que la barra o tubo estén empotrados en la superficie a ser calentada o que sean el componente expuesto a ser calentado.

426-3. Aplicación de otros Artículos. Los equipos eléctricos fijos exteriores para deshielo y fusión de la nieve conectados con cordón y clavija, proyectados para usos específicos e identificados como adecuados para este uso se deben instalar de acuerdo con el Artículo 422.

426-4. Carga continua. Los equipos eléctricos fijos exteriores para deshielo y fusión de la nieve se deben considerar como una carga continua.

B. Instalación

426-10. Generalidades. Los equipos eléctricos para deshielo y derretir la nieve en exteriores deben estar identificados como adecuados para:

(1) El ambiente químico, térmico y físico.

(2) Su instalación de acuerdo con los planos e instrucciones del fabricante.

426-11. Uso. El equipo eléctrico de calefacción se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

426-12. Protección térmica. Las superficies externas de los equipos eléctricos exteriores para deshielo y derretir la nieve que operen a temperaturas mayores a 60 °C, deben estar resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para proteger de contacto accidental al personal en el área.

426-13. Identificación. La presencia de equipos eléctricos exteriores para deshielo y derretir la nieve debe hacerse evidente por la colocación de señales de precaución o marcas adecuadas en donde sean claramente visibles.

426-14. Otros equipos. Se permitirá instalar equipos eléctricos fijos de exteriores para deshielo y derretir la nieve cuyo método de construcción o instalación sea distinto del tratado en este Artículo, únicamente bajo las instrucciones del fabricante del equipo aprobado.

C. Elementos de calefacción por resistencia

426-20. Equipos empotrados para deshielo y derretir la nieve.

a) Densidad de carga. Los paneles o unidades no deben exceder de 1300 watts/m^2 de área calentada.

b) Separación. La separación entre tramos adyacentes de cable depende del valor nominal de los cables y no debe ser menor a 2.50 centímetros entre centros.

c) Cubierta. Las unidades, paneles o cables se deben instalar como sigue:

(1) Sobre una base firme de asfalto o mampostería de mínimo 5 centímetros de espesor y se debe aplicar una capa de asfalto o mampostería de mínimo 4 centímetros sobre las unidades, paneles o cables; o

(2) Se permitirá su instalación sobre otras bases aprobadas y empotrarlos a una distancia no mayor de 9 centímetros de la mampostería o asfalto, pero no a menos de 4 centímetros de la superficie mayor; o

(3) Los equipos que hayan sido aprobados para otras formas de instalación, se deben instalar únicamente en la forma para la que se hayan identificado.

d) Fijación. Mientras se aplica la capa de acabado de asfalto o mampostería, los cables, unidades y paneles deben estar sujetos mediante bastidores, separadores u otros medios aprobados.

e) Expansión y contracción. Los cables, unidades y paneles no se deben instalar donde formen puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las previsiones para la dilatación y contracción.

426-21. Equipos expuestos para deshielo y derretir la nieve.

a) Fijación. Los conjuntos de elementos de calefacción se deben asegurar a la superficie que se va a calentar, utilizando medios aprobados.

b) Temperatura excesiva. Cuando el elemento de calefacción no esté en contacto directo con la superficie que se está calentando, el diseño del conjunto calefactor debe ser tal que no se excedan sus límites de temperatura.

c) Expansión y contracción. Los elementos y ensambles de calefacción no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las previsiones para la expansión y contracción.

d) Capacidad de flexión. Cuando se instalen en estructuras flexibles, los elementos y ensambles de calefacción deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la estructura.

426-22. Instalación de puntas no calefactoras para equipos empotrados.

a) Cubierta o malla trenzada de puesta a tierra. Se permitirá que las puntas no calefactoras que tengan una cubierta o malla trenzada de puesta a tierra estén empotradas en la mampostería o el asfalto del mismo modo que el cable de calefacción, sin protección física adicional.

b) Canalizaciones. Todas las puntas, excepto las no calefactoras de 2.5 centímetros a 15 centímetros tipo TW y otros tipos aprobados que no tengan una cubierta de puesta a tierra, deben estar encerrados en tubo conduit rígido, tubería eléctrica metálica, tubo conduit metálico semipesado u otra canalización empotrada en el asfalto o la mampostería. La distancia del empalme de fábrica hasta la canalización no debe ser menor a 2.5 centímetros ni mayor a 15 centímetros

c) Pasacables. Donde las terminales entren en los tubos conduit o tuberías empotradas en el asfalto o mampostería se deben utilizar pasacables aislantes.

d) Expansión y contracción. Las terminales deben estar protegidas en las juntas de expansión y en donde salgan de la mampostería o asfalto, mediante tubo conduit rígido, tubería eléctrica metálica, tubo conduit metálico semipesado, otras canalizaciones u otros medios aprobados.

e) Puntas en las cajas de empalme. Debe haber un tramo libre de puntas no calefactoras, de no menos de 15 centímetros dentro de la caja de empalmes.

426-23. Instalación de puntas no calefactores para equipos expuestos.

a) Puntas no calefactoras. Las puntas no calefactoras de alimentación (puntas frías) para los elementos de resistencia debe ser identificado para las temperaturas a las que vayan a funcionar. En las cajas de empalme debe dejarse un tramo de punta no calefactora no menor a 15 centímetros. Se permitirá acortar las puntas no calefactoras pre ensambladas en fábrica y montadas en sitio sobre calefactores aprobados, siempre que se conserven las marcas especificadas en 426-25.

b) Protección. Las puntas no calefactoras de alimentación de potencia (puntas frías) deben tener un envolvente en tubo conduit rígido, tubo conduit metálico semipesado, tubería eléctrica metálica u otro medio aprobado.

426-24. Conexión eléctrica.

a) Conexiones de los elementos calefactores. Las conexiones eléctricas distintas de las hechas en fábrica entre elementos calefactores y no calefactores empotrados en mampostería, asfalto u otras superficies expuestas, se deben hacer con conectores aislados identificados para ese uso.

b) Conexiones de los circuitos. Los empalmes y terminaciones en los extremos de las terminales no calefactores, distintos de los hechos en los extremos de los elementos calefactores, deben ir instalados en una caja o herraje de acuerdo con 110-14 y 300-15.

426-25. Marcado. Todas las unidades calefactoras montadas en fábrica deben estar marcadas de forma legible, a una distancia no mayor de 8 centímetros de cada extremo de las puntas no calefactoras, con un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y su valor nominal en volts y watts o en volts y amperes.

426-26. Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar canalizaciones, cables armados, cubiertas de cables, cajas, accesorios, soportes y herrajes de soporte metálicos ferrosos y no ferrosos, en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas fuertes, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o estén dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones.

426-27. Chaqueta o malla trenzada de puesta a tierra. Como parte de un cable calefactor, panel o unidad, se deben proporcionar medios de puesta a tierra tales como una malla trenzada de cobre, una cubierta metálica u otro medio aprobado.

426-28. Protección contra falla a tierra de los equipos. Se debe suministrar protección contra falla a tierra para equipos eléctricos exteriores fijos para deshielo y fusión de la nieve.

D. Calefacción por impedancia

426-30. Protección personal. Los elementos expuestos de los sistemas de calefacción por impedancia deben estar físicamente resguardados, separados o aislados térmicamente con una cubierta a prueba de intemperie para proteger al personal en el área contra el contacto accidental.

426-31. Transformador de aislamiento. Se debe instalar un transformador de aislamiento con un blindaje de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario para aislar el sistema de distribución del sistema de calefacción,.

426-32. Limitaciones de tensión. A menos que cuente con protección mediante un interruptor del circuito contra fallas a tierra para la protección del personal, el devanado del secundario del transformador de

aislamiento conectado a los elementos de calefacción por impedancia, no debe tener una salida con tensión mayor a 30 volts corriente alterna.

Cuando se cuente con protección mediante un interruptor del circuito contra fallas a tierra para el personal, se permitirá que la tensión sea mayor a 30 volts pero máximo de 80 volts.

426-33. Corrientes inducidas. Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con 300-20.

426-34. Puesta a tierra. Un sistema de calefacción por impedancia que opere a una tensión de más de 30 volts, pero máximo de 80 volts, se debe poner a tierra en el punto o puntos designados.

E. Calefacción por efecto superficial

426-40. Ampacidad de los conductores. Se permitirá que la corriente que pase a través de los conductores aislados eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética, exceda los valores de ampacidad presentados en el Artículo 310, siempre que los conductores estén identificados como adecuados para ese uso.

426-41. Cajas de paso. Cuando haya instaladas cajas de paso, deben ser accesibles sin necesidad de excavar, mediante ubicación en bóvedas adecuadas o sobre el suelo. Las cajas de paso en exteriores deben ser de construcción hermética al agua.

426-42. conductor sencillo con cubierta. Las disposiciones de 300-20 no se deben aplicar a la instalación de un conductor simple con cubierta ferromagnética (envolvente metálico).

426-43. Protección contra la corrosión. Se permitirá instalar cubiertas ferromagnéticas, canalizaciones, cajas, accesorios, soportes y accesorios de soporte metálicos ferrosos o no ferrosos, en concreto o en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas severas, cuando estén hechos de material adecuado para esas condiciones o dotados de una protección contra la corrosión identificada como adecuada para esas condiciones. La protección contra la corrosión debe mantener el espesor original de las paredes de la cubierta ferromagnética.

426-44 Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética se debe conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos en ambos extremos y además se permitirá conectarlo a un conductor de puesta a tierra de equipos en puntos intermedios, si así lo requiere su diseño. A los sistemas de calefacción por efecto superficial no se les debe aplicar las disposiciones de 250-30.

NOTA: Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250.

F. Control y protección

426-50. Medios de desconexión.

a) Desconexión. Todos los equipos eléctricos exteriores fijos para deshielo y derretir la nieve deben estar equipados con un medio para la desconexión simultánea de todos los conductores de fase. Se permitirá que el interruptor o el interruptor automático del circuito derivado sirvan como el medio de desconexión cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo. Los medios de desconexión deben ser del tipo con indicador y tener un bloqueo positivo en la posición de apagado “off”.

b) Equipo conectado con cordón y clavija. Se permitirá utilizar como el medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 amperes o menos y 150 volts o menos a tierra.

426-51. Controladores.

a) Control de temperatura con posición de apagado “Off”. Los dispositivos de maniobra controlados por temperatura que indican una posición de apagado “off” e interrumpen la corriente de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo controlador esté en esa posición. No se permitirá que estos dispositivos sirvan como el medio de desconexión, excepto si se pueden bloquear en posición abierta.

b) Control de temperatura sin posición de apagado “Off”. No se exigirá que los dispositivos de maniobra controlados por temperatura que no tengan posición de apagado “off” abran todos los conductores de fase y no se permitirá que estos dispositivos se utilicen como el medio de desconexión.

c) Control remoto de temperatura. No se exigirá que los dispositivos remotos controlados y actuados por temperatura cumplan los requisitos de 426-51(a). No se permitirá utilizar estos dispositivos como el medio de desconexión.

d) Dispositivos de desconexión combinados. Los dispositivos de desconexión que constan de dispositivos combinados accionados por temperatura e interruptores controlados manualmente, que sirven al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las siguientes condiciones:

(1) Abrir todos los conductores de fase cuando se pongan manualmente en la posición de apagado “off”.

(2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de apagado “off” “Apagado”, el circuito no se pueda energizar automáticamente.

(3) Tener los medios para su bloqueo en la posición abierta.

426-54. Equipos para deshielo y derretir de la nieve conectados con cordón y clavija. Los equipos para deshielo y derretir la nieve conectados con cordón y clavija deben estar aprobados.

ARTICULO 427

EQUIPO ELECTRICO FIJO PARA CALENTAMIENTO DE TUBERIAS Y RECIPIENTES.

A. Generalidades

427-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se deben aplicar a sistemas de calefacción eléctricos y a la instalación de estos sistemas cuando se emplean en tuberías, recipientes o ambos.

427-2. Definiciones.

Elemento de calentamiento por resistencia. Elemento específico separado para generar el calor que se aplica interna o externamente a la tubería o recipiente.

NOTA: Ejemplos de elementos de calentamiento por resistencia son los calefactores tubulares, calefactores planos, cables calefactores, cinta calefactora, mantas calefactoras y calefactores por inmersión.

Recipiente. Recipiente tal como un barril, tambor o tanque para contener líquidos u otros materiales.

Sistema de calentamiento integrado Sistema completo que consta de componentes tales como tuberías, recipientes, elementos de calentamiento, medio de transferencia de calor, aislamiento térmico, barreras para la humedad, puntas no calefactoras, controladores de temperatura, señales de seguridad, cajas de empalme, canalizaciones y accesorios.

Sistema de calentamiento por efecto superficial. Sistema en el que se genera calor en la superficie interior de una cubierta ferromagnética unida a una tubería o recipiente, o a ambos.

NOTA: Normalmente se pasa un conductor eléctricamente aislado a través de la cubierta y se conecta al otro extremo de ésta. La cubierta y el conductor aislado eléctricamente se conectan a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador con doble devanado.

Sistema de calentamiento por impedancia. Sistema en el cual el calor se genera en la pared de una tubería o un recipiente, haciendo que la corriente fluya a través de la pared de la tubería o del recipiente mediante su conexión directa a una fuente de tensión de corriente alterna desde un transformador con doble devanado.

Sistema de calentamiento por inducción. Sistema en el cual se genera calor en la pared de una tubería o recipiente induciendo una corriente y por el efecto de histéresis en la pared de la tubería o recipiente desde una fuente externa separada de campo eléctrico de corriente alterna.

Tubería. Tramo de tubos que incluyen bombas, válvulas, bridas, dispositivos de control, filtros y/o equipo similares para el transporte de fluidos.

427-3. Otros artículos aplicables. Los equipos eléctricos de calentamiento de tuberías conectados con cordón, proyectados para un uso específico e identificado como adecuados para este uso, se deben instalar de acuerdo con el Artículo 422.

427-4. Carga continua. El equipo eléctrico fijo de calefacción de tuberías y recipientes se debe considerar como una carga continua.

B. Instalación

427-10. Generalidades. Los equipos eléctricos de calentamiento de tuberías y recipientes deben estar identificados como adecuados para:

(1) el ambiente físico, químico y térmico.

(2) instalación de acuerdo con los planos e instrucciones del fabricante.

427-11. Uso. El equipo eléctrico de calentamiento se debe instalar de modo que esté protegido contra daños físicos.

427-12. Protección térmica. Las superficies externas de los equipos eléctricos de calentamiento para tuberías y recipientes que funcionen a temperaturas mayores a 60 °C, deben estar físicamente resguardadas, separadas o aisladas térmicamente para brindar protección al personal en el área contra contactos accidentales.

427-13. Identificación. La presencia de tuberías o recipientes con calentamiento eléctrico, o ambos, debe ser evidente por la colocación de señales de precaución o marcas adecuadas a intervalos no mayores a 6.00 metros a lo largo de la tubería o recipiente y sobre o adyacentes al equipo en el sistema de tubería que requiere de mantenimiento periódico.

C. Elementos de calentamiento por resistencia

427-14. Sujeción. Los conjuntos de elementos de calentamiento se deben sujetar a la superficie que está siendo calentada por medios diferentes al aislamiento térmico.

427-15. Sin contacto directo. Cuando el elemento de calentamiento no esté en contacto directo con la tubería o recipiente que está siendo calentado, se debe instalar un medio adecuado para evitar la temperatura excesiva del elemento calefactor, a menos que el diseño del conjunto de calentamiento sea tal que no se excedan sus límites de temperatura.

427-16. Expansión y contracción. Los elementos y conjuntos de calentamiento no se deben instalar haciendo puente sobre juntas de expansión, a menos que se hagan las previsiones para la expansión y contracción.

427-17. Capacidad de flexión. Cuando se instalen en tuberías flexibles, los elementos y ensambles de calentamiento deben tener una capacidad de flexión compatible con la de la tubería.

427-18. Terminales de conexión de la fuente de alimentación.

a) Puntas no calefactoras. Las puntas no calefactoras de alimentación de potencia (puntas frías) de los elementos de resistencia, deben ser adecuados para las temperaturas a las que vayan a funcionar. En las cajas de empalme debe dejarse un tramo de la terminal no calefactora de al menos 15 centímetros. Se permitirá recortar las terminales no calefactoras pre ensambladas en fábrica y montados en sitio, siempre que se conserven las marcas indicadas en 427-20.

b) Protección de los cables de conexión de la fuente de alimentación. Las puntas no calefactoras de alimentación se deben proteger cuando salgan de la tubería calentada eléctricamente o de las unidades de calentamiento de recipientes, mediante tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tuberías eléctricas metálicas u otras canalizaciones identificadas como adecuadas para esa aplicación.

c) Terminales de interconexión. Se permitirá que las puntas no calefactoras de interconexión, que conectan diversas partes del sistema de calentamiento, estén cubiertas por un aislante térmico en la misma forma que los calentadores.

427-19. Conexiones eléctricas.

a) Interconexiones no calefactoras. Las interconexiones no calefactoras, cuando deban estar bajo aislante térmico, se deben hacer con conectores aislados identificados como adecuados para ese uso.

b) Conexiones del circuito. Los empalmes y terminaciones en el exterior del aislante térmico, deben estar instalados en una caja o accesorio, de acuerdo con 110-14 y 300-15.

427-20. Marcado. Todas las unidades calefactoras montadas en fábrica deben estar marcadas de forma legible, a una distancia no mayor de 8 centímetros de cada extremo de las puntas no calefactoras, con un símbolo de identificación permanente, el número de catálogo y los valores nominales en volts y watts, o en volts y amperes.

427-22. Protección de los equipos contra fallas a tierra. Se debe proporcionar protección contra fallas a tierra para los paneles eléctricos de trazamiento térmico y de calentamiento. Este requisito no se debe aplicar en establecimientos industriales en donde haya indicación de fallas a tierra mediante una alarma y se apliquen las condiciones siguientes:

(1) Cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado prestará mantenimiento a los sistemas instalados.

(2) Cuando sea necesaria una operación continua del circuito, para la operación segura de los equipos o procesos.

427-23. Cubierta conductora puesta a tierra. Los equipos eléctricos de calefacción deben tener una cubierta conductora puesta a tierra, que cumpla con 427-23(a) o (b). La cubierta conductora debe proporcionar una trayectoria efectiva a tierra para la protección del equipo.

a) Cables o alambres calefactores. Los cables o alambres calefactores deben tener una cubierta conductora puesta a tierra que rodee el elemento calefactor y los alambres de la barra conductora, si los hubiera, así como su aislamiento eléctrico.

b) Paneles calefactores. Los paneles calefactores deben tener una cubierta conductora puesta a tierra sobre el elemento calefactor y su aislamiento eléctrico por el lado opuesto al que va unido a la superficie a ser calentada.

D. Calentamiento por impedancia

427-25. Protección del personal. Todas las superficies externas accesibles de las tuberías o recipientes, o ambos, que están siendo calentadas, deben estar físicamente protegidas, resguardadas, o térmicamente aisladas (con una cubierta a prueba de la intemperie en las instalaciones exteriores), para proteger al personal en el área contra contactos accidentales.

427-26. Transformador de aislamiento. Para aislar el sistema de distribución del sistema de calentamiento, se debe usar un transformador de doble devanado con pantalla de puesta a tierra entre los devanados primario y secundario.

427-27. Límites de tensión. El devanado secundario del transformador de aislamiento conectado a la tubería o recipiente que está siendo calentado, no debe tener una salida de tensión mayor a 30 volts corriente alterna, a menos que esté protegido por un interruptor del circuito contra fallas a tierra para proteger al personal. Cuando se suministra protección para el personal mediante un interruptor del circuito contra fallas a tierra, se permitirá que esa tensión sea mayor de 30 volts pero no más de 80 volts.

Excepción: En instalaciones industriales, se permitirá que el transformador de aislamiento conectado a la tubería o al recipiente que se va a calentar tenga una tensión de salida que no supere los 132 volts de corriente alterna a tierra, cuando se aplican todas las siguientes condiciones:

(1) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado prestará el mantenimiento a los sistemas instalados.

(2) Se proporciona protección contra fallas a tierra del equipo.

(3) La tubería o el recipiente que se va a calentar debe estar completamente encerrado en un envolvente metálico puesto a tierra.

(4) Las conexiones del secundario del transformador con la tubería o el recipiente que se va a calentar están completamente envueltas en un envolvente metálico o malla metálica puestos a tierra.

427-28. Corrientes inducidas. Todos los componentes portadores de corriente se deben instalar de acuerdo con 300-20.

427-29. Puesta a tierra. La tubería, el recipiente o ambos, que van a ser calentados y que operen a más de 30 volts pero máximo a 80 volts, se deben poner a tierra en los puntos designados.

427-30. Dimensionamiento de los conductores del secundario. La ampacidad de los conductores conectados al secundario del transformador debe ser como mínimo del 100 por ciento de la carga total del calentador.

E. Calentamiento por inducción

427-35. Alcance. Esta parte trata de la instalación de los equipos de calentamiento por inducción a la frecuencia de la red y de los accesorios para las tuberías y recipientes.

NOTA: Para otras aplicaciones, véase el Artículo 665.

427-36. Protección del personal. Las bobinas de inducción que funcionan o puedan funcionar a tensiones mayores a 30 volts de corriente alterna, deben estar alojadas en envolventes no metálicos o metálicos divididos, en sitios separados o hechos inaccesibles, para proteger al personal que pueda estar en el área.

427-37. Corriente inducida. Se debe evitar que las bobinas de inducción produzcan corrientes circulantes en los equipos metálicos, soportes o estructuras circundantes, mediante blindaje, separando o aislando eléctricamente las trayectorias de corriente. Las trayectorias de las corrientes parásitas se deben unir para evitar la formación de arcos.

F. Calentamiento por efecto superficial

427-45. Ampacidad de los conductores. Se permitirá que la ampacidad de un conductor aislado eléctricamente dentro de una envolvente ferromagnética exceda los valores dados en el Artículo 310, siempre que el conductor esté identificado como adecuado para ese uso.

427-46. Cajas de paso. Se permitirá que las cajas de paso para jalar el conductor aislado eléctricamente dentro de una cubierta ferromagnética, estén enterradas bajo el aislamiento térmico, siempre que su ubicación esté indicada por marcas permanentes en la superficie de la cubierta aislante y en los planos. Las cajas de paso instaladas en exteriores deben ser herméticas al agua.

427-47. Conductor unipolar en un envolvente. Las disposiciones de 300-20 no se deben aplicar a una instalación de conductor unipolar con envolvente ferromagnética (envolvente metálico).

427-48. Puesta a tierra. La cubierta ferromagnética se debe poner a tierra en ambos extremos y además se permitirá ponerla a tierra en puntos intermedios, si así lo exige su diseño. Para asegurar la continuidad eléctrica, la envolvente ferromagnética se debe puentear en todas sus uniones. A la instalación de los sistemas de calefacción por efecto Kelvin o superficial no se le deben aplicar las disposiciones de 250-30.

NOTA: Para los métodos de puesta a tierra, véase el Artículo 250.

G. Control y protección

427-55. Medios de desconexión.

a) Desconectador o interruptor automático. Todos los equipos eléctricos fijos para calentamiento de tuberías o recipientes deben estar dotados de un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase. Se permitirá que el desconectador o interruptor automático del circuito derivado sirva como el medio de desconexión, cuando sea fácilmente accesible al usuario del equipo. Los medios de desconexión deben ser del tipo indicador y deben estar provistos de un dispositivo eficaz de bloqueo en la posición de abierto “off”.

b) Equipo conectado con cordón y clavija. Se permitirá utilizar como el medio de desconexión la clavija instalada en fábrica de un equipo conectado con cordón y clavija de 20 amperes o menos y de 150 volts a tierra o menos.

427-56. Controles.

a) Control de temperatura con posición de apagado “Off”. Los dispositivos de interrupción controlados por temperatura, que indican la posición de apagado “off” y que interrumpan la corriente de línea, deben abrir todos los conductores de fase cuando el dispositivo de control esté en la posición de apagado “off”. No se permitirá que estos dispositivos sirvan como medio de desconexión, a menos que se puedan bloquear en la posición abierta.

b) Control de temperatura sin posición de apagado “Off”. No se exigirá que los dispositivos de maniobra controlados por temperatura, que no tengan posición de apagado “off” abran todos los conductores de fase, y no se permitirá que estos dispositivos se utilicen como el medio de desconexión.

c) Control remoto de temperatura. No se exigirá que los dispositivos a control remoto accionados por temperatura cumplan los requisitos de (a) y (b) anteriores. No se permitirá utilizar estos dispositivos como el medio de desconexión.

d) Dispositivos de interrupción combinados. Los dispositivos de interrupción combinados, compuestos de dispositivos accionados por temperatura e interruptores controlados manualmente, que sirvan al mismo tiempo como controladores y medio de desconexión, deben cumplir todas las condiciones siguientes:

(1) Abrir todos los conductores de fase cuando se pongan manualmente en la posición de apagado “off”

(2) Estar diseñados de modo que, una vez puesto el interruptor manualmente en posición de apagado “off”, el circuito no se pueda energizar automáticamente.

(3) Poder ser bloqueado en la posición abierta.

427-57. Protección contra sobrecorriente. Los equipos eléctricos de calefacción se deben considerar como protegidos contra sobrecorriente cuando se alimentan desde un circuito derivado, como se establece en 210-3 y 210-23.

ARTICULO 430

MOTORES, CIRCUITOS DE MOTORES Y CONTROLADORES

A. Generalidades

430-1. Alcance. Este Artículo trata sobre los motores, los conductores de los alimentadores y circuitos derivados de los motores y de su protección, sobre la protección contra sobrecargas de los motores, sobre los circuitos de control de los motores, de los controladores de los motores y de los centros de control de motores.

NOTA 1: Los requisitos de instalación de los centros de control de motores se tratan en 110-26(e). Los equipos de refrigeración y de aire acondicionado se tratan en el Artículo 440.

NOTA 2: La Figura 430-1 tiene fines informativos solamente.

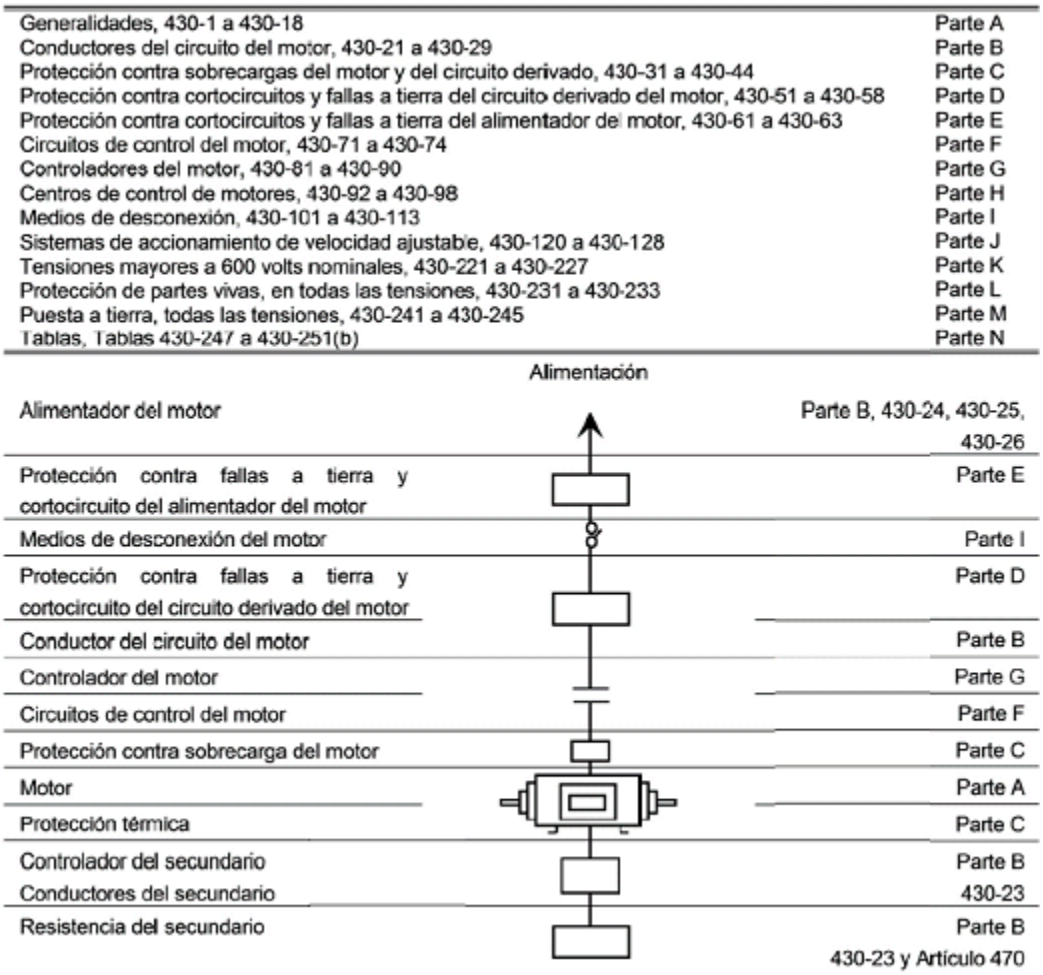


Figura 430-1.- Contenido del Artículo 430.

430-2. Definiciones.

Accionamiento de velocidad ajustable. Combinación de un convertidor de potencia, un motor y de dispositivos auxiliares montados en el motor como por ejemplo codificadores, tacómetros, interruptores y detectores térmicos, ventiladores, calentadores y detectores de vibración.

Circuito de control del motor. Circuito de un aparato o sistema de control que transmite las señales eléctricas que dirigen el desempeño del controlador, pero no conducen la corriente principal de potencia.

Controlador. Para los propósitos de este Artículo, un controlador es todo interruptor o dispositivo que se usa normalmente para arrancar o detener un motor estableciendo e interrumpiendo la corriente del circuito del motor.

Ensambles de válvulas con activador de motor. Ensamble fabricado, usado para operar una válvula, que consta de un activador de motor y otros componentes como controladores, interruptores de par motor, interruptores de fin de carrera y protección contra sobrecarga.

NOTA: Los ensambles de válvulas con activador de motor por lo común tienen características de trabajo de corta duración y de alto par de torsión.

Equipo seccionador del sistema. Sistema de contactor-seccionador operado remotamente y con monitoreo redundante, empaquetado para proporcionar la función de desconexión/seccionamiento, que es posible verificar su funcionamiento desde múltiples lugares remotos por medio de interruptores con bloqueo, cada uno de los cuales se puede bloquear con candado en la posición abierta ("off").

Sistema de accionamiento de velocidad ajustable. Combinación interconectada de equipo que proporciona un medio para ajustar la velocidad de una carga mecánica acoplada a un motor. Por lo general el sistema de accionamiento consta de un accionamiento de velocidad ajustable y de los aparatos eléctricos auxiliares.

430-4. Motores con devanados divididos. El arranque de un motor de inducción o síncrono con devanado dividido se efectúa energizando primero parte del devanado primario (armadura) y energizando posteriormente el resto del devanado en uno o más pasos. Un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar es un motor dispuesto de modo que inicialmente se energiza la mitad de su devanado primario y posteriormente se puede energizar la otra mitad, momento en el que las dos mitades conducen corrientes iguales. No se debe considerar como un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar, un motocompresor con circuito hermético de refrigerante.

Cuando se utilicen dispositivos independientes de protección contra sobrecargas con un motor de inducción con devanado de arranque dividido estándar, cada mitad del devanado del motor debe estar protegida individualmente de acuerdo con 430-32 y 430-37, con un dispositivo cuya corriente de disparo sea la mitad de la especificada.

Cada conexión del devanado del motor debe tener protección contra cortocircuitos y contra falla a tierra en el circuito derivado, con un valor nominal no mayor a la mitad de la especificada en 430-52.

Excepción: Se permitirá utilizar un dispositivo de protección contra cortocircuitos y contra fallas a tierra para los dos devanados, si el dispositivo permite el arranque del motor. Cuando se utilicen fusibles de acción retardada (de elemento dual), deben tener un valor nominal que no exceda el 150 por ciento de la corriente de plena carga del motor.

430-5. Otros Artículos. Los motores y controladores deben cumplir también con las disposiciones aplicables de la Tabla 430-5.

430-6. Determinación de la ampacidad y del valor nominal de los motores. El tamaño de los conductores que alimentan los equipos de los que trata el Artículo 430 se debe seleccionar de las Tablas de ampacidad permisible de acuerdo con 310-15(b) o se debe calcular de acuerdo con 310-15(c). Cuando se use cordón flexible, el tamaño del conductor se debe seleccionar de acuerdo con 400-5. La capacidad de conducción de corriente de los circuitos y la corriente nominal de los motores, se deben determinar como se especifica a continuación.

a) Motores para aplicaciones generales. En motores para aplicaciones generales, los valores nominales de corriente se deben determinar con base en (1) y (2) siguientes.

1) Valores de las Tablas. Para los motores diferentes a los construidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o alto par, y para motores de velocidades múltiples, los valores presentados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250, se deben usar para determinar la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperes de los interruptores, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra, en lugar del valor real de corriente nominal marcada en la placa de características del motor. Cuando un motor esté marcado en amperes y no en caballos de fuerza, se debe asumir que su potencia en caballos de fuerza es la correspondiente a los valores dados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250, interpolando si fuera necesario. Los motores construidos para bajas velocidades (menos de 1200 revoluciones por minuto) o alto par pueden tener corriente de plena carga más alta, y en los motores de velocidades múltiples la corriente de plena carga variará con la velocidad, en cuyo caso se deben usar los valores nominales de corriente de la placa de características.

Tabla 430-5.- Otros Artículos

Equipo/inmueble	Artículo	Sección
Bombas contra incendios	695	
Capacitores		460-8,460-9

Elevadores, montaplatos, escaleras y pasillos mecánicos, elevadores de sillas de ruedas y elevadores para sillas de ruedas	620	
Equipos de refrigeración y aire acondicionado	440	
Estudios cinematográficos, de televisión y lugares similares	530	
Garajes comerciales, hangares de aviación, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, aplicación por pulverización, procesos de inmersión y recubrimiento, lugares de anestesiado por inhalación	511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
Grúas y montacargas	610	
Lugares (clasificados como) peligrosos	500 - 503 y 505	
Maquinaria industrial	670	
Máquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente	675	
Proyectores cinematográficos		540-11 y 540-20
Resistencias y reactores	470	
Teatros, áreas de audiencia de estudios cinematográficos y de televisión y lugares similares		520-48
Transformadores y bóvedas para transformadores	450	

Excepción 1: Los motores de velocidades múltiples deben cumplir lo establecido en 430-22(a) y 430-52.

Excepción 2: Para los equipos que utilicen un motor con polos sombreados o con capacitor permanente dividido para ventilador o soplador, marcado con el tipo de motor, se debe tomar la corriente de plena carga de dicho motor, marcada en la placa de características del equipo con el que se utiliza el motor del ventilador o soplador, en lugar del valor nominal en caballos de fuerza, para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, los conductores del circuito derivado, el controlador, la protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y la protección separada contra sobrecargas. Este valor marcado en la placa de características de los equipos no debe ser menor al de la corriente marcada en la placa de características del motor del ventilador o soplador.

Excepción 3: En un aparato operado por motor, marcado tanto con los caballos de fuerza como con su corriente de plena carga, la corriente de plena carga del motor, marcada en la placa de características del aparato, se debe usar en lugar del valor nominal en caballos de fuerza de la placa de características del aparato, para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, los conductores del circuito derivado, el controlador, el dispositivo de protección del circuito derivado contra cortocircuitos y fallas a tierra y de la protección separado contra sobrecargas.

2) Valores de la placa de características. La protección independiente contra sobrecargas de un motor se debe basar en el valor nominal de corriente de la placa de características del motor.

b) Motores de alto par. Para los motores de alto par, la corriente nominal debe ser la corriente de rotor bloqueado; y esta corriente de la placa de características se debe usar para determinar la ampacidad de los conductores del circuito derivado, tratada en 430-22 y 430-24, el valor nominal en amperes del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor y el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, de acuerdo con 430-52(b).

NOTA: Para los controladores y medios de desconexión de los motores, véase 430-83(d) y 430-110.

c) Motores con tensión ajustable en corriente alterna. Para los motores utilizados en sistemas de accionamiento de corriente alterna, tensión ajustable y par variable, la ampacidad de los conductores o el valor nominal en amperes de los desconectadores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, etc., se deben basar en la corriente máxima de funcionamiento marcada en la placa de datos del motor o del control, o de ambos. Si la corriente máxima de funcionamiento no está incluida en la placa de características, la determinación de la ampacidad se debe basar en el 150 por ciento de los valores dados en las Tablas 430-249 y 430-250.

d) Ensambles de válvulas activadas por motor. Para los ensambles de válvulas activadas por motor, la corriente nominal debe ser la corriente de plena carga de la placa de características, y esta corriente se debe

utilizar para determinar el máximo valor nominal o ajuste del cortocircuito del circuito derivado del motor y el dispositivo de protección contra falla a tierra y la ampacidad de los conductores.

430-7. Marcado en los motores y equipos con varios motores.

a) Aplicaciones usuales de los motores. Un motor debe estar marcado con la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante.

(2) Tensión nominal y corriente nominal de plena carga. Para los motores de velocidades múltiples, la corriente de plena carga para cada velocidad, excepto para los motores de polo sombreado y los motores con capacitor dividido permanente, donde los amperes se requieren solamente para la velocidad máxima.

(3) Frecuencia nominal y número de fases, en los motores de corriente alterna.

(4) Velocidad nominal de plena carga.

(5) Aumento nominal de temperatura o clase del sistema de aislamiento y temperatura ambiente nominal.

(6) Régimen de tiempo. Este tiempo nominal debe ser 5, 15, 30 ó 60 minutos, o continuo.

(7) Valor nominal en caballos de fuerza, para los motores de 93 watts (⅛ hp) o mayores. Para motores de velocidad múltiple de 93 watts (⅛ hp) o mayores, el valor nominal en caballos de fuerza para cada velocidad, excepto en los motores de polo sombreado y los motores de capacitor dividido permanente de 93 watts (⅛ hp) o mayores, donde la potencia nominal en caballos de fuerza se exige solamente para máxima velocidad. No es necesario que en los motores de soldadoras de arco se marque el valor nominal en caballos de fuerza.

(8) En los motores de corriente alterna de 373 watts (½ hp) nominales en adelante, la letra de código o la corriente de rotor bloqueado en amperes. En los motores polifásicos de rotor devanado, se debe omitir la letra de código.

NOTA: Véase 430-7(b).

(9) La letra de diseño en los motores con diseño B, C o D.

(10) En los motores de inducción de rotor devanado, la tensión del secundario y la corriente de plena carga.

(11) En los motores síncronos excitados con corriente continua, la corriente y la tensión del campo.

(12) Devanado: en los motores de corriente continua, derivación directa, derivación estabilizada, devanado compuesto o en serie. No se exigirá que esté marcado en los motores de corriente continua de potencia nominal fraccionaria y de 17.5 centímetros o menos de diámetro.

(13) Los motores equipados con protección térmica que cumplan los requisitos de 430-32(a)(2) o (b)(2), se deben marcar con “Protegido Térmicamente”. Se permitirá que los motores protegidos térmicamente de 100 watts nominales o menos, que cumplan lo establecido en 430-32(b)(2), usen la marca abreviada “P.T.” (T.P.)

(14) Un motor que cumpla lo establecido en 430-32(b)(4) debe llevar la inscripción “Protegido por impedancia”. Se permitirá que los motores protegidos por impedancia de 100 watts nominales o menos, que cumplan lo establecido en 430-32(b)(4), usen la marca abreviada “P.I.” (Z.P.)

(15) Los motores equipados con calentadores que evitan la condensación alimentados eléctricamente se deben marcar con la tensión nominal del calentador, el número de fases y la potencia nominal en watts.

b) Letras de código a rotor bloqueado. Las letras de código marcadas en las placas de características de los motores, para indicar la entrada del motor con el rotor bloqueado, deben cumplir lo establecido en la Tabla 430-7(b). La letra de código que indica la entrada del motor con rotor bloqueado, debe aparecer en un bloque individual de la placa de características, debidamente designada.

Tabla 430-7(b).- Letras de código de indicación para rotor bloqueado

Letra código	Kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado
A	0 – 3.14

B	3.15 – 3.54
C	3.55 – 3.99
D	4.0 – 4.49
E	4.50 – 4.99
F	5.0 – 5.59
G	5.60 – 6.29
H	6.30 – 7.09
J	7.10 – 7.99
K	8.0 – 8.99
L	9.0 – 9.99
M	10.0 – 11.19
N	11.20 – 12.49
P	12.50 – 13.99
R	14.0 – 15.99
S	16.0 – 17.99
T	18.0 – 19.99
U	20.0 – 22.39
V	22.40 en adelante

1) Motores de velocidades múltiples. Los motores de velocidades múltiples deben estar marcados con la letra código que designe los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, a la máxima velocidad a la cual se puede arrancar el motor.

Excepción: Los motores de velocidades múltiples y potencia constante deben estar marcados con la letra código que indique el valor máximo de kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado.

2) Motores de una sola velocidad. Los motores de una sola velocidad que arrancan conectados en estrella y funcionan conectados en delta, deben estar marcados con la letra código correspondiente a los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, para la conexión en estrella.

3) Motores de tensión dual. Los motores de tensión dual que tengan distintos kilovoltamperes con rotor bloqueado por caballo de fuerza en las dos tensiones, deben estar marcados con la letra de código correspondiente a la tensión que produzca el mayor valor de kilovoltamperes por caballo de fuerza, con el rotor bloqueado.

4) Motores de 50/60 hertz. Los motores que operen con 50 y 60 hertz deben estar marcados con una letra de código que indique los kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado, a 60 hertz.

5) Motores con devanado dividido. Los motores con arranque de devanado dividido deben estar marcados con la letra de código que designe los kilovoltamperes por caballo de fuerza con rotor bloqueado, con base en la corriente con rotor bloqueado para todo el devanado del motor.

c) Motores de alto par. Los motores de alto par se designan para operación en condición estacionaria y deben estar marcados de acuerdo con 430-7(a), excepto que el par con rotor bloqueado debe reemplazar la designación de potencia en caballos de fuerza.

d) Equipos con varios motores y cargas combinadas.

1) Alambrados en fábrica. Los equipos con varios motores y cargas combinadas deben tener una placa de características visible marcada con el nombre del fabricante, su valor nominal en volts, frecuencia, número de fases, ampacidad mínima de los conductores del circuito de alimentación y el máximo valor nominal de corriente en amperes del dispositivo de protección del circuito contra cortocircuitos y fallas a tierra. La ampacidad de los conductores se debe calcular según 430-24, teniendo en cuenta todos los motores y las demás cargas que operarán al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra no debe ser mayor a la calculada de acuerdo con 430-53. Los equipos con varios motores que se vayan a utilizar en dos o más circuitos, deben estar marcados con toda la información indicada anteriormente para cada uno de los circuitos.

2) No alambrados en fábrica. Cuando el equipo no haya sido alambrado en fábrica y las placas de características individuales de los motores y otras cargas estén visibles después del montaje de los equipos, se permitirá que las placas de características de cada motor y equipo sirvan como las marcas exigidas.

430-8. Marcado en los controladores. Un controlador debe estar marcado con el nombre o identificación del fabricante, la tensión, el valor nominal de corriente o los caballos de fuerza, el valor nominal de corriente de cortocircuito, y todos los demás datos necesarios para indicar correctamente las aplicaciones para las cuales es adecuado.

Excepción 1: No se exigirá la corriente nominal de cortocircuito para controladores que se aplican de acuerdo con 430-81(a) o (b).

Excepción 2: No se exigirá que el valor nominal de cortocircuito esté marcado en el controlador cuando el valor nominal de corriente de cortocircuito del controlador está marcada en otra parte del ensamble.

Excepción 3: No se exigirá que el valor nominal de cortocircuito esté marcado en el controlador cuando el ensamble en el cual está instalado está marcado con la corriente nominal de cortocircuito.

Excepción 4: No se exigirá el valor nominal de cortocircuito para controladores con valor nominal de menos de 2 hp a 300 volts o menos y aprobados exclusivamente para circuitos derivados de propósito general.

Un controlador que incluya un dispositivo de protección contra sobrecarga de los motores, adecuado para aplicaciones de motores en grupo, debe estar marcado con la protección contra sobrecarga de los motores y la máxima protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para dichas aplicaciones.

Los controladores combinados que utilicen interruptores automáticos ajustables de disparo instantáneo, deben estar marcados claramente indicando el valor de ajuste en amperes, del elemento de disparo ajustable.

Cuando un controlador esté incorporado a un motor, formando parte integral del mismo o de un grupo motogenerador, no se exigirá que el controlador esté marcado individualmente si los datos necesarios están en la placa de características del equipo. Para controladores que formen parte integral de equipos aprobados como una sola unidad, se permitirá el marcado anterior en la placa de características del equipo.

NOTA: Véase 110-10 con respecto a la información sobre la impedancia del circuito y otras características.

430-9. Terminales.

a) Identificación. Las terminales de los motores y controladores deben estar adecuadamente marcadas o de color cuando sea necesario para indicar las conexiones adecuadas.

b) Conductores. Los controladores de los motores y las terminales de los dispositivos del circuito de control se deben conectar con conductores de cobre, excepto si están identificados para su uso con un conductor diferente.

c) Requisitos de par de apriete. Los dispositivos de los circuitos de control con terminales de presión tipo tornillo que se utilicen con conductores de cobre del 2.08 mm^2 (14 AWG) o menores, deben apretarse a un mínimo de 0.80 newton-metro, excepto si están identificados para otro valor de par de apriete.

430-10. Espacio para el cableado en los gabinetes.

a) Generalidades. Los gabinetes para el equipo de control y los medios de desconexión de motores no se deben utilizar como cajas de empalme, canales auxiliares o canalizaciones para los conductores que se alimentan a través de o que se deriven hacia otros aparatos, a menos que se utilicen diseños que proporcionen el espacio adecuado para ese uso.

NOTA: Para los gabinetes de desconectadores y dispositivos de protección contra sobrecorriente, véase 312-8.

b) Espacio para doblado de cables dentro de los gabinetes de equipo de control. El espacio mínimo para doblado de cables dentro de gabinetes de equipo de control de motores debe cumplir lo establecido en la Tabla 430-10(b) donde se mide en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del conductor (en la dirección en que el conductor sale de la terminal) hasta la pared o barrera. Cuando se utilice otra terminación alternativa del conductor en lugar de la suministrada por el fabricante del controlador, debe ser de un tipo identificado por el fabricante para su uso con el controlador y no debe reducir el espacio mínimo de curvatura de los conductores.

Tabla 430-10(b).- Espacio mínimo para el acomodo del alambrado en las terminales en los envolventes de los controladores de motores

Area mm²	Tamaño o designación (AWG o kcmil)	Conductores por terminal*	
		1	2
		milímetros	
2.08-5.26	14-10	no especificado	—
8.37-13.3	8-6	38	—
21.2-26.7	4-3	50	—
33.6	2	65	—
42.4	1	75	—
53.5	1/0	125	125
67.4	2/0	150	150
85.0-107	3/0 - 4/0	175	175
127	250	200	200
152	300	250	250
177-253	350 - 500	300	300
304-355	600 - 700	350	400
380-456	750 - 900	450	475

*Cuando sean tres o más los conductores por terminal, el espacio mínimo para el acomodo de los conductores debe cumplir los requisitos del Artículo 312.

430-11. Protección contra líquidos. Se deben proporcionar guardas de protección o envolventes adecuados para proteger las partes expuestas portadoras de corriente de los motores y el aislamiento de las puntas de los motores, cuando se instalen directamente bajo los equipos o en otros lugares en donde es capaz que ocurran salpicaduras o aspersión de aceite, agua u otros líquidos, a no ser que el motor esté diseñado para las condiciones existentes.

430-12. Cajas para terminales de motores.

a) Material. Cuando los motores estén dotados de cajas para las terminales, éstas deben ser metálicas y su construcción debe ser sólida.

Excepción: En lugares que no sean (clasificados) peligrosos, se permitirá utilizar cajas no metálicas, sólidas e incombustibles, siempre que estén equipadas en su interior de un medio interno para puesta a tierra entre la estructura del motor y la conexión de puesta tierra de equipos.

b) Dimensiones y espacio para conexiones y empalmes. Cuando estas cajas de terminales contengan empalmes o conexiones, deben tener las dimensiones y el volumen útil mínimos establecidos en la Tabla 430-12(b).

c) Dimensiones y espacio para conexiones con terminales fijas. Cuando las cajas de las terminales contienen terminales de motores montados rígidamente, la caja de las terminales debe ser de un tamaño suficiente para proporcionar el espacio y el volumen útiles mínimos para las terminales de acuerdo con las Tablas 430-12(c)(1) y 430-12(c)(2).

d) Conductores de gran tamaño o conexiones de fábrica. Para los motores de gran capacidad, con un gran número de puntas o cables de gran tamaño, o cuando los motores están instalados como parte de un equipo armado en fábrica, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, la caja de terminales debe ser de tamaño suficiente para hacer las conexiones, pero no se consideran aplicables las anteriores disposiciones de volumen para esas cajas.

e) Conexiones de puesta a tierra de equipos. En las cajas de terminales de motores para conexiones entre cables o conexiones de terminales fijos, debe haber instalado un medio de conexión para la terminación del conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-8. Se permitirá que dicha conexión esté ubicada tanto por dentro como por fuera de la caja de terminales del motor.

Excepción: Cuando un motor esté instalado formando parte de un equipo armado en fábrica que sea necesario poner a tierra, sin que se requieran conexiones adicionales en la caja de terminales del motor durante la instalación del equipo, no se exigirá un medio separado para la puesta a tierra del motor en la caja de terminales del motor.

430-13. Pasacables. En donde los cables pasen a través de una abertura de un envolvente, caja de tubo conduit o barrera, se debe utilizar un pasacables para proteger los conductores de los bordes cortantes de la abertura. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los conductores debe ser lisa y redondeada. Si se utilizan pasacables en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, deben ser de material que no resulte deteriorado por ellos.

NOTA: En cuanto a los conductores expuestos a agentes deteriorantes, véase 310-10(g).

Tabla 430-12(b).- Medidas mínimas de las cajas terminales para conexiones de cable a cable.

Motores de 27.50 centímetros de diámetro o menos			
kW	hp	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta	Volumen mínimo utilizable
		cm	cm^3
0.75 y menores	1 y menores[a]	4.1	170
1.12, 1.50 y 2.24	1½, 2, y 3[b]	4.5	275
3.75 y 5.60	5 y 7½	5.0	365
7.50 y 11.2	10 y 15	6.5	595

Motores de corriente alterna de más de 27.50 centímetros de diámetro						
Corriente a plena carga para motores trifásicos con un máximo de 12 terminales	Dimensión mínima de la abertura de la cubierta de la caja de terminales	Volumen mínimo utilizable	Potencia trifásica típica máxima			
amperes	cm	cm^3	230 volts		460 volts	
			kW	hp	kW	hp
45	6.5	595	11.2	15	22.4	30
70	8.4	1265	18.7	25	37.3	50
110	10	2295	20.8	40	56	75
160	12.5	4135	44.8	60	93.3	125
250	15	7380	74.6	100	149	200
400	17.5	13775	119	150	224	300
600	20	25255	187	250	373	500

Motores de corriente continua		
Corriente a plena carga para motores con un máximo de 6 terminales	Dimensiones mínimas de la caja de terminales	Volumen útil mínimo
amperes	cm	cm^3
68	6.5	425
105	8.4	900
165	10	1640
240	12.5	2950
375	15	5410
600	17.5	9840
900	20	18040

Se permitirá no tener en cuenta las puntas auxiliares para elementos tales como frenos, termostatos, calentadores de ambiente, campos de excitación, si su área portadora de corriente no excede el 25 por ciento del área portadora de corriente de las terminales de fuerza de la máquina.

[a] Para motores de 1 CP nominal y menores, con la caja de las terminales parcial o totalmente integrada con el chasis o extremo blindado escudo final del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 18.00 cm^3 por cada conexión entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la cubierta.

[b] Para los motores de 1 ½, 2 y 3 CP nominales, con la caja de las terminales parcial o totalmente integrada en el chasis o escudo final del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser menor a 23.00 cm^3 por cada conexión entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la cubierta.

Tabla 430-12(c)(1).- Espacio para las terminales (Terminales fijas)

	Separación mínima	
	Entre las terminales de línea	Entre las terminales de línea y otras partes metálicas sin aislar
Tensión (volts)	milímetros	
240 o menos	6	6
más de 250-600	10	10

Tabla 430-12(c)(2).- Volúmenes utilizables (Terminales fijos)

Tamaño o designación de conductor alimentador		Volumen mínimo utilizable por cada conductor de alimentador
mm^2	(AWG)	cm^3
2.08	14	16
3.31 y 5.26	12 y 10	20
8.37 y 13.3	8 y 6	37

430-14. Ubicación de los motores.

a) Ventilación y mantenimiento. Los motores deben estar ubicados de modo que tengan ventilación adecuada y que el mantenimiento, como por ejemplo la lubricación de los rodamientos y el cambio de escobillas, puedan ser realizados fácilmente.

Excepción: No se exigirá ventilación para motores del tipo sumergible.

b) Motores abiertos. Los motores abiertos que tengan conmutadores o anillos colectores deben estar ubicados o protegidos de modo que las chispas no puedan alcanzar a los materiales combustibles cercanos.

Excepción: Se permitirá la instalación de estos motores sobre pisos o soportes de madera.

430-16. Exposición a la acumulación de polvo. En los lugares donde se pueda acumular polvo o material transportado por el aire, sobre los motores o dentro de ellos, en cantidades que puedan interferir gravemente con la ventilación o refrigeración de los mismos y, por consiguiente, dar lugar a temperaturas peligrosas, se deben utilizar tipos adecuados de motores encerrados que no se sobrecalienten en las condiciones de uso previstas.

NOTA: En condiciones especialmente extremas, se puede requerir el uso de motores encerrados ventilados a través de tuberías o envolventes en cuartos separados herméticos al polvo, debidamente ventilados desde una fuente de aire limpia.

430-17. Motor de mayor o menor potencia. Para establecer el cumplimiento con 430-24, 430-53(b) y 430-53(c), el motor de mayor o menor potencia se debe basar en la corriente nominal de plena carga, seleccionada a partir de las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 y 430-250.

430-18. Tensión de sistemas rectificadores. Para determinar la tensión de un sistema derivado rectificador, se debe tomar el valor nominal de la tensión de corriente alterna que está siendo rectificado.

Excepción: La tensión nominal de corriente continua del rectificador se debe utilizar si éste excede al valor pico de la tensión de corriente alterna que está siendo rectificada.

B. Conductores para circuitos de motores

430-21. Generalidades. En la Parte B se especifica la ampacidad de los conductores capaces de conducir la corriente del motor sin sobrecalentarse en las condiciones especificadas. Las disposiciones de la Parte B no se deben aplicar a circuitos de motores de más de 600 volts nominales. Las disposiciones de los Artículos 250, 300 y 310 no se deben aplicar a los conductores que formen parte integral de equipos, tales como motores, controladores de motores, centros de control de motores u otros equipos de control ensamblados en fábrica.

NOTA 1: Véase otros requisitos similares en 300-1(b) y 310-1.

NOTA 2: Véase los requisitos para terminales de dispositivos de equipos en 110-14(c) y 430-9(b).

NOTA 3: para tensión nominal de más de 600 volts, véase la Parte K.

430-22. Un solo motor. Los conductores que alimenten un solo motor usado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no menor al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor, como se determina en 430-6(a)(1), o no menos a la especificada a continuación .

a) Rectificador de motor de corriente continua. Para motores de corriente continua que operan desde una fuente de alimentación rectificada, la ampacidad del conductor en la entrada del rectificador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal de entrada al rectificador. Para motores de corriente continua que operan desde una fuente de alimentación monofásica rectificada, los conductores entre las terminales de alambrado del campo del rectificador y el motor, deben tener una ampacidad no menor al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga del motor:

(1) El 190 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de media onda.

(2) El 150 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de onda completa.

b) Motor con velocidades múltiples. Para un motor con velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito derivado en el lado de línea del controlador debe estar basada en la mayor de las corrientes nominales de plena carga indicada en la placa de características del motor. La ampacidad de los conductores del circuito derivado entre el controlador y el motor no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal del devanado o devanados a los que energiza los conductores.

c) Motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta. Para motores conectados con arranque en estrella y funcionamiento en delta, la ampacidad de los conductores del circuito derivado del lado de línea del controlador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). La ampacidad de los conductores entre el controlador y el motor no debe ser menor al 72 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1).

NOTA: Los conductores individuales del circuito de motor de un motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta transportan el 58 por ciento del valor nominal de la corriente de carga. El multiplicador del 72 por ciento se obtiene multiplicando el 58 por ciento por 1.25.

d) Motor con devanado dividido. Para motores conectados con devanado dividido, la ampacidad de los conductores del circuito derivado del lado de línea del controlador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). La ampacidad de los conductores entre el controlador y el motor no debe ser menor al 62.50 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1).

NOTA: El multiplicador del 62.50 por ciento se obtiene multiplicando el 50 por ciento por 1.25.

e) Servicio no continuo. Los conductores para un motor usado en aplicaciones de corta duración, intermitentes, periódicas o variables, deben tener ampacidad no menor al porcentaje del valor nominal de corriente de la placa de características del motor, mostrada en la Tabla 430-22(e).

Tabla 430-22(e).- Servicio por régimen de tiempo.

Clasificación del servicio	Porcentajes del valor nominal de corriente de las placas de características			
	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para funcionamiento
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	continuo
Servicio de corto tiempo: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-
Servicio intermitente: Elevadores y montacargas, máquinas de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco, ver 630-11).	85	85	90	140
Servicio periódico: Rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200

Cualquier motor debe ser considerado como de ciclo continuo, a menos que la naturaleza de los aparatos que accione sea tal que el motor no operará continuamente con carga bajo cualquier condición de operación.

f) Envolventes de terminales separadas. Se permitirá que los conductores entre un motor estacionario de 746 watts (1 hp nominal) o menos y con envolvente de terminales separada como se permite en 430-245(b), sean de tamaño menor al 2.08 mm^2 (14 AWG) pero no menor al 0.824 mm^2 (18 AWG), siempre que tengan una ampacidad como se especifica en 430-22(a).

g) Conductores para motores pequeños. Los conductores para motores pequeños no deben ser menores a 2.08 mm^2 (14 AWG) a menos que se permita lo contrario en 430-22(g)(1) o (g)(2).

1) Cobre tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG). Cuando se instalen en un gabinete o envolvente, se permitirán los conductores individuales de cobre de tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG), los conductores de cobre que son parte de un ensamble de cables cubiertos multiconductores o los conductores de cobre en un cordón flexible, bajo cualquiera de las siguientes series de condiciones:

(1) Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga mayor a 3.50 amperes o menor a o igual a 5 amperes si se cumplen todas las siguientes condiciones:

a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.

b. El circuito proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 10 de acuerdo con 430-32.

c. La protección contra sobrecorriente es proporcionado de acuerdo con 240-4(d)(1)(2).

(2) Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga de 3.50 amperes o menos si se cumplen las siguientes condiciones:

a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.

b. El circuito es proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 20 de acuerdo con 430-32.

c. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(1)(2).

2) Cobre tamaño 1.31 mm^2 (16 AWG). Cuando se instalen en un gabinete o envolvente, se permitirán los conductores individuales de cobre de tamaño 1.31 mm^2 (16 AWG), los conductores de cobre que son parte de un ensamble de cables cubiertos multiconductores o los conductores de cobre en un cordón flexible, bajo cualquiera de las siguientes series de condiciones:

(1) Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga mayor a 5.50 amperes o menor o igual a 8 amperes si se cumplen todas las siguientes condiciones:

a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.

b. El circuito es proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 10 de acuerdo con 430-32.

c. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(2)(2).

(2) Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga de 5.50 amperes o menos si se cumplen las siguientes condiciones:

a. El circuito está protegido de acuerdo con 430-52.

b. El circuito es proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 20 de acuerdo con 430-32.

c. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(2)(2).

430-23. Secundario del motor de rotor devanado.

a) Servicio continuo. Para servicio continuo, los conductores que conectan el secundario de un motor de corriente alterna de rotor devanado con su controlador, deben tener una ampacidad no menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del secundario del motor.

b) Servicio no continuo. Para servicio diferente del continuo, estos conductores deben tener una ampacidad, en porcentaje de la corriente de plena carga del secundario, no menor a la especificada en la Tabla 430-22(e).

c) Resistencia separada del controlador. Cuando la resistencia del secundario esté separada del controlador, la ampacidad de los conductores entre el controlador y la resistencia no debe ser menor a la indicada en la Tabla 430-23(c).

Tabla 430-23(c).- Conductor del secundario

Clasificación de servicio en función de la resistencia	Ampacidad del conductor en porcentaje de la corriente a plena carga del secundario
Arranque ligero	35
Arranque pesado	45
Arranque extra-pesado	55
Arranque ligero intermitente	65
Arranque intermitente medio	75
Arranque intermitente pesado	85
Servicio Continuo	110

430-24. Varios motores o motores y otras cargas. Los conductores que alimentan varios motores o motores y otras cargas deben tener una ampacidad no menor a la suma de cada uno de los siguientes:

(1) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto, tal como se determina en 430-6(a).

(2) La suma de las corrientes nominales de plena carga de todos los otros motores del grupo, tal como se determina en 430-6(a).

(3) 100 por ciento de las cargas no continuas que no son motores.

(4) 125 por ciento de las cargas continuas que no son motores.

Excepción 1: Cuando uno o más de los motores del grupo se utilicen para servicio de corta duración, intermitente, periódico o variable, el valor nominal en amperes de dichos motores utilizada en la suma, se debe determinar de acuerdo con 430-22(e). En la suma se debe utilizar el motor de mayor capacidad y debe ser uno de los dos valores siguientes: valor nominal de corriente en amperes de 430-22(e) o la corriente más alta de plena carga en servicio continuo del motor multiplicada por 1.25.

Excepción 2: La ampacidad de los conductores que alimentan equipos eléctricos fijos para calefacción de ambiente, operados con motor, debe cumplir lo establecido en 424-3(b).

Excepción 3: Cuando el circuito se pueda bloquear de modo que impida el funcionamiento simultáneo de determinados motores y otras cargas, se permitirá que la ampacidad de los conductores se base en la suma de las corrientes de los motores y de las otras cargas que van a funcionar simultáneamente, y que den como resultado la mayor corriente total.

430-25. Varios motores en combinación con otras cargas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos de varios motores y de cargas combinadas, no debe ser menor a la ampacidad mínima del circuito marcada en el equipo, de acuerdo con 430-7(d). Cuando el equipo no viene cableado de fábrica y las placas individuales de características queden visibles de acuerdo con 430-7(d)(2), la ampacidad de los conductores se debe determinar de acuerdo con 430-24.

430-26. Factor de demanda del alimentador. Cuando se reduzca el calentamiento de los conductores como resultado de la operación en servicio intermitente o porque no todos los motores funcionan al mismo tiempo, los conductores del alimentador pueden tener una ampacidad menor a la especificada en 430-24, siempre que los conductores tengan una ampacidad suficiente para la carga máxima determinada de acuerdo con el tamaño y número de los motores alimentados y con las características de sus cargas y ciclos de servicio.

NOTA: Los factores de demanda determinados en el diseño de instalaciones nuevas, a menudo se pueden validar comparando con la experiencia histórica real en instalaciones similares. Con respecto a la información sobre el cálculo de las cargas y el factor de demanda.

430-27. Motores con capacitores. Cuando se instalen capacitores en los circuitos de los motores, los conductores deben cumplir lo establecido en 460-8 y 460-9.

430-28. Derivaciones del alimentador. Los conductores de derivación del alimentador deben tener una ampacidad no menor a la exigida en la Parte B, deben terminar en un dispositivo de protección del circuito derivado y además deben cumplir uno de los siguientes requisitos:

(1) Estar dentro de un controlador cerrado o en una canalización, no tener más de 3.00 metros de longitud y, para su instalación en sitio, estar protegidos en el lado de línea del conductor de derivación por un dispositivo contra sobrecorriente cuyo valor nominal o ajuste no exceda el 1000 por ciento de la ampacidad del conductor de derivación.

(2) Tener una ampacidad como mínimo de un tercio de la de los conductores del alimentador, estar adecuadamente protegidos contra daños físicos o encerrados dentro de una canalización y no tener más de 7.50 metros de longitud.

(3) Tener una ampacidad no menor a la de los conductores del alimentador.

Excepción: Las derivaciones del alimentador de más de 7.50 metros de longitud. En plantas industriales con naves de gran altura (de más de 11.00 metros de altura de las paredes) y cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que sólo personas calificadas darán mantenimiento a la instalación, se permitirá que los conductores derivados del alimentador tengan como máximo 7.50 metros de longitud medidos horizontalmente y como máximo 30.00 metros de longitud total, cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. La ampacidad de los conductores de derivación no es menor a 1/3 de la de los conductores del alimentador.

b. Los conductores de derivación terminen en un solo interruptor automático o un solo conjunto de fusibles que cumplan con:

(1) Con la Parte D, cuando los conductores del lado de la carga sean un circuito derivado, o

(2) Con la Parte E, cuando los conductores del lado de la carga sean un alimentador.

c. Los conductores de derivación estén protegidos adecuadamente contra daños físicos y están instalados en canalizaciones.

d. Los conductores de derivación sean continuos de un extremo a otro y no tengan empalmes.

e. Los conductores de derivación sean de cobre de tamaño 13.3 mm^2 (6 AWG) o de aluminio de tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayor.

f. Los conductores de derivación no penetren en paredes, pisos o plafones.

g. Las derivaciones no estén hechas a menos de 9.00 metros del piso.

430-29. Motores de corriente continua de tensión constante - Resistencias de potencia. Los conductores que conectan el controlador de un motor a resistencias de potencia utilizadas para aceleración y frenado dinámico, montadas por separado en el circuito de la armadura, deben tener una ampacidad no menor al valor calculado a partir de la Tabla 430-29 usando la corriente de plena carga del motor. Si se utiliza una resistencia de armadura en derivación, la ampacidad del conductor de la resistencia de potencia de aceleración se debe calcular con base en el total de la corriente de plena carga del motor y de la corriente de la resistencia de armadura en derivación. Los conductores de la resistencia de armadura en derivación deben tener una ampacidad no menor a la calculada a partir de la Tabla 430-29, usando la corriente nominal de la resistencia en derivación como corriente de plena carga.

Tabla 430-29.- Factores de ampacidad del conductor para resistencias de potencia

Tiempo en segundos		Ampacidad de los conductores en por ciento de la corriente a plena carga
Encendido (ON)	Apagado (OFF)	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

C. Protección contra sobrecarga de los motores y de sus circuitos derivados.

430-31. Generalidades. En la Parte C se especifican los dispositivos de protección contra sobrecarga proyectados para proteger los motores, aparatos de control de motores y conductores de los circuitos derivados de motores, contra el calentamiento excesivo debido a las sobrecargas del motor y a las fallas al arrancar.

NOTA: Véase la definición de sobrecarga en el Artículo 100.

Estas disposiciones no exigirán protección contra sobrecarga cuando una pérdida de potencia pudiera causar un riesgo, como en el caso de las bombas contra incendios.

NOTA: Para la protección de los conductores de alimentación de las bombas contra incendios, véase 695-7. Las disposiciones de la Parte C no se deben aplicar a los circuitos de motores de más de 600 volts nominales.

NOTA 1: Para una tensión mayor a 600 volts nominales, véase la Parte K.

430-32. Motores de servicio continuo.

a) De más de 746 watts (1 hp). Todos los motores de servicio continuo de más de 746 watts (1 hp nominal) deben estar protegidos contra sobrecargas por uno de los medios indicados en (1) hasta (4) siguientes:

1) Dispositivo separado de protección contra sobrecarga. Un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que sea sensible a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare o debe tener valor nominal no mayor al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga, de la placa de características del motor:

Motores con un factor de servicio marcado de 1.15 ó más	125 por ciento
Motores con un aumento de temperatura marcado de 40 °C o menos	125 por ciento
Todos los demás motores	115 por ciento

Se permitirá modificar estos valores tal como lo establece 430-32(c). En los motores de velocidades múltiples, se debe considerar por separado la conexión de cada devanado. Cuando un dispositivo separado de protección contra sobrecarga de un motor esté conectado de modo que no conduzca la corriente total indicada en la placa de características del motor, como en el caso de un motor con arranque en estrella - delta, en el equipo debe estar claramente marcado el porcentaje de la corriente de la placa de características que se aplica a la selección o ajuste del dispositivo contra sobrecarga, o lo deberá tener en cuenta la tabla de selección dada por el fabricante.

NOTA: Cuando haya instalados capacitores en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, para la corrección del factor de potencia, véase 460-9.

2) Protector térmico. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para su uso con el motor que protege, con el fin de evitar el sobrecalentamiento peligroso del motor debido a la sobrecarga y a las fallas al arrancar. La corriente máxima de disparo en un motor protegido térmicamente no debe superar los siguientes porcentajes de la corriente de plena carga del motor, presentados en las Tablas 430-248, 430-249 y 430-250:

Corriente de plena carga del motor de 9 amperes o menos	170 por ciento
Corriente de plena carga del motor entre 9.1 y 20 amperes inclusive	156 por ciento
Corriente de plena carga del motor mayor a 20 amperes	140 por ciento

Si el dispositivo de interrupción de corriente del motor está separado de él y su circuito de control es operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, resulte en una interrupción de la corriente del motor.

3) Integrado al motor. Se permitirá instalar un dispositivo de protección integrado al motor que lo proteja contra los daños debidos a las fallas al arrancar, si el motor forma parte de un ensamble aprobado que normalmente no somete al motor a sobrecargas.

4) De más de 1120 kilowatts (1500 caballos de fuerza). Para motores de más de 1120 kilowatts (1500 hp), un dispositivo de protección con detectores de temperatura incorporados en el motor que cause la interrupción del paso de corriente cuando el motor alcance un aumento de la temperatura por encima del marcado en la placa de características, para una temperatura ambiente de 40 °C.

b) De 746 watts (1 hp) o menos con arranque automático. Un motor de 746 watts (1 hp) o menos con arranque automático debe estar protegido contra sobrecarga por uno de los siguientes medios:

1) Dispositivo separado de protección contra sobrecarga. Por un dispositivo separado de protección contra sobrecarga que cumpla con los requisitos de 430-32(a)(1). En los motores de velocidades múltiples se debe considerar por separado la conexión de cada devanado. Se permitirá modificar estos valores de acuerdo con lo establecido en 430-32(c).

2) Protector térmico. Un protector térmico integrado con el motor, aprobado para su uso con el motor que protege, con el fin de evitar el sobrecalentamiento peligroso debido a la sobrecarga y a las fallas al arrancar. Cuando el dispositivo de interrupción de corriente del motor esté separado de él y su circuito de control esté operado por un dispositivo protector integrado en el motor, debe estar dispuesto de manera que al abrirse el circuito de control, resulte en una interrupción de la corriente del motor.

3) Integrado al motor. Se permitirá instalar un dispositivo de protección integrado con un motor, que lo proteja contra los daños debidos a las fallas al arrancar:

(1) si el motor forma parte de un ensamble aprobado que normalmente no se somete al motor a sobrecargas, o

(2) si el ensamble está equipado también con otros controles de seguridad (como los controles de combustión de seguridad de un quemador doméstico de combustible) que protejan al motor contra los daños debidos a las fallas al arrancar. Cuando el ensamble cuente con controles de seguridad que protejan al motor, esto se debe indicar en la placa de características del ensamble, que debe quedar visible después de la instalación.

4) Protegido por impedancia. Si la impedancia de los devanados del motor es suficiente para evitar el sobrecalentamiento debido a las fallas al arrancar, se permitirá que el motor esté protegido como lo especifica 430-32(d)(2)(a) para los motores con arranque manual, si el motor forma parte de un ensamble aprobado en el cual el motor se auto-limita de modo que no se llegue a sobrecalentar peligrosamente.

Muchos motores de corriente alterna de menos de 37 watts (1/20 hp), como los motores de relojes, motores en serie, etc. y también otros más grandes, como los de par, entran en esta clasificación. En ella no entran los motores de fase dividida con interruptores automáticos que desconectan los devanados de arranque.

c) Selección del dispositivo de protección contra sobrecarga. Cuando el elemento detector o el ajuste o el dimensionamiento del dispositivo de protección contra sobrecarga seleccionado de acuerdo con 430-32(a)(1) y 430-32(b)(1) no son suficientes para arrancar el motor o llevar la carga, se permitirá el uso de elementos detectores de mayor tamaño o incrementos en los ajustes o el dimensionamiento, siempre que la corriente de disparo del dispositivo de protección contra sobrecarga no exceda los siguientes porcentajes del valor nominal de corriente de plena carga, de la placa de características del motor:

Motores con un factor de servicio marcado de 1.15 o más	140 por ciento
Motores con un aumento de temperatura marcado de 40 °C o menos	140 por ciento
Todos los demás motores	130 por ciento

El dispositivo de protección contra sobrecarga debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga, si no está derivado durante el periodo de arranque del motor, tal como se establece en 430-35.

NOTA: Un relevador de sobrecarga Clase 20 o Clase 30 proporcionará un tiempo más prolongado de aceleración del motor que uno de Clase 10 o Clase 20 respectivamente. El uso de relevadores de sobrecarga de clase más alta puede evitar la necesidad de seleccionar una corriente de disparo más alta.

d) De 746 watts (1 hp) o menos con arranque no automático.

1) Instalado permanentemente. La protección contra sobrecarga debe estar de acuerdo con 430-32(b).

2) Instalado no permanentemente.

a. Al alcance de la vista desde el controlador. Se permitirá que la protección contra sobrecarga sea proporcionada por el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado; sin embargo, tal dispositivo de protección del circuito derivado no debe ser mayor que el especificado en la Parte D del Artículo 430.

Excepción: Se permitirá instalar un motor de este tipo en un circuito derivado a 120 volts nominales, protegido a no más de 20 amperes.

b. Fuera del alcance de la vista desde el controlador. La protección contra sobrecarga debe estar de acuerdo con 430-32(b).

e) Secundarios de rotor devanado. Se permitirá que los circuitos secundarios de motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos conductores, controladores, resistencias, etc., estén protegidos contra sobrecargas por el dispositivo contra sobrecarga del motor.

430-33. Motores de servicio intermitente y similares. Se permitirá que un motor, utilizado para una condición que es inherentemente de servicio de corta duración, intermitente, periódica o variable, como se indica en la Tabla 430-22(e), esté protegido contra sobrecargas por el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que el valor nominal o ajuste del dispositivo protector no exceda los valores indicados en la Tabla 430-52. Todas las aplicaciones de los motores se deben considerar como de servicio continuo, excepto si la naturaleza del aparato accionado por el motor es tal que éste no puede funcionar continuamente con carga bajo ninguna condición de uso.

430-35. Derivación durante el periodo de arranque.

a) Arranque no automático. Para un motor que no es arrancado automáticamente, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecarga sea derivado o se desconecte del circuito durante el periodo de arranque del motor, si el dispositivo mediante el cual la protección contra sobrecarga se pone en derivación o se desconecta, no se pueda dejar en la posición de arranque y si los fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, tienen un valor nominal o un valor de ajuste no mayor al 400 por ciento de la corriente de plena carga del motor, y están ubicados en el circuito de modo que sean operativos durante el periodo de arranque del motor.

b) Arranque automático. Si el motor es arrancado automáticamente, el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor no se debe poner en derivación ni desconectar durante el período de arranque.

Excepción: Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor se ponga en derivación o se desconecte durante el período de arranque en un motor que sea arrancado automáticamente, cuando:

a. El periodo de arranque del motor sea mayor que el tiempo de retardo de los dispositivos disponibles de protección contra sobrecarga del motor, y

b. Se proporcionan los medios aprobados para:

(1) Detectar la rotación del motor y prevenir automáticamente la conexión en derivación o la desconexión en el evento de que el motor falle al arrancar, y

(2) Limitar el tiempo de derivación o de desconexión de la protección contra sobrecarga a un tiempo menor que el nominal de rotor bloqueado del motor protegido, y

(3) Prevenir la parada y el rearranque manual del motor si éste no alcanza su condición de funcionamiento normal.

430-36. Fusibles - en cuáles conductores. Cuando se empleen fusibles para proteger a los motores contra sobrecargas, se debe insertar un fusible en cada conductor de fase y además en el conductor puesto a tierra, si el sistema de alimentación es de corriente alterna, trifásico y 3 hilos, con un conductor puesto a tierra.

430-37. Dispositivos diferentes de fusibles - en cuáles conductores. Cuando se proteja un motor contra sobrecarga mediante dispositivos que no sean fusibles, el número mínimo permisible y la ubicación de las unidades de sobrecarga, como bobinas de disparo o relevadores, se determinan de acuerdo con la Tabla 430-37.

430-38. Número de conductores abiertos por el dispositivo de protección contra sobrecarga. Los dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores, distintos de los fusibles o protectores térmicos, deben abrir simultáneamente un número suficiente de conductores de fase para que se interrumpa el flujo de corriente al motor.

430-39. Controlador del motor como protección contra sobrecarga. También se permitirá usar un controlador de motor como protección contra sobrecarga si el número de unidades de sobrecarga cumple con lo establecido en la Tabla 430-37 y si esas unidades operan tanto durante el arranque como durante el funcionamiento del motor, en el caso de un motor de corriente continua, y durante el funcionamiento del motor en el caso de un motor de corriente alterna

Tabla 430-37.- Dispositivos de sobrecarga para protección del motor

Tipo de motor	**Sistema de alimentación**	**Número y ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecarga tales como bobinas de disparo o relevadores**
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	De dos hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua ninguno puesto a tierra.	1 en cualquier conductor.
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	De dos hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua, un conductor puesto a tierra.	1 en el conductor de fase.
Monofásico de corriente alterna o corriente continua	3 hilos, una fase de corriente alterna o corriente continua, con conductor del neutro puesto a tierra.	1 en cualquier conductor de fase.
Monofásico de corriente alterna	Cualquiera de las tres fases	1 en el conductor de fase.
Dos fases de corriente alterna	3 hilos, dos fases ninguno puesto a tierra.	2, uno en cada fase.
Dos fases de corriente alterna	3 hilos, dos fases de corriente alterna, con un conductor puesto a tierra.	2 en los conductores de fase.
Dos fases de corriente alterna	4 hilos, dos fases de corriente alterna, puesto a tierra .o no puesto a tierra	2, 1 por cada fase en los conductores de fase.
Dos fases de corriente alterna	Neutro puesto a tierra o 5 hilos, dos fases de corriente alterna, no puesto a tierra.	2, 1 por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra.
Trifásico de corriente alterna	Cualquiera de las tres fases	3, 1 en cada fase *

*__Excepción:__ No se requerirá una unidad de protección contra sobrecarga en cada fase cuando se proporcione protección contra sobrecarga por otros medios aprobados.

430-40. Relevadores de sobrecarga. Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para la protección de los motores contra sobrecarga, que no sean capaces de abrir cortocircuitos o fallas a tierra, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos con valores nominales o ajustes que cumplan lo establecido en 430-52, o por un protector de motores contra cortocircuito, de acuerdo con 430-52.

Excepción: Cuando estén aprobados para su instalación en grupo y marcados con el tamaño máximo del fusible o interruptor automático de tiempo inverso mediante el cual deben estar protegidos, los dispositivos de protección contra sobrecarga se deben proteger de acuerdo con este marcado.

NOTA: Para los interruptores automáticos de disparo instantáneo o los protectores contra cortocircuito del motor, véase 430-52

430-42. Motores conectados a circuitos derivados de uso general. La protección contra sobrecarga de los motores conectados a circuitos derivados de uso general, tal como lo permite el Artículo 210, se debe brindar como se especifica en (a) hasta (d) siguientes:

a) No mayores de 746 watts (1 hp). Se permitirá conectar uno o más motores sin dispositivos individuales de protección contra sobrecarga a un circuito derivado de uso general, únicamente si la instalación cumple las condiciones limitantes especificadas en 430-32(b) y 430-32(d) y 430-53(a)(1) y (a)(2).

b) De más de 746 watts (1 hp). Se permitirá conectar motores de valor nominal mayor al especificado en 430-53(a) a circuitos derivados de uso general, únicamente cuando cada motor esté protegido por un dispositivo de protección contra sobrecarga seleccionado para proteger el motor según lo especificado en 430-32. Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar aprobados para instalarlos en grupo con los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra seleccionados de acuerdo con 430-53.

c) Conectados con cordón y clavija. Cuando un motor sea conectado a un circuito derivado por medio de una clavija a un contacto y no tenga instalado un dispositivo individual de protección contra sobrecarga como se especifica en 430-42(a), el valor nominal del contacto y de la clavija de conexión no debe ser mayor de 15 amperes a 125 volts ó 250 volts. Cuando se exija un dispositivo individual de protección contra sobrecarga según lo establece 430-42(b) para un motor o aparato operado a motor conectado al circuito derivado mediante una clavija a un contacto, el dispositivo de protección contra sobrecarga debe formar parte integral del motor o del aparato. El valor nominal de la clavija de conexión y del contacto o del conector de cordón debe determinar el valor nominal del circuito al que se puede conectar el motor, tal como se establece en 210-21(b).

d) Retardo de tiempo. El dispositivo protector del circuito derivado contra cortocircuito y fallas a tierra al cual está conectado el motor o el aparato operado a motor, debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motor arranque y acelere su carga.

430-43 Rearranque automático. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecarga de motores que pueda volver a arrancar automáticamente el motor después de dispararse, a no ser que dicho dispositivo esté aprobado para uso con el motor que protege. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecarga de motores que pueda rearrancar automáticamente un motor después de un disparo por sobrecarga, si el rearranque automático puede ocasionar lesiones a las personas.

430-44 Parada programada. Si la parada automática inmediata de un motor mediante un dispositivo de protección contra sobrecarga pudiera producir riesgos mayores o adicionales para las personas y se necesita la operación continua del motor para que la parada de los equipos o procesos sea segura, se permitirá conectar uno o varios dispositivos de detección de sobrecarga del motor que cumplan con lo establecido en la Parte C de este Artículo, a una alarma supervisada, en lugar de interrumpir inmediatamente el circuito del motor, con el fin de realizar una parada programada o tomar las medidas correctivas.

D. Protección de circuitos derivados para motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430-51. Generalidades. La Parte D especifica los dispositivos proyectados para proteger los conductores de los circuitos derivados de motores, los controladores de motores y los motores, contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra. Estas reglas complementan o modifican lo establecido en el Artículo 240. Los dispositivos especificados en la Parte D no incluyen los tipos de dispositivos exigidos en 210-8, 230-95 y 590-6. Las disposiciones de la Parte D no se deben aplicar a los circuitos de motores de más de 600 volts nominales.

NOTA 1: Para tensiones de más de 600 volts nominales, véase la Parte K.

430-52. Capacidad nominal o ajuste para circuitos de un solo motor.

a) Generalidades. Los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados de motores deben cumplir lo establecido en (b) y (c) o (d) siguientes, según sea aplicable.

b) Todos los motores. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del motor, debe ser capaz de soportar la corriente de arranque del motor.

c) Capacidad nominal o ajuste.

1) De acuerdo con la Tabla 430-52. Se debe emplear un dispositivo de protección con valor nominal o un ajuste que no exceda el valor calculado de acuerdo con los valores dados en la Tabla 430-52.

Excepción 1: Cuando los valores de los dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados determinados según la Tabla 430-52, no correspondan a los tamaños o valores nominales estándar de los fusibles, interruptores automáticos y dispositivos térmicos de protección no ajustables o posibles ajustes de disparo de los interruptores automáticos ajustables, se permitirá utilizar el tamaño, valor nominal o posible ajuste que no exceda el valor nominal estándar de corriente inmediatamente superior.

Excepción 2: Cuando el valor nominal especificado en la Tabla 430-52, o el valor nominal modificado por la Excepción 1, no sea suficiente para la corriente de arranque del motor:

(1) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible sin retardo de tiempo que no exceda de 600 amperes o de un fusible con retardo de tiempo de Clase C, pero en ningún caso debe exceder el 400 por ciento de la corriente de plena carga.

(2) Se permitirá aumentar el valor nominal de un fusible de acción retardada (de elemento dual), pero en ningún caso debe exceder el 225 por ciento de la corriente de plena carga.

(3) Se permitirá aumentar el valor nominal de un interruptor automático de tiempo inverso, pero sin que en ningún caso exceda el 400 por ciento para corrientes de plena carga de 100 amperes o menos, o el 300 por ciento para corrientes de plena carga de más de 100 amperes.

(4) Se permitirá aumentar la capacidad nominal de un fusible clasificado entre 601 a 6000 amperes, pero sin que en ningún caso exceda el 300 por ciento de la corriente de plena carga.

Tabla 430-52.- Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo[1]	Fusible de dos elementos[1] (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso[2]
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de corriente alterna distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla: diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Sincrónicos[3]	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Para algunas excepciones a los valores especificados, ver 430-54.

[1] Los valores de la columna fusible sin retardo de tiempo se aplican a fusibles de Clase CC de acción retardada.

[2] Los valores de la última columna también cubren los valores nominales de los interruptores automáticos de tiempo inverso no ajustables, que se pueden modificar como se describe en 430-52(c)(1), Excepción 1 y. 2.

[3] Los motores sincrónicos de bajo par y baja velocidad (usualmente 450 rpm o menos), como los utilizados para accionar compresores alternativos, bombas, etc. que arrancan sin carga, no requieren que el valor nominal de los fusibles o el ajuste de los interruptores automáticos sea mayor al 200 por ciento de la corriente a plena carga.

2) Tabla del relevador de sobrecarga. Cuando la capacidad nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado se muestre en la tabla que proporciona el fabricante del relevador de sobrecarga para su uso con el controlador del motor, o esté marcada de cualquier otra forma en el equipo, ese valor no se debe exceder aun cuando se permitan valores superiores en las disposiciones anteriores.

3) Interruptor automático de disparo instantáneo. Sólo se debe utilizar un interruptor automático de disparo instantáneo si es ajustable y forma parte de una combinación aprobada de motor y controlador con protección coordinada del motor contra sobrecarga y cortocircuito y falla a tierra en cada conductor, y si el ajuste se regula a no más del valor especificado en la Tabla 430-52.

NOTA: Para el propósito de este Artículo, los interruptores automáticos de disparo instantáneo pueden incorporar un amortiguador de corrientes transitorias de irrupción o de energización (Inrush current) del motor, sin disparos inconvenientes del interruptor automático.

Excepción 1: Cuando el ajuste especificado en la Tabla 430-52 no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permitirá aumentar el ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo, pero sin que en ningún caso exceda el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores distintos de los de diseño B energéticamente eficientes, ni más del 1700 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores de diseño B energéticamente eficientes. Se permitirán ajustes de disparo mayores al 800 por ciento para otros motores distintos de los del diseño B energéticamente eficientes y mayor al 1100 por ciento para los motores del diseño B energéticamente eficientes, cuando su necesidad se haya demostrado por evaluación de ingeniería. En tales casos, no será necesario aplicar primero un interruptor automático con disparo instantáneo al 800 por ciento o al 1100 por ciento.

Excepción 2: Cuando la corriente de plena carga del motor sea de 8 amperes o menos, se permitirá aumentar hasta el valor marcado en el controlador el ajuste del interruptor automático de disparo instantáneo con una corriente nominal continua de 15 amperes o menos, en una combinación aprobada de controlador de motor que proporcione protección coordinada del circuito derivado del motor contra sobrecarga, cortocircuito y fallas a tierra.

4) Motor de velocidades múltiples. Para motores de varias velocidades se permitirá instalar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra para dos o más devanados del motor, siempre que el valor nominal del dispositivo de protección no exceda los porcentajes aplicables anteriores del valor nominal en la placa de características del devanado más pequeño protegido.

Excepción: En un motor de varias velocidades se permitirá utilizar un solo dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra, dimensionado de acuerdo con la corriente de plena carga del devanado de mayor corriente, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

a. Cada devanado está equipado con protección individual contra sobrecargas dimensionada de acuerdo con su corriente de plena carga.

b. Los conductores del circuito derivado que alimentan a cada devanado están dimensionados de acuerdo con la corriente de plena carga del devanado de mayor corriente de plena carga.

c. El controlador de cada devanado tiene un valor nominal en caballos de fuerza no menor a la exigida para el devanado que posee el mayor valor nominal en caballos de fuerza.

5) Dispositivos electrónicos de potencia. Para los dispositivos electrónicos de potencia en los sistemas de controladores de motores de estado sólido se permitirá utilizar fusibles adecuados en lugar de los dispositivos aprobados en la Tabla 430-52, siempre que al lado de los fusibles se marque claramente el valor nominal de los fusibles de repuesto.

6) Controlador combinado auto-protegido. Se permitirá un controlador combinado auto-protegido aprobado, en lugar de los dispositivos especificados en la Tabla 430-52. Los ajustes de disparo instantáneo regulables no deben exceder el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes, ni más de 1700 por ciento de la corriente de plena carga de un motor, para motores de diseño B energéticamente eficientes.

NOTA: Aplicación adecuada de combinación de controladores auto-protegidos en sistemas trifásicos, distintos de los puestos a tierra sólidamente en conexión estrella, particularmente en los sistemas de conexión delta puestos a tierra en una esquina, considerados los controladores de combinación auto-protegidos de polo individual con habilidad de interrupción.

7) Protector del motor contra cortocircuito. Se permitirá un protector contra cortocircuito del motor en lugar de los dispositivos especificados en la Tabla 430-52, si dicho protector es parte de una combinación aprobada de controlador de motor que posee protección coordinada contra sobrecarga del motor y protección contra cortocircuito y fallas a tierra en cada conductor, y que abrirá el circuito a corrientes que exceden el 1300 por ciento de la corriente de plena carga del motor para motores diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes y el 1700 por ciento de la corriente de plena carga para motores de diseño B energéticamente eficientes.

d) Motores de alto par. Los circuitos derivados de los motores de alto par se deben proteger a la corriente nominal de la placa de características del motor, según 240-4(b)

430-53. Varios motores o cargas en un circuito derivado. Se permitirá conectar al mismo circuito derivado dos o más motores o uno o más motores y otras cargas, bajo las condiciones especificadas a continuación. El dispositivo de protección del circuito derivado debe tener fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso.

a) No mayor de 746 watts (1 hp). En un circuito derivado de 120 volts nominales protegido a no más de 20 amperes o en un circuito derivado de 600 volts nominales o menos, protegido a no más de 15 amperes, se permitirá conectar varios motores, ninguno de los cuales exceda de 1 hp de potencia nominal, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) La corriente nominal de plena carga de cada motor no excede los 6 amperes.

(2) No se excede el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, marcada en cualquiera de los controladores.

(3) La protección individual contra sobrecarga cumple lo establecido en 430-32.

b) Si se protege el motor de menor potencia nominal. Si se elige el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, de modo que no exceda el valor permitido en 430-52 para el motor más pequeño de valor nominal, se permitirá conectar al circuito derivado dos o más motores o uno o más motores y otra carga, siempre que cada motor tenga protección individual contra sobrecarga y cuando se pueda determinar que el dispositivo protector contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no se abrirá en las condiciones normales de servicio más fuertes que puedan darse.

c) Otras instalaciones en grupos. Se permitirá conectar dos o más motores de cualquier valor nominal o uno o más motores y otra carga, con cada motor con protección individual contra sobrecarga, a un circuito derivado cuando el controlador o controlador del motor y el dispositivo de sobrecarga: (1) estén instalados como un conjunto de fábrica aprobado y el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado sea parte del conjunto o esté especificado por el marcado en el ensamble; o (2) el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del motor, el controlador o controladores de los motores y el o los dispositivos de sobrecarga sean instalados en sitio como conjuntos separados aprobados para tal uso y con instrucciones del fabricante para usarse entre sí; y (3) se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Cada dispositivo de protección contra sobrecarga de motor esté ya sea: (a) aprobado para su instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático de tiempo inverso con valores nominales máximos especificados, o ambos, o (b) seleccionado de tal forma que el valor nominal de corriente del dispositivo de protección contra fallas a tierra y el corto circuito derivado del motor no exceda el valor nominal permitido en 430-52 para ese dispositivo individual de protección contra sobrecarga del motor y la carga del motor correspondiente.

(2) Todos los controladores de los motores estén ya sea: (a) aprobados para instalación en grupo con un fusible o con un interruptor automático con valores nominales máximos especificados, o ambos, o (b) seleccionados de tal forma que el valor nominal de corriente del dispositivo de protección contra fallas a tierra y el corto circuito derivado del motor no exceda el valor nominal permitido en 430-52 para ese controlador individual y la carga del motor correspondiente.

(3) Todos los interruptores automáticos sean del tipo de tiempo inverso y estén aprobados.

(4) El circuito derivado debe estar protegido por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso con un valor nominal que no exceda lo especificado en 430-52 para el motor de mayor valor nominal conectado al circuito derivado más una cantidad igual a la suma de los valores de corriente nominales de plena carga de todos los demás motores y los valores nominales de las otras cargas conectadas al circuito. Cuando este cálculo dé como resultado un valor nominal menor a la ampacidad de los conductores de alimentación, se permitirá aumentar el valor nominal máximo de los fusibles o del interruptor automático hasta un valor que no exceda el permitido por 240-4(b).

(5) Los fusibles del circuito derivado o los interruptores automáticos de tiempo inverso no sean mayores que los permitidos por 430-40 para el relevador de sobrecarga que protege el motor de menor valor nominal del grupo.

(6) La protección contra sobrecorriente para las cargas diferentes de las de motor debe estar de acuerdo con las Partes A hasta G del Artículo 240.

NOTA: Respecto a la impedancia y otras características del circuito, véase 110-10.

d) Derivación para un solo motor. Para las instalaciones en grupo descritas anteriormente, no se exigirá que los conductores de cualquier derivación que alimenten un solo motor, tengan un dispositivo individual de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, siempre que cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

(1) Ningún conductor al que vaya conectado el motor debe tener ampacidad menor que la de los conductores del circuito derivado.

(2) Ningún conductor al que vaya conectado el motor debe tener ampacidad menor de un tercio de la de los conductores del circuito derivado, con un mínimo de acuerdo con 430-22; los conductores a los que va conectado el dispositivo contra sobrecarga del motor no midan más de 7.50 metros de longitud y están protegidos contra daños físicos al estar encerrados en una canalización aprobada o por el uso de otros medios aprobados.

(3) Se permitirá que los conductores desde el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado hasta un controlador manual de motor, aprobado y marcado adicionalmente como “Adecuado para protección del conductor de derivación en instalaciones en grupo”, o a un dispositivo de protección del circuito derivado, tengan ampacidad no menor a un décimo del valor nominal o el ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado. Los conductores desde el controlador hasta el motor deben tener ampacidad de acuerdo con 430-22. Los conductores desde el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado deben: (1) Estar protegidos adecuadamente contra daños físicos y encerrados bien sea por un controlador cerrado o una canalización y tener una longitud máxima de 3.00 metros o tener ampacidad no menor a la de los conductores del circuito derivado.

430-54. Equipo con varios motores y cargas combinadas. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para equipos con varios motores y cargas combinadas, no debe ser mayor al valor nominal marcado en el equipo, según 430-7(d).

430-55. Protección combinada contra sobrecorriente. Se permitirá combinar en un solo dispositivo la protección contra cortocircuito, fallas a tierra y sobrecarga del circuito derivado de motores, siempre que el valor nominal o el ajuste del dispositivo proporcione la protección contra sobrecarga especificada en 430-32.

430-56. Conductores en los que se deben instalar dispositivos de protección del circuito derivado. Los dispositivos de protección de los circuitos derivados deben cumplir lo establecido en 240-15.

430-57. Tamaño del portafusibles. Cuando se utilicen fusibles para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores, los portafusibles deben ser de un tamaño no menor al necesario para alojar los fusibles especificados en la Tabla 430-52.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles que tengan un retardo de tiempo apropiado para las características de arranque del motor, se permitirá utilizar portafusibles dimensionados para ajustarse a los fusibles que se usen.

430-58. Capacidad nominal del interruptor automático. Un interruptor automático para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores, debe tener una capacidad nominal de corriente de acuerdo con 430-52 y 430-110.

E. Protección del alimentador de motores contra cortocircuito y fallas a tierra

430-61. Generalidades. En la Parte E se especifican los dispositivos de protección proyectados para proteger los conductores del alimentador de los motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra.

430-62. Capacidad o ajuste (carga del motor).

a) Carga específica. Un circuito alimentador que se utilice para la alimentación de unas cargas fijas específicas de motores y que conste de conductores dimensionados en base a 430-24, debe estar dotado de un dispositivo de protección con un valor nominal o ajuste no mayor al mayor valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado para cualquier motor alimentado por el alimentador [con base en el valor máximo permitido para el tipo específico de uno de los dispositivos protectores de acuerdo con 430-52 ó 440-22(a) para motocompresores con circuito hermético del refrigerante], más la suma de todas las corrientes de plena carga de los demás motores del grupo. Para los cálculos anteriores, cuando en dos o más de los circuitos derivados del grupo se utilice un dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado del mismo valor nominal o ajuste, uno de los dispositivos de protección se debe considerar como el de mayor corriente.

Excepción 1: Cuando se utilicen uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores para la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores, tal como lo permite 430-52(c), se debe aplicar el procedimiento descrito anteriormente para determinar el valor nominal máximo del dispositivo de protección del alimentador, con la siguiente prevención: Para efectos del cálculo, se debe asumir que todos los interruptores automáticos de disparo instantáneo o dispositivos de protección contra cortocircuito del motor tienen un valor nominal que no excede el porcentaje máximo de la corriente de plena carga del motor que permite la Tabla 430-52 para el tipo de dispositivo protector del alimentador empleado.

Excepción 2: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador también proporciona protección contra sobrecorriente para un centro de control de motores, se deben aplicar las disposiciones de 430-94.

b) Otras instalaciones. Cuando los conductores del alimentador tengan una ampacidad mayor a la exigida en 430-24, se permitirá que el valor nominal o de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador se base en la ampacidad de los conductores del alimentador.

430-63. Capacidad o ajuste - Cargas de motor y otras cargas. Cuando un alimentador alimente una carga de motor y otra carga, el dispositivo protector del alimentador debe tener un valor nominal no menor al requerido para la suma de otra carga, más las siguientes:

(1) Para un solo motor, el valor nominal permitido en 430-52.

(2) para un motocompresor hermético con refrigerante, el valor nominal permitido en 440-22.

(3) Para dos o más motores, el valor nominal permitido en 430-62.

Excepción: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador proporciona la protección contra sobrecorriente para un centro de control de motores, se deben aplicar las disposiciones de 430-94.

F. Circuitos de control de motores

430-71 Generalidades. La Parte F contiene las modificaciones a los requisitos generales que se aplican a las condiciones particulares de los circuitos de control de motores.

NOTA: Para los requisitos de las terminales de dispositivos para los equipos, véase 430-9(b).

430-72. Protección contra sobrecorriente.

a) Generalidades. Un circuito de control de motores derivado del lado de la carga de un dispositivo o dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado de motores y que funcione para controlar el motor o motores conectados a ese circuito derivado, debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con 430-72. Dicho circuito de control conectado en derivación no se debe considerar como un circuito derivado y se permitirá que esté protegido ya sea por un(os) dispositivo(s) de protección contra sobrecorriente del circuito derivado o por dispositivos complementarios. Un circuito de control de motores distinto del conectado en derivación debe estar protegido contra sobrecorriente de acuerdo con 725-43 o con las Notas de las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10, según sea aplicable.

b) Protección de los conductores. La protección contra sobrecorriente de los conductores se debe suministrar como se especifica en 430-72(b)(1) o (b)(2).

Excepción 1: Cuando la apertura del circuito de control pudiera crear una situación de peligro, como por ejemplo, el circuito de control de una bomba contra incendios y similares, los conductores de los circuitos de control requerirán solamente protección contra cortocircuitos y fallas a tierra y se permitirá que estén protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra de los circuitos derivados.

Excepción 2: Se permitirá que los conductores alimentados por el lado secundario de un transformador monofásico con secundario de sólo 2 hilos (una sola tensión) estén protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado primario (alimentación) del transformador, siempre que esa protección no exceda el valor determinado al multiplicar el valor nominal máximo adecuado del dispositivo de protección contra sobrecorriente para el conductor del secundario, según la Tabla 430-72(b), por la relación de transformación de tensión del secundario al primario. Los conductores del secundario del transformador (distintos de los de 2 hilos) no se deben considerar protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

1) Protección independiente contra sobrecorriente. Cuando el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor no brinda protección de acuerdo con 430-72(b)(2), se debe suministrar una protección independiente contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder los valores especificados en la columna A de la Tabla 430-72(b).

2) Dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Se permitirá que los conductores estén protegidos por el dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado del motor y se requerirá solamente protección contra cortocircuitos y fallas a tierra. Cuando los conductores no se extienden más allá del envolvente del equipo de control del motor, el valor nominal del(los) dispositivo de protección no debe exceder el valor especificado en la columna B de la Tabla 430-72(b). Cuando los conductores se extienden más allá del envolvente del equipo de control del motor, el valor nominal del dispositivo de protección no debe exceder el valor especificado en la columna C de la Tabla 430-72(b).

Tabla 430-72(b).- Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en amperes

Conductores del circuito de control		Columna A Regla básica		Protección brindada por el dispositivo de protección de circuitos derivados del motor			
				Columna B Conductores dentro del envolvente		Columna C Conductores que se extienden más allá del envolvente	
mm^2	AWG	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
0.824	18	7	—	25	—	7	—
1.31	16	10	—	40	—	10	—
2.08	14	Nota 1	—	100	—	45	—
3.31	12	Nota 1	Nota 1	120	—	60	—
5.26	10	Nota 1	Nota 1	160	—	90	—
Mayor que 5.26	Mayor que 10	Nota 1	Nota 1	Nota 2	Nota 2	Nota 3	Nota 3

NOTA 1. Valor especificado en 310-15, según sea aplicable.
NOTA 2. 400 por ciento del valor especificado en la Tabla 310-15(b)(17) para conductores a 60 °C.
NOTA 3. 300 por ciento del valor especificado en la Tabla 310-15(b)(16) para conductores a 60 °C.

c) Transformador del circuito de control. Cuando se suministre un transformador para el circuito de control de motores, dicho transformador debe estar protegido de acuerdo con lo siguiente:

Excepción: La protección contra sobrecorriente se debe omitir cuando la apertura del circuito de control pudiera crear una situación de riesgo, como por ejemplo, el circuito de control de un motor de una bomba contra incendios y similares.

1) Conformidad con el Artículo 725. Cuando el transformador alimenta un circuito con potencia limitada Clase 1, un circuito de control remoto Clase 2 o Clase 3 que cumple los requisitos del Artículo 725, la protección debe cumplir con el Artículo 725.

2) Conformidad con el Artículo 450. Se permitirá proporcionar la protección de acuerdo con 450-3.

3) Menos de 50 voltamperes. Se permitirá que los transformadores de circuitos de control de menos de 50 voltamperes nominales, que son parte integral del controlador del motor y que están ubicados dentro del envolvente del controlador del motor, estén protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del primario, medios de limitación por impedancia u otros medios de protección inherentes.

4) Primario de menos de 2 amperes. Cuando la corriente nominal del primario del transformador del circuito de control es menor a 2 amperes, en el circuito primario se permitirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor nominal o ajustado para máximo el 500 por ciento de la corriente nominal del primario.

5) Otros medios. Se permitirá brindar protección por otros medios aprobados.

430-73. Protección de conductores contra daños físicos. Cuando el daño al circuito de control de motores se constituya en un riesgo, todos los conductores de dicho circuito de control remoto de motores que estén fuera del propio dispositivo de control, deben estar instalados en una canalización o estar protegidos de otra manera contra daños físicos.

430-74. Disposición eléctrica de los circuitos de control. Cuando un conductor del circuito de control del motor esté puesto a tierra, ese circuito debe estar dispuesto de modo que una falla a tierra del circuito de control remoto del controlador del motor:

(1) no arranque el motor y

(2) no evite la acción de los dispositivos manuales de parada o de los dispositivos de seguridad de parada automática.

430-75. Desconexión.

a) Generalidades. Los circuitos de control del motor deben estar instalados de modo que queden desconectados de todas las fuentes de alimentación cuando los medios de desconexión estén en la posición abierta. Se permitirá que los medios de desconexión consten de dos o más dispositivos independientes, uno de los cuales desconecte el motor y el controlador de la fuente de alimentación del motor, y los demás desconecten el circuito de control de motores de su fuente de alimentación. Cuando se utilicen dispositivos separados, deben estar ubicados inmediatamente adyacentes entre sí.

Excepción 1: Cuando se requiera desconectar más de 12 conductores del circuito de control del motor, se permitirá que los medios de desconexión no estén localizados inmediatamente adyacentes entre sí, cuando se cumplen todas las condiciones siguientes:

a. El acceso a las partes energizadas esté limitado a personas calificadas, de acuerdo con la Parte L de este Artículo.

b. Se coloque una señal permanente de advertencia en el exterior de todas las puertas o cubiertas de los envolventes de equipos que den acceso a partes vivas del circuito o circuitos de control de motores, que adviertan que el medio de desconexión del circuito de control del motor está ubicado a distancia y especifique la ubicación e identificación de cada medio de desconexión. Cuando las partes energizadas no estén en un envolvente de equipos, tal como lo permiten 430-232 y 430-233, se deben colocar una o más señales adicionales de advertencia en lugar visible para las personas que puedan estar trabajando en el área donde haya partes energizadas.

Excepción 2: Se permitirá que el medio de desconexión del circuito de control del motor esté separado del medio de desconexión de la alimentación del controlador del motor, cuando la apertura de uno o más de los medios de desconexión del circuito de control del motor sea capaz de resultar en condiciones potencialmente inseguras para el personal o la propiedad, y se cumplan las condiciones de los literales (a) y (b) de la Excepción 1 anterior.

b) Transformador de control en el envolvente del controlador. Cuando se use un transformador u otro dispositivo para obtener una tensión reducida para el circuito de control del motor y esté ubicado en el envolvente del controlador, dicho transformador o dispositivo debe estar conectado al lado de la carga del medio de desconexión del circuito de control del motor.

G. Controladores de motores

430-81. Generalidades. En la Parte G se especifican los controladores adecuados para todo tipo de motores.

a) Motores estacionarios de 93 watts (⅛ hp) o menos. Se permitirá que los medios de desconexión del circuito derivado sirvan como controlador de motores estacionarios de 93 watts (⅛ hp) o menos que normalmente se dejan funcionando y que estén construidos de modo que no se puedan dañar por sobrecargas o fallas al arrancar, tal como los motores de relojes y similares.

b) Motores portátiles de 249 watts (⅓ hp) o menos. Para un motor portátil de 249 watts (⅓ hp) o menos, se permitirá que el controlador sea una clavija de conexión y un contacto o un conector de cordón.

430-82. Diseño del controlador.

a) Arranque y paro. Cada controlador debe tener la capacidad de arrancar y parar el motor que controla y de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor.

b) Autotransformador. Un arranque mediante autotransformador debe tener una posición de abierto “off”, una posición de marcha y como mínimo una posición de arranque, y debe estar diseñado de modo que no pueda permanecer en la posición de arranque o en cualquier otra posición que pueda dejar inoperante el dispositivo de protección contra sobrecarga del circuito.

c) Reóstatos. Los reóstatos deben cumplir los siguientes requisitos:

(1) Los reóstatos de arranque del motor deben estar diseñados de modo que el brazo de contacto no pueda quedar sobre segmentos intermedios. El punto o placa en la cual descansa el brazo cuando está en posición de arranque no debe estar conectado eléctricamente con la resistencia.

(2) Los reóstatos de arranque para motores de corriente continua operados desde una fuente de alimentación de tensión constante, deben estar equipados con dispositivos automáticos que interrumpan la alimentación antes de que la velocidad del motor haya caído a menos de 1/3 de su valor nominal normal.

430-83. Capacidades nominales. El controlador debe tener un valor nominal tal como se especifica a continuación bajo las condiciones especificadas.

a) Generalidades.

1) Capacidades nominales en kilowatts (hp) a la tensión de suministro. Los controladores, diferentes de los interruptores automáticos de tiempo inverso y de los interruptores de caja moldeada, deben tener una capacidad nominal, a la tensión de suministro, no menor a la potencia nominal del motor.

2) Interruptor automático. Se permitirá como controlador para todos los motores un interruptor automático de tiempo inverso del circuito derivado, clasificado en amperes. Cuando este interruptor automático se usa también para protección contra sobrecarga, debe cumplir con las disposiciones correspondientes de este Artículo concernientes a la protección contra sobrecarga.

3) Interruptor de caja moldeada. Se permitirá un interruptor de caja moldeada clasificado en amperes como controlador para todos los tipos de motores.

b) Motores pequeños. Se permitirá instalar como controladores dispositivos como los especificados en 430-81(a) y (b).

c) Motores estacionarios de 1.5 kilowatts (2 hp) o menos. Para los motores estacionarios de 2 caballos de fuerza nominales o menos y 300 volts o menos, se permitirá que funcione como controlador cualquiera de los siguientes:

(1) Un interruptor para uso general con un valor nominal en amperes no menor al doble del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(2) En circuitos de corriente alterna, un interruptor de acción rápida para uso general, adecuado solamente para uso en corriente alterna (no interruptores de acción rápida de corriente alterna y corriente continua para uso general), cuando el valor nominal de corriente de plena carga del motor no es mayor del 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperes.

d) Motores de alto par. Para motores de alto par, el controlador debe tener un valor nominal de corriente de plena carga en servicio continuo no menor al valor nominal de corriente de la placa de características del motor. Para un controlador de motor clasificado en caballos de fuerza pero no marcado con el anterior valor nominal de corriente, el valor nominal de corriente equivalente se debe determinar a partir del valor nominal en caballos de fuerza, utilizando las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250.

e) Tensión nominal. Se permitirá instalar un controlador de una sola tensión nominal, por ejemplo, 240 volts ó 480 volts, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda el valor nominal de tensión del controlador. Si el controlador fuera de tensión dual, por ejemplo: 120/240 volts ó 480Y/277 volts, sólo se debe instalar en un circuito sólidamente puesto a tierra cuya tensión nominal entre cualquier conductor y tierra no sea mayor al menor de los dos valores de valor nominal del controlador, y la tensión nominal entre dos conductores cualesquiera no exceda el valor más alto del valor nominal de tensión del controlador.

430-84. No es necesario que abra todos los conductores. No se exigirá que el controlador abra todos los conductores del motor.

Excepción: Cuando el controlador se utilice también como medio de desconexión, debe abrir todos los conductores de fase del motor, según establece 430-111.

430-85. En conductores puestos a tierra. Se permitirá que un polo del controlador esté ubicado en un conductor puesto a tierra permanentemente, siempre que el controlador esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin que se abran simultáneamente todos los demás conductores del circuito.

430-87. Número de motores alimentados por cada controlador. Cada motor debe tener su propio controlador individual.

Excepción 1: Para motores de 600 volts nominales o menos, se permitirá utilizar un solo controlador de valor nominal no menor al valor en caballos de fuerza equivalente de todos los motores del grupo, determinada de acuerdo con 430-110(c)(1), bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas, montacargas y aparatos similares.

(2) Cuando un grupo de motores esté protegido por un solo dispositivo de sobrecorriente, como se permite en 430-53(a).

(3) Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto al alcance de la vista desde la ubicación del controlador.

Excepción 2: Se permitirá que el medio de desconexión del circuito derivado que sirve como controlador, tal como lo permite 430-81(a), alimente a más de un motor.

430-88. Motores de velocidad ajustable. Los motores de velocidad ajustable que son controlados por medio de un regulador de campo, deben estar equipados y conectados de modo que no se puedan arrancar con un campo reducido.

Excepción: Se permitirá arrancar con un campo reducido, cuando el motor esté diseñado para arrancar de esa forma.

430-89. Limitación de la velocidad. Las máquinas de los siguientes tipos deben estar provistas de dispositivos u otros medios limitadores de velocidad:

(1) Motores de corriente continua excitados separadamente.

(2) Motores en serie.

(3) Grupos motor - generador y convertidores que puedan ser accionados a una velocidad excesiva del lado de corriente continua, ya sea por invertirse el sentido de la corriente o por una reducción de la carga.

Excepción: No se exigirán dispositivos o medios de limitación de velocidad separados bajo ninguna de las condiciones siguientes:

(1) Cuando las características intrínsecas de las máquinas, del sistema o de la carga y sus conexiones mecánicas sean tales que limiten la velocidad con seguridad.

(2) Cuando la máquina esté siempre bajo el control manual de un operario calificado.

430-90. Combinación de portafusibles y desconectador como controlador. El valor nominal de cualquier combinación de portafusibles y desconectador que se utilice como controlador de un motor debe ser tal que el portafusibles admita el tamaño de fusible especificado en la Parte C de este Artículo para la protección contra sobrecargas del motor.

Excepción: Cuando se utilicen fusibles con un tiempo de retardo adecuado para las características de arranque del motor, se permitirá utilizar portafusibles de menor tamaño al especificado en la Parte C de este Artículo.

H. Centros de control de motores

430-92. Generalidades. La Parte H trata de los centros de control de motores instalados para el control de motores, alumbrado y circuitos de potencia.

430-94. Protección contra sobrecorriente. Los centros de control de motores deben estar dotados con protección contra sobrecorriente de acuerdo con las Partes A, B y G del Artículo 240. El valor nominal en amperes o el ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe exceder el valor nominal de la barra conductora común de potencia. Esta protección debe ser proporcionada por:

(1) Un dispositivo de protección contra sobrecorriente ubicado antes del centro de control de motores o

(2) un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente ubicado dentro del centro de control de motores.

430-95. Equipo de acometida. Si se utiliza como equipo de acometida, cada centro de control de motores debe estar equipado de un solo medio principal de desconexión que desconecte todos los conductores de fase de acometida.

Excepción: Se permitirá un segundo medio de desconexión de acometida para alimentar equipos adicionales.

Cuando se proporcione un conductor puesto a tierra, el centro de control de motores debe tener un puente de unión principal, dimensionado de acuerdo con 250-28(d), dentro de una de las secciones para la conexión del conductor puesto a tierra, en el lado de alimentación, a la barra conductora de puesta a tierra de equipos del centro de control de motores.

Excepción: Se permitirá que se conecte como se indica en 250-36 los sistemas con neutro puesto a tierra a través de una alta impedancia.

430-96. Puesta a tierra. Los centros de control de motores que consten de varias secciones deben estar conectados entre sí con un conductor de puesta a tierra de equipos o a una barra equivalente de puesta a tierra de equipos dimensionada de acuerdo con la Tabla 250-122. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deben conectar a esta barra de puesta a tierra de equipos o a un punto terminal de puesta a tierra instalado en un centro de control de motores de una sola sección.

430-97. Barras colectoras y conductores.

a) Soporte y disposición. Las barras colectoras deben estar protegidas contra daños físicos y sostenidas firmemente en su sitio. En una sección vertical sólo deben estar ubicados los conductores proyectados para terminar en esa sección, además de los necesarios para las interconexiones y el alambrado de control.

Excepción: Se permitirá que los conductores atraviesen horizontalmente las secciones verticales siempre que estén separados de las barras colectoras, por una barrera.

b) Disposición de las fases. La disposición de las fases en las barras conductoras comunes de potencia trifásica, horizontales y verticales, debe ser A, B y C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha vistas desde la parte frontal del centro de control de motores. La fase B debe ser la fase que tiene la mayor tensión a tierra en sistemas trifásicos 4 hilos conectados en delta. Se permitirán otras disposiciones de las barras colectoras para adiciones a instalaciones existentes, y se deben marcar.

Excepción: Se permitirá que las unidades montadas por detrás conectadas a una barra conductora vertical que es común a las unidades montadas por el frente, tengan las fases en orden C, B, A, siempre que estén debidamente identificadas.

c) Espacio mínimo para el doblado de los cables. El espacio mínimo para el doblado de las terminales en el centro de control de motores y el espacio mínimo en las canales, deben ser los requeridos en el Artículo 312.

d) Separación. La separación entre las terminales de la barra conductora del centro de control de motores y otras partes metálicas desnudas, no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 430-97.

e) Barreras. En todos los centros de control de motores de acometida se deben instalar barreras que separen las barras colectoras de acometida y las terminales del resto del centro de control de motores.

Tabla 430-97.- Espacio mínimo entre partes metálicas desnudas

Tensión nominal	Entre partes vivas de polaridad opuesta.		Partes vivas a tierra
	Sobre la superficie	Libres en el aire	
	milímetros		
120 volts nominales máximo	19	12	12
250 volts nominales máximo	31	19	12
600 volts nominales máximo	51	25	25

430-98. Marcado.

a) Centros de control de motores. Los centros de control de motores deben estar marcados según 110-21, y tales marcas deben estar claramente visibles después de la instalación. Las marcas deben incluir también el valor nominal de corriente de las barras conductoras comunes de potencia y el valor nominal de cortocircuito del centro de control de motores.

b) Unidades de control de motores. Las unidades de control de motores instaladas en un centro de control de motores deben cumplir lo establecido en 430-8.

I. Medios de desconexión

430-101. Generalidades. La Parte I está prevista para exigir los medios de desconexión capaces de desconectar los motores y controladores del circuito.

NOTA 1: Véase la Figura 430-1.

NOTA 2: Para la identificación de los medios de desconexión, véase 110-22.

430-102. Ubicación.

a) Controlador. Se debe proporcionar un medio de desconexión individual para cada controlador. El medio de desconexión se debe ubicar al alcance de la vista desde el lugar en que se encuentra el controlador.

Excepción 1: En los circuitos de motores de más de 600 volts nominales, se permitirá instalar fuera del alcance de la vista desde el controlador un medio de desconexión capaz de ser bloqueado en posición abierta, siempre que el controlador esté marcado con una etiqueta de advertencia que indique la ubicación del medio de desconexión.

Excepción 2: Se permitirá un solo medio de desconexión para un grupo de controladores coordinados que accionan varias partes de una sola máquina o pieza de un aparato. El medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde los controladores, y tanto el medio de desconexión como los controladores deben estar ubicados al alcance de la vista desde la máquina o aparato.

Excepción 3: No se exigirá que el medio de desconexión esté al alcance de la vista desde ensambles de válvulas activadas por motor que contengan el controlador donde tal ubicación introduce riesgos adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad y se cumplan las condiciones de los literales (a) y (b).

a. El ensamble de válvulas activadas por motor está marcado con una etiqueta de advertencia que indica la ubicación del medio de desconexión.

b. La previsión para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

b) Motor. Se debe proporcionar un medio de desconexión para un motor de acuerdo con (b)(1) o (b)(2).

1) Desconectador independiente para el motor. Un medio de desconexión para el motor se debe ubicar al alcance de la vista desde el motor y la maquinaria accionada.

2) Desconectador controlador. Se permitirá que el medio de desconexión del controlador que se exige según 430-102(a) sirva como el medio de desconexión para el motor si está al alcance de la vista desde la ubicación del motor y de la maquinaria accionada.

Excepción para (1) y (2): No se exigirá el medio de desconexión para el motor bajo la condición (a) o la condición (b), siempre que el medio de desconexión del controlador que se exige según 430-102(a) se pueda bloquear individualmente en la posición abierta. La previsión para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión del controlador se debe instalar sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como el medio de desconexión y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

a. Cuando dicha ubicación del medio de desconexión para el motor no es factible o introduce peligros adicionales o los incrementa para las personas o la propiedad.

b. En instalaciones industriales, cuando las condiciones de mantenimiento y de supervisión garantizan por medio de procedimientos de seguridad escritos, que únicamente personas calificadas prestan servicio al equipo.

NOTA 1: Algunos ejemplos de peligros adicionales o incrementados incluyen pero no se limitan a motores con valor nominal mayor a 100 caballos de fuerza, equipos de múltiples motores, motores sumergibles, motores asociados con accionamientos de velocidad ajustable y motores ubicados en lugares (clasificados) peligrosos.

430-103. Operación. El medio de desconexión debe abrir todos los conductores de fase de la alimentación y debe estar diseñado de modo que ningún polo se pueda operar independientemente. Se permitirá que el medio de desconexión esté en el mismo envolvente con el controlador. El medio de desconexión debe estar diseñado de modo que no se pueda cerrar automáticamente.

NOTA: Para los equipos que reciben energía desde más de una fuente, véase 430-113.

430-104. Indicadores. El medio de desconexión debe indicar claramente si está en la posición abierta (off) o cerrada (on).

430-105. Conductores puestos a tierra. Se permitirá que un polo del medio de desconexión desconecte un conductor puesto permanentemente a tierra, siempre que el medio de desconexión esté diseñado de modo que el polo del conductor puesto a tierra no se pueda abrir sin desconectar simultáneamente todos los conductores del circuito.

430-107. Fácilmente accesible. Por lo menos uno de los medios de desconexión debe ser fácilmente accesible.

430-108 Todos los medios de desconexión. Cada medio de desconexión en el circuito del motor entre el punto de unión al alimentador o al circuito derivado y el punto de conexión al motor, deben cumplir los requisitos de 430-109 y 430-110.

430-109. Tipos de medios de desconexión. El medio de desconexión debe ser de uno de los tipos especificados en (a) siguiente a menos que se permita algo diferente en (b) hasta (g), bajo las condiciones especificadas.

a) Generalidades.

1) Interruptor del circuito del motor. Un interruptor aprobado de circuito de motor de valor nominal en caballos de fuerza.

2) Interruptor automático de caja moldeada. Un interruptor automático aprobado de caja moldeada.

3) Interruptor de caja moldeada. Un interruptor de caja moldeada aprobado.

4) Interruptor automático de disparo instantáneo. Un interruptor automático de disparo instantáneo que sea parte de una combinación aprobada de controlador de motor.

5) Combinación de controlador autoprotegido. Una combinación aprobada de controlador autoprotegido.

6) Controlador manual de motor. Como medios de desconexión se permitirán controladores manuales aprobados de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectadores de motores", cuando estén instalados entre el dispositivo final de protección contra cortocircuito del circuito derivado del motor y el motor. Como medios de desconexión se permitirán controladores manuales aprobados de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectadores de motores", en el lado de alimentación de los fusibles permitidos en 430-52(c)(5). En este caso, los fusibles permitidos en 430-52(c)(5) se deben considerar fusibles complementarios, y se deben instalar dispositivos adecuados de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado en el lado de alimentación de los controladores manuales de motores, marcados adicionalmente como "adecuados como desconectadores de motores".

7) Equipo de seccionamiento del sistema. El equipo de seccionamiento del sistema debe estar aprobado para fines de desconexión. El equipo de seccionamiento del sistema se debe instalar en el lado de carga de la protección contra sobrecorriente y su medio de desconexión. El medio de desconexión debe ser uno de los tipos permitidos por 430-109 (a)(1) hasta (a)(3).

b) Motores estacionarios de 93 watts (1/8 hp) o menos. Para motores estacionarios de 93 watts (1/8 hp) o menos, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado sirva como el medio de desconexión.

c) Motores estacionarios de 1.50 kilowatts (2 hp) o menos. Para motores estacionarios de 1.50 kilowatts (2 hp) o menos y 300 volts o menos, se permitirá que el medio de desconexión sea uno de los dispositivos especificados en (1), (2) o (3).

(1) Un interruptor de uso general con un valor nominal en amperes no menor al doble del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(2) En circuitos de corriente alterna, un interruptor de acción rápida para uso general adecuado solamente para uso en corriente alterna (no interruptores de acción rápida de corriente alterna y corriente continua para uso general), cuando el valor nominal de corriente de plena carga del motor no sea mayor del 80 por ciento del valor nominal del interruptor, en amperes.

(3) Un controlador manual aprobado de un motor, con un valor de potencia nominal no menor al valor nominal del motor, y marcado como "adecuado como desconectador del motor".

d) Motores con controladores tipo autotransformador. Para motores de más de 1.50 kilowatts (2 hp) hasta 74.60 kilowatts (100 hp) inclusive, se permitirá que el medio de desconexión separado exigido para un motor con un controlador de tipo autotransformador, sea un interruptor para uso general, si se cumplen todas las disposiciones siguientes:

(1) El motor acciona un generador equipado con protección contra sobrecarga.

(2) El controlador es capaz de interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor, está provisto de un relevador por falla de tensión eléctrica, y posee un dispositivo de protección contra sobrecarga del motor con ajuste no mayor que el 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

(3) En el circuito derivado del motor, se proporcionan fusibles separados o un interruptor automático de tiempo inverso con valor nominal o ajustado a máximo el 150 por ciento de la corriente de plena carga del motor.

e) Desconectador de aislamiento (seccionador). Para motores estacionarios de más de 30 kilowatts (40 hp) en corriente continua o de 75 kilowatts (100 hp) en corriente alterna, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general o un seccionador, si están marcados claramente con la advertencia: "No operar bajo carga".

f) Motores conectados con cordón y clavija. Para motores conectados con cordón y clavija, se permitirá que sirva como medio de desconexión una clavija de conexión y un contacto clasificados en caballos de fuerza, unas entradas superficiales con brida y un conector de cordón, o una clavija de conexión y un conector de cordón, cuyos valores nominales no sean menores a los del motor. No se requiere clavija de conexión, entradas superficiales con brida, contactos o conectores de cordón con valor nominal en caballos de fuerza, para un aparato conectado con cordón y clavija, de acuerdo con 422-33, un aire acondicionado para habitación, de acuerdo con 440-63, o un motor portátil con valor nominal de 248.66 watts (1/3 de hp) o menos.

g) Motores de alto par. Para los motores de alto par, se permitirá que el medio de desconexión sea un interruptor para uso general.

430-110. Capacidad nominal de corriente y capacidad de interrupción.

a) Generalidades. El medio de desconexión para los circuitos de motores de 600 volts nominales o menos debe tener un valor nominal de corriente que sea como mínimo el 115 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

Excepción: Se permitirá que un interruptor de circuito de motor, sin fusibles, con un valor nominal de potencia en caballos de fuerza no menor a la potencia del motor en caballos de fuerza, tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor.

b) Para motores de alto par. El medio de desconexión para un motor de alto par debe tener un valor nominal de corriente que sea como mínimo el 115 por ciento de la corriente que aparece en la placa de características del motor.

c) Para cargas combinadas. Cuando se usen juntos dos o más motores o cuando uno o más motores se usen en combinación con otras cargas, tales como calefactores de resistencia, y la carga combinada pueda estar simultáneamente sobre un solo medio de desconexión, el valor nominal de corriente y de potencia nominal en caballos de fuerza de la carga combinada se debe calcular como sigue:

1) Valor nominal en caballos de fuerza. El valor nominal del medio de desconexión se debe calcular sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, en la condición de plena carga y también en la condición de rotor bloqueado. Para los propósitos de este requisito, la corriente combinada a plena carga y la corriente combinada con rotor bloqueado así obtenida, se deben considerar como un solo motor de acuerdo con lo siguiente:

La corriente de plena carga equivalente al valor de potencia nominal en caballos de fuerza de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250. Estas corrientes de plena carga se deben sumar al valor nominal de corriente en amperes de las demás cargas, para obtener la corriente equivalente de plena carga para la carga combinada.

La corriente con rotor bloqueado equivalente al valor de potencia nominal en caballos de fuerza de cada motor se debe seleccionar de las Tablas 430-251(a) o 430-251(b). Las corrientes con rotor bloqueado se deben sumar al valor nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente con rotor bloqueado para la carga combinada.

Cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, se permitirá utilizar la mayor suma de corrientes con rotor bloqueado de un motor o grupo de motores que se puedan arrancar simultáneamente, y las corrientes de plena carga de otras cargas concurrentes, para determinar la corriente equivalente con rotor bloqueado, de las cargas combinadas simultáneamente. En los casos en que se obtienen corrientes nominales diferentes al aplicar estas tablas, se debe utilizar el valor más grande obtenido.

Excepción: Cuando parte de la carga concurrente es una carga resistiva y cuando el medio de desconexión es un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza y en amperes, se permitirá que el interruptor utilizado tenga un valor de potencia nominal en caballos de fuerza no menor a la carga combinada de los motores, siempre que el valor nominal del interruptor en amperes no sea menor que la corriente con rotor bloqueado del motor o motores más la carga resistiva.

2) Valor nominal en amperes. El valor nominal en amperes del medio de desconexión no debe ser menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes de la condición de plena carga determinada de acuerdo con 430-110(c)(1).

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusibles, con un valor de potencia nominal en caballos de fuerza igual o mayor a la potencia equivalente de las cargas combinadas, determinada de acuerdo con 430-110(c)(1), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes de la condición de plena carga.

3) Motores pequeños. Para los motores pequeños no tratados en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250, se debe asumir que la corriente con rotor bloqueado es seis veces la corriente de plena carga.

430-111 Desconectador o interruptor automático utilizado como controlador y como medio de desconexión. Se permitirá utilizar como controlador y como medio de desconexión un desconectador o interruptor automático que cumpla lo establecido en 430-111(a) y que sea de uno de los tipos especificados en 430-111(b).

a) Generalidades. El desconectador o interruptor automático cumple los requisitos para controladores especificados en 430-83, abre todos los conductores de fase del motor, y está protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente (el cual se permitirá que sea los fusibles del circuito derivado) en cada conductor de fase. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege al controlador, sea parte del conjunto del controlador, o sea separado. Un controlador de tipo autotransformador se debe suministrar con un medio de desconexión separado.

b) Tipo. El dispositivo debe ser de uno de los tipos especificados a continuación:

(1) Interruptor de ruptura en aire. Un interruptor de ruptura en aire que se accione directamente al jalar de una palanca o manija.

(2) Interruptor automático de tiempo inverso. Un interruptor automático de tiempo inverso que se accione directamente al jalar de una palanca o manija. Se permitirá que el interruptor automático sea operable tanto manualmente como eléctricamente.

(3) Interruptor en aceite. Un interruptor en aceite usado en un circuito cuyo valor nominal no exceda los 600 volts o 100 amperes, en un circuito que exceda ese valor, cuando esté supervisado por personal experto. Se permitirá que el interruptor en aceite sea operable tanto manualmente como eléctricamente.

430-112. Motores con un solo medio de desconexión. Cada motor debe estar equipado con un medio de desconexión individual.

Excepción: Se permitirá que un solo medio de desconexión alimente a un grupo de motores si se cumple cualquiera de las condiciones (a), (b) o (c). El medio de desconexión debe tener un valor nominal de acuerdo con 430-110(c).

(a) Cuando varios motores accionen distintas partes de una sola máquina o pieza de aparato, tales como máquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas y montacargas.

(b) Cuando un grupo de motores esté protegido por un conjunto de dispositivos para protección del circuito derivado, como lo permite 430-53(a).

(c) Cuando un grupo de motores esté ubicado en un solo cuarto al alcance de la vista desde el lugar donde se encuentran los medios de desconexión.

430-113. Energía desde más de una fuente. Los motores y los equipos accionados por motores que reciban energía eléctrica desde más de una fuente, deben estar dotados de medios de desconexión en cada una de las fuentes de alimentación, ubicado inmediatamente al lado del equipo alimentado. Se permitirá que cada fuente tenga un medio de desconexión separado.

Cuando se suministran múltiples medios de desconexión, se debe proporcionar un anuncio permanente de advertencia sobre o adyacente a cada medio de desconexión.

Excepción 1: Cuando un motor reciba energía eléctrica desde más de una fuente, no se exigirá que el medio de desconexión de la fuente principal de alimentación al motor esté colocado inmediatamente al lado del motor, siempre que el medio de desconexión del controlador pueda ser bloqueado en posición abierta.

Excepción 2: No se exigirá un medio de desconexión separado para circuitos de control remoto de Clase 2 que cumplan con el Artículo 725, que no tengan más de 30 volts nominales, estén separados y no puestos a tierra.

J. Sistemas de accionamiento de velocidad ajustable

430-120. Generalidades. Las disposiciones de instalación de las Partes A hasta I son aplicables a menos que estén modificadas o complementadas por la Parte J:

NOTA: se puede presentar resonancia eléctrica como resultado de la interacción de corrientes no sinusoidales de este tipo de carga con capacitores de corrección del factor de potencia.

430-122. Conductores - ampacidad y tamaño mínimos.

a) Conductores del alimentador/circuito derivado. Los conductores del circuito que alimentan equipos de conversión de potencia incluidos como parte de un sistema de accionamiento de velocidad ajustable deben tener una ampacidad no menor a 125 por ciento de la corriente de entrada nominal al equipo de conversión de potencia.

NOTA: El equipo de conversión de potencia puede tener valores nominales múltiples de potencia y corrientes de entradas correspondientes.

b) Dispositivo de desviación. Para un sistema de accionamiento de velocidad ajustable que utiliza un dispositivo de desviación, la ampacidad del conductor no debe ser menor a la exigida por 430-6. La ampacidad de los conductores del circuito que alimentan al equipo de conversión de potencia incluido como parte de un sistema de accionamiento de velocidad ajustable que utiliza un dispositivo de desviación debe ser la mayor de las siguientes:

(1) 125 por ciento de la corriente de entrada nominal al equipo de conversión de fuerza.

(2) 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga del motor tal como se determina en 430-6.

430-124. Protección contra sobrecarga. Se debe suministrar protección contra sobrecarga del motor.

a) Incluida en el equipo de conversión de potencia. Cuando el equipo de conversión de potencia está marcado para indicar que se incluye la protección contra sobrecarga del motor, no se exigirá protección adicional contra sobrecarga.

b) Circuitos de desviación (bypass). Para sistemas de accionamiento de velocidad ajustable que utilizan un dispositivo de desviación para permitir el funcionamiento del motor a la velocidad nominal de plena carga, se debe suministrar protección contra sobrecarga del motor, como la descrita en el Artículo 430, Parte C, en el circuito de desviación.

c) Aplicaciones con múltiples motores. Para aplicaciones con múltiples motores, se debe proporcionar protección individual contra sobrecarga del motor de acuerdo con el Artículo 430, Parte C.

430-126 Protección contra sobretemperatura del motor.

a) Generalidades. Los sistemas de accionamiento de velocidad ajustable deben proteger contra condiciones de sobretemperatura del motor cuando el motor no tiene el valor nominal para operar a la corriente nominal de la placa de características en el intervalo de velocidad exigido por la aplicación. Esta protección se debe suministrar además de la protección del conductor exigida en 430-32. La protección se debe brindar por uno de los siguientes medios:

(1) Protector térmico del motor, de acuerdo con 430-32.

(2) Sistema de accionamiento de velocidad ajustable con protección contra sobrecarga sensible a la velocidad y a la carga y memoria de retención de la temperatura a la parada o la pérdida de la energía.

Excepción para (2): Para las cargas de servicio continuo no se exigirá memoria de retención de la temperatura a la parada o la pérdida de la energía.

(3) Relevador de protección contra sobretemperatura que utilice detectores térmicos embutidos en el motor y que cumple con los requisitos de 430-32(a)(2) o (b)(2).

(4) Detector térmico embutido en el motor cuyas comunicaciones son recibidas por el sistema de accionamiento de velocidad ajustable que actúa de acuerdo a éstas.

NOTA: La relación entre la corriente del motor y la temperatura del motor cambia cuando el motor es operado por un accionamiento de velocidad ajustable. En algunas aplicaciones, el sobrecalentamiento de los motores se puede presentar cuando operan a velocidad reducida, incluso en niveles de corriente menores a la corriente nominal de plena carga de los motores. El sobrecalentamiento puede ser el resultado de la reducida refrigeración disminuida del motor cuando el ventilador montado en su eje funciona a una velocidad menor de las revoluciones por minuto de la placa de características. Como parte del análisis para determinar si se producirá sobrecalentamiento, es necesario considerar las curvas de capacidad de par continuo del motor dadas las condiciones la aplicación. Esto facilitará el determinar si la protección contra sobrecarga del motor podrá, por si misma, brindar la protección contra el sobrecalentamiento. Estos requisitos de protección contra el sobrecalentamiento están previstos únicamente para aplicaciones en las que se usan accionamientos de velocidad ajustable, tal como se define en 430-2. Para motores que emplean sistemas externos de refrigeración por líquido o aire forzado, se puede presentar sobretemperatura si el sistema de refrigeración no está funcionando.

Aunque este problema no es único de las aplicaciones de velocidad ajustable, con más frecuencia se encuentran motores con refrigeración externa con tales aplicaciones. En estos casos, se recomienda la protección contra sobretemperatura que usa la detección directa de la temperatura [por ejemplo, 430-126(a)(1), (a)(3) o (a)(4)], o deben suministrar medios adicionales para garantizar que el sistema de refrigeración esté funcionando (detección de flujo o presión, enclavamiento del sistema de accionamiento de velocidad ajustable y el sistema de refrigeración, etc.)

b) Aplicaciones de múltiples motores. Para aplicaciones de múltiples motores, se debe proporcionar protección individual contra sobretemperatura del motor, según se requiere en 430-126(a).

c) Rearranque automático y parada sistemática. Las disposiciones de 430-43 y 430-44 se deben aplicar a los medios de protección contra sobretemperatura del motor.

430-128. Medios de desconexión. Se permitirá que los medios de desconexión estén en la línea de entrada al equipo de conversión y deben tener un valor nominal no menor al 115 por ciento de la corriente nominal de entrada de la unidad de conversión.

K. Circuitos de motores de más de 600 volts nominales

430-221. Generalidades. La Parte K considera los riesgos adicionales debidos al uso de tensiones altas. Complementa o modifica las otras disposiciones de este Artículo.

430-222. Identificación de los controladores. Además del marcado que requiere 430-8, el controlador debe tener identificado la tensión de control.

430-223. Conexión de la canalización a los motores. Se permitirá emplear tubo conduit metálico flexible o tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, que no tenga más de 1.80 metros de longitud, para la conexión de las canalizaciones al envolvente de las terminales del motor.

430-224 Tamaño de los conductores. Los conductores que alimentan los motores deben tener una ampacidad no menor a la corriente a la cual se ajusta el disparo del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecarga de los motores.

430-225 Protección contra sobrecorriente del circuito del motor.

a) Generalidades. Todos los circuitos de motor deben incluir protección coordinada para interrumpir automáticamente las corrientes de falla y de sobrecarga en el motor, los conductores del circuito del motor y los aparatos de control del motor.

Excepción: Cuando un motor sea crítico para una operación y el motor deba funcionar hasta que falle, si fuera necesario, para evitar un riesgo mayor a las personas, se permitirá conectar el dispositivo de detección a un indicador o alarma supervisados, en lugar de interrumpir el circuito del motor.

b) Protección contra sobrecarga.

1) Tipo del dispositivo de protección contra sobrecarga. Todos los motores deben estar protegidos contra el calentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas al arrancar el motor, mediante un protector térmico integrado en el motor o dispositivos exteriores detectores de corriente, o ambos. Se deben determinar bajo supervisión de ingeniería los ajustes del dispositivo de protección para cada circuito de motor.

2) Motores de corriente alterna de rotor devanado. Se debe considerar que los circuitos del secundario de los motores de corriente alterna de rotor devanado, incluidos sus conductores, controladores y resistencias, clasificados para esta aplicación, están protegidos contra sobrecorriente por los medios de protección contra sobrecarga del motor.

3) Operación. La operación del dispositivo de interrupción de sobrecarga debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase.

4) Restablecimiento automático. Los dispositivos detectores de sobrecarga no se deben restablecer automáticamente después de dispararse, a menos que su restablecimiento no produzca un rearranque automático del motor o no exista riesgo para las personas si se rearranca el motor y su maquinaria conectada.

c) Protección contra corrientes de falla.

1) Tipo de protección. Todos los circuitos de motores deben estar protegidos contra corrientes de falla tal como se especifica en (1)(a) o (1)(b).

a) Un interruptor automático de un tipo y valor nominal adecuados y dispuesto de modo que pueda recibir servicio sin ningún riesgo. El interruptor automático debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase. Se permitirá que el interruptor automático detecte la corriente de falla por medio de elementos sensores integrados o externos.

b) Fusibles de un tipo y valor nominal adecuados, instalados en cada conductor de fase. Los fusibles se deben usar con un medio de desconexión adecuado, o deben ser de un tipo que permita usarlos también como el medio de desconexión. Deben estar instalados de modo que no se pueda efectuar su servicio mientras estén energizados.

2) Recierre. Los dispositivos de interrupción de la corriente de falla no deben volver a cerrar automáticamente el circuito.

Excepción: Se permitirá el recierre automático de un circuito cuando el circuito esté expuesto a fallas transitorias y cuando su recierre automático no cree peligro para las personas.

3) Protección combinada. Se permitirá que el mismo dispositivo proporcione la protección contra sobrecargas y contra corrientes de falla.

430-226. Capacidad nominal de los dispositivos de control de motores. La corriente máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente (sobrecarga) o de otros dispositivos de protección de los motores no debe exceder el 115 por ciento del valor nominal continuo de corriente del controlador. Cuando el medio de desconexión del circuito derivado del motor sea independiente del controlador, el valor nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser menor la corriente máxima de disparo de los relevadores de sobrecorriente que haya en el circuito.

430-227. Medio de desconexión. El medio de desconexión del controlador debe ser capaz de ser bloqueado en la posición abierta. La previsión para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

L. Protección de partes vivas para todas las tensiones

430-231. Generalidades. La Parte L especifica que las partes vivas deben estar protegidas de una manera que se considere adecuada para los peligros involucrados.

430-232. Donde se requiera. Las partes vivas expuestas de los motores y controladores que funcionen a 50 volts o más entre terminales, deben estar resguardadas contra contactos accidentales, mediante una envolvente o por su ubicación, como se indica a continuación:

(1) Mediante su instalación en un local o envolvente que sea accesible sólo a personas calificadas.

(2) Mediante su instalación en un balcón, galería o plataforma elevadas y que no permitan el acceso a personas no calificadas.

(3) Mediante su elevación a una altura de 2.50 metros o más sobre el piso.

Excepción: No se exigirá que las partes vivas de los motores que operan a más de 50 volts entre terminales, tengan protección adicional para motores estacionarios que tienen conmutadores, colectores y montajes de escobillas ubicados dentro de los soportes del extremo del motor y no conectados conductivamente a circuitos de alimentación que operan a más de 150 volts a tierra.

430-233. Protección para operadores. Cuando las partes vivas de los motores o controladores que funcionen a más de 150 volts a tierra, estén resguardadas contra el contacto accidental sólo por su ubicación tal como se especifica en 430-232, y cuando sea necesario hacer ajustes u otros trabajos de mantenimiento durante el funcionamiento de los aparatos, se deben instalar tapetes o tarimas aislantes de modo que la persona encargada no pueda tocar fácilmente las partes vivas a menos que esté parada sobre el tapete o la tarima aislada.

NOTA: En cuanto al espacio de trabajo, véase 110-26 y 110-34.

M. Puesta a tierra para todas las tensiones

430-241. Generalidades. La Parte M especifica la puesta a tierra de las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que se puedan llegar a energizar, de los bastidores de los motores y controladores, para evitar una tensión mayor con respecto a tierra en el caso de un contacto accidental entre las partes energizadas y los bastidores. El aislamiento, la separación o el resguardo son alternativas adecuadas para la puesta a tierra de motores bajo ciertas condiciones.

430-242. Motores estacionarios. Los armazones de los motores estacionarios se deben poner a tierra en cualquiera de las circunstancias siguientes:

(1) Cuando estén alimentados por conductores con envolvente metálico.

(2) Cuando estén en un lugar mojado y no estén aislados o resguardados.

(3) Cuando estén en un lugar (clasificado) peligroso.

(4) Si el motor funciona con algún terminal a más de 150 volts a tierra. Cuando el armazón del motor no esté puesto a tierra, debe estar aislado de la tierra en forma permanente y eficaz.

430-243. Motores portátiles. Los armazones de los motores portátiles que funcionen a más de 150 volts a tierra, se deben poner a tierra o resguardar.

NOTA 1: Para la puesta a tierra de aparatos portátiles en lugares no residenciales, véase 250-114(4).

NOTA 2: Para el color de los conductores de puesta a tierra de los equipos, véase 250-119(c).

Excepción 1: No se exigirá que las herramientas aprobadas accionadas por motor, los aparatos aprobados accionados por motor y el equipo aprobado accionado por motor estén puestos a tierra si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento debe estar marcado distintivamente.

Excepción 2: Las herramientas aprobadas accionadas por motor, los aparatos aprobados accionados por motor y el equipo aprobado accionado por motor conectados con cordón y clavija de conexión diferentes a los que se exige poner a tierra de acuerdo con 250-114.

430-244. Controladores. Las cubiertas o gabinetes de los controladores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos, independientemente de la tensión. Los envolventes de los controladores deben tener medios para conectar una terminación de un conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con 250-8.

Excepción: No se exigirá poner a tierra los envolventes unidos a equipos portátiles no puestos a tierra.

430-245. Método de puesta a tierra. La conexión al conductor de puesta a tierra de equipos se debe hacer según se especifica en la Parte F del Artículo 250.

a) Puesta a tierra a través de la caja de terminales. Cuando el alambrado a un motor conste de cables con envolvente metálico o canalizaciones metálicas, se deben instalar cajas de empalme para alojar las terminales de los motores, y la armadura del cable o las canalizaciones metálicas se deben conectar a ellas de la manera especificada en 250-96(a) y 250-97.

NOTA: Para los medios de conexión de la puesta a tierra del equipo en las cajas de terminales de los motores, véase 430-12(e).

b) Separación entre la caja de empalmes y el motor. Se permitirá que la caja de empalme exigida en 430-245(a) esté separada del motor a no más de 1.80 m, siempre que las terminales hasta el motor sean conductores trenzados dentro de un cable tipo AC, cable tipo MC de cinta metálica entrelazada, si están aprobados e identificados de acuerdo con 250-118(10)(a), o cordones armados o sean terminales trenzadas encerradas en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico pesado o tubería eléctrica metálica con Designación métrica no menor al 12 (tamaño comercial 3/8 de pulgada), con la armadura o canalización conectados tanto al motor como a la caja. Se permitirá utilizar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico pesado, para encerrar las terminales hasta el motor, siempre que esas terminales sean trenzadas y que el conductor exigido para la puesta a tierra de equipos esté conectado tanto al motor como a la caja.

Cuando se utilicen conductores terminales trenzadas, protegidas como se indica anteriormente, cada hilo dentro del conductor no deben ser de un tamaño mayor al 5.26 mm^2 (10 AWG) y deben cumplir los demás requisitos de esta NOM relativos a los conductores usados en canalizaciones.

c) Puesta a tierra de los dispositivos instalados en controladores. Los secundarios de los transformadores para instrumentos y las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente u otras partes conductoras o las cajas de los transformadores para instrumentos, medidores, instrumentos y relevadores, se deben poner a tierra tal como se especifica en 250-170 a 250-178.

N. Tablas

Tabla 430-247.- Corriente a plena carga para motores de corriente continua

Los siguientes valores de corriente a plena carga* son para motores que funcionan a su velocidad básica.

Valor nominal en		Tensión nominal de armadura		
kW	hp	120 volts	240 volts	500 volts
		Amperes		
0.19	¼	3.1	1.6	—
0.25	⅓	4.1	2	—
0.37	½	5.4	2.7	—
0.56	¾	7.6	3.8	—
0.75	1	9.5	4.7	—
1.12	1 ½	13.2	6.6	—
1.5	2	17	8.5	—
2.25	3	25	12.2	—
3.75	5	40	20	—
5.6	7 ½	58	29	13.6
7.5	10	76	38	18
11.2	15	—	55	27
14.9	20	—	72	34
18.7	25	—	89	43
22.4	30	—	106	51
29.8	40	—	140	67
37.3	50	—	173	83
44.8	60	—	206	99
56	75	—	255	123
75	100	—	341	164
93	125	—	425	205
112	150	—	506	346
149	200	—	675	330

* Estos valores son promedios para corriente continua.

Tabla 430-248.- Corriente a plena carga de motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a la velocidad usual y motores con características normales de par. Las tensiones listadas son las nominales de los motores. Las corrientes listadas deben utilizarse para sistemas de tensiones nominales. de 110 a 120 volts y de 220 a 240 volts.

kW	hp	115 volts	127 volts	208 volts	230 volts
		Amperes			
0.12	1/6	4.4	4	2.4	2.2
0.19	¼	5.8	5.3	3.2	2.9
0.25	⅓	7.2	6.5	4	3.6
0.37	½	9.8	8.9	5.4	4.9
0.56	¾	13.8	11.5	7.6	6.9
0.75	1	16	14	8.8	8
1.12	1 ½	20	18	11	10
1.5	2	24	22	13.2	12
2.25	3	34	31	18.7	17
3.75	5	56	51	30.8	28
5.6	7 ½	80	72	44	40
7.5	10	100	91	55	50

Tabla 430-249.- Corriente a plena carga para motores de dos fases de corriente alterna (4 hilos)

Los siguientes valores de corriente a plena carga corresponden a motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con correas bandas y a motores con características normales de par. La corriente en el conductor común de un sistema de dos fases de 3 hilos será de 1.41 veces el valor dado. Las tensiones relacionadas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

kW	hp	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado				
		115 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts
		Amperes				
0.37	½	4	2	1	0.8	—
0.56	¾	4.8	2.4	1.2	1	—
0.75	1	6.4	3.2	1.6	1.3	—
1.12	1 ½	9	4.5	2.3	1.8	—
1.5	2	11.8	5.9	3	2.4	—
2.25	3	—	8.3	4.2	3.3	—
3.75	5	—	13.2	6.6	5.3	—
5.6	7 ½	—	19	9	8	—
7.5	10	—	24	12	10	—
11.2	15	—	36	18	14	—
14.9	20	—	47	23	19	—
18.7	25	—	59	29	24	—
22.4	30	—	69	35	28	—
29.8	40	—	90	45	36	—
37.3	50	—	113	56	45	—
44.8	60	—	133	67	53	14
56	75	—	166	83	66	18
75	100	—	218	109	87	23
93	125	—	270	135	108	28
120	150	—	312	156	125	32
149	200	—	416	208	167	43

Tabla 430-250.- Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corrientes de plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par.

Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

kW	hp	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado. (amperes)							Tipo síncrono de factor de potencia unitario* (amperes)			
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts
0.37	½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
0.56	¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
0.75	1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1.12	1 ½	12	6.9	6.6	6	3	2.4	—	—	—	—	—
1.5	2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
2.25	3	—	11	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
3.75	5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
5.6	7 ½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
7.5	10	—	32.3	30.8	28	14	44	—	—	—	—	—
11.2	15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
14.9	20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
18.7	25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
22.4	30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
29.8	40	—	120	114	104	52	41	—	93	41	33	—
37.3	50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
44.8	60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56	75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75	100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93	125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
112	150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
150	200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
187	250	—				302	242	60	—	—	—	—
224	300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
261	350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
298	400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
336	450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
373	500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

*Para factores de potencia de 90 por ciento y 80 por ciento, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1.10 y 1.25

Tabla 430-251(a).- Conversión de corrientes monofásicas a rotor bloqueado, para la selección de los medios de desconexión y controladores de los motores, de acuerdo a los valores nominales de tensión y potencia en kW

Para su uso solamente con 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

kW	hp	Corriente monofásica máxima a rotor bloqueado		
		115 volts	208 volts	230 volts
		Amperes		
0.37	½	58.8	32.5	29.4
0.56	¾	82.8	45.8	41.4
0.75	1	96	53	48
1.12	1 ½	120	66	60
1.5	2	144	80	72
2.25	3	204	113	102
3.75	5	336	186	168
5.6	7 ½	480	265	240
7.5	10	600	332	300

Tabla 430-251(b).- Conversión de corriente polifásica máxima a rotor bloqueado, diseños B, C, y D, para la selección de medios de desconexión y controladores, determinados a partir del valor nominal de potencia en caballos de fuerza y la letra de diseño

Para su uso solamente con 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

kW	hp	Corriente máxima a rotor bloqueado, en amperes motores de dos y tres fases de diseño B, C y D*					
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts
		B, C, D y E	B, C, D y E	B, C, D y E	B, C, D y E	B, C, D y E	B, C, D y E
		Amperes					
0.37	½	40	23	22.1	20	10	8
0.56	¾	50	28.8	27.6	25	12.5	10
0.75	1	60	34.5	33	30	15	12
1.12	1 ½	80	46	44	40	20	16
1.5	2	100	57.5	55	50	25	20
2.25	3	—	73.6	71	64	32	25.6
3.75	5	—	105.8	102	92	46	36.8
5.6	7 ½	—	146	140	127	63.5	50.8
7.5	10	—	186.3	179	162	81	64.8
11.19	15	—	267	257	232	116	93
14.9	20	—	334	321	290	145	116
18.7	25	—	420	404	365	183	146
22.4	30	—	500	481	435	218	174
29.8	40	—	667	641	580	290	232
37.3	50	—	834	802	725	363	290
44.8	60	—	1001	962	870	435	348
56	75	—	1248	1200	1085	543	434
75	100	—	1668	1603	1450	725	580
93	125	—	2087	2007	1815	908	726
112	150	—	2496	2400	2170	1085	868
149	200	—	3335	3207	2900	1450	1160
186.4	250	—	—	—	—	1825	1460
223.7	300	—	—	—	—	2200	1760
261	350	—	—	—	—	2550	2040
298.3	400	—	—	—	—	2900	2320
335.6	450	—	—	—	—	3250	2600
372.9	500	—	—	—	—	3625	2900

*Los motores de diseño A no están limitados a una corriente máxima de arranque o una corriente de rotor bloqueado.

ARTICULO 440

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO Y DE REFRIGERACION

A. Generalidades

440-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a los equipos de aire acondicionado y de refrigeración accionados por motor y a los circuitos derivados y controladores de dichos equipos. En este Artículo se establecen las consideraciones especiales necesarias para los circuitos de alimentación de motocompresores herméticos de refrigeración y de todos los equipos de aire acondicionado o refrigeración alimentados desde un circuito derivado que alimenta un motocompresor hermético de refrigeración.

440-2. Definiciones.

Corriente de carga nominal. La corriente de carga nominal para un motocompresor hermético de refrigeración es la corriente resultante cuando el motocompresor es operado a la carga, tensión y frecuencia nominales del equipo que acciona.

Corriente para selección del circuito derivado. Valor en amperes que se utiliza en lugar de la corriente de la carga nominal, para calcular los valores nominales de los conductores del circuito derivado para motores, medios de desconexión, controladores y dispositivos de protección contra cortocircuito y fallas a tierra de los circuitos derivados, siempre que el dispositivo de protección en funcionamiento contra sobrecargas permita una corriente sostenida mayor al porcentaje especificado de la corriente de la carga nominal. El valor de la corriente de selección del circuito derivado será siempre igual o mayor que la corriente de carga nominal marcada.

Interruptor/detector de corriente de fuga. Dispositivo en un cordón de alimentación de fuerza o un conjunto de cordones, que detecta la corriente de fuga que fluye entre o desde los conductores del cordón e interrumpe el circuito en un nivel predeterminado de la corriente de fuga.

Motocompresor hermético de refrigeración. Combinación que consta de un motor y un compresor, ambos encerrados en la misma envolvente, sin ejes o sellos de ejes al exterior y el motor opera dentro del medio refrigerante.

440-3. Otros Artículos.

a) Artículo 430. Estas disposiciones son adicionales o modifican las disposiciones del Artículo 430 y otros Artículos de esta NOM, que se aplican excepto como se modifican en este Artículo.

b) Artículos 422, 424 ó 430. Las reglas de los Artículos 422, 424 ó 430, según el caso, se deben aplicar a los equipos de aire acondicionado y refrigeración que no incluyen un motocompresor hermético de refrigeración. Este equipo incluye dispositivos que emplean compresores de refrigeración accionados por motores convencionales, hornos con serpentines evaporadores para aire acondicionado, unidades manejadoras de aire, condensadores remotos enfriados por aire a circulación forzada, refrigeradores comerciales remotos, etc.

c) Artículo 422. Los equipos tales como los aparatos de aire acondicionado para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se deben considerar como aparatos, por lo que se les debe aplicar también las disposiciones del Artículo 422.

d) Otros Artículos aplicables. Los motocompresores herméticos de refrigeración, circuitos, controladores y equipos deben cumplir también las disposiciones de la Tabla 440-3(d).

Tabla 440-3(d).- Otros artículos

Equipo/ocupación	Artículo	Sección
• Capacitores		• 460-9
• Estudios de cine, televisión y lugares similares	• 530	
• Garajes comerciales, hangares de aviones, gasolinera estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel, procesos de aplicación por pulverización, inmersión y recubrimiento, y lugares donde se inhalen gases anestésicos	• 511, 513, 514, 515, 516 y 517 Parte D	
• Lugares peligrosos (clasificados)	• 500-503 y 505	
• Resistencias y reactancias	• 470	

440-4. Placa de datos de motocompresores herméticos de refrigeración y equipos

a) Placa de datos de motocompresores herméticos de refrigeración. Un motocompresor hermético de refrigeración debe estar dotado de una placa de datos que indique el nombre del fabricante, la marca o símbolo comercial, la designación de identificación, el número de fases, la tensión y la frecuencia. El fabricante del equipo con el que se utiliza el motocompresor debe marcar la corriente de carga nominal en amperes del motocompresor en la placa de características de éste o del equipo, o en ambas. En la placa de características de los motocompresores se debe marcar también la corriente con rotor bloqueado de cada motocompresor monofásico con una corriente de carga nominal de más de 9 amperes a 115 volts, o más de 4.50 amperes a 230 volts y de todos los motocompresores polifásicos.

Cuando se utilice un protector térmico que cumpla lo establecido en 440-52(a)(2) y (b)(2), en la placa de características del motocompresor o del equipo se deben marcar también con las palabras “Protegido térmicamente”. Cuando se utilice un sistema de protección que cumpla lo establecido en 440-52(a)(4) y (b)(4) y se suministra con el equipo, la placa de características del equipo se debe marcar también con las palabras “Sistema protegido térmicamente”. Cuando se especifique un sistema de protección que cumpla con lo establecido en 440-52(a)(4) y (b)(4), la placa de características del equipo debe estar marcada adecuadamente.

b) Equipos con varios motores y carga combinada. Los equipos con varios motores y carga combinada deben tener una placa de datos visible, marcada con el nombre del fabricante, la tensión nominal del equipo, la frecuencia y el número de fases, la ampacidad de los conductores del circuito de alimentación, el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado y el valor nominal de corriente de cortocircuito de los controladores del motor o del panel de control industrial.

La ampacidad se debe calcular de acuerdo con la Parte D, contando todos los motores y otras cargas que operen al mismo tiempo. El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no debe exceder el valor calculado según la Parte C. Si se utilizan equipos con varios motores o carga combinada conectados a dos o más circuitos, deben estar marcados con la anterior información para cada uno de los circuitos.

Excepción 1: Se permitirá que un equipo con varios motores y carga combinada que es adecuado bajo las disposiciones de este Artículo, para conectarlo a un solo circuito derivado monofásico de 15 o 20 amperes, 120 o 127 volts o de 15 amperes, 208, 220 o 240 volts, en circuito de una fase, esté marcado como una sola carga.

Excepción 2: No se exigirá marcar la ampacidad mínima de los conductores del circuito de alimentación y el valor nominal máximo del dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado, en un acondicionador de aire para habitaciones que cumpla con 440-62(a).

Excepción 3: No se exigirá que los equipos con varios motores y carga combinada usados en viviendas unifamiliares o bifamiliares, los equipos conectados con cordón y clavija de conexión, o los equipos alimentados desde un circuito derivado protegido a 60 amperes o menos, estén marcados con el valor nominal de corriente de corto circuito.

c) Corriente de selección del circuito derivado. Un motocompresor hermético de refrigeración o un equipo que incluya un compresor de ese tipo, con sistema de protección aprobado para su uso con el motocompresor que protege, y que permita una corriente permanente mayor al porcentaje especificado de la corriente de carga nominal que aparece en la placa de características dada en 440-52(b)(2) o (b)(4), debe también estar marcado con la corriente de selección del circuito derivado que cumpla lo establecido en 440-52(b)(2) o (b)(4). Este marcado lo debe proporcionar el fabricante del equipo en la(s) placa(s) de características en las que aparezca(n) la(s) corriente de carga nominal.

440-5. Marcado en los controladores. Un controlador se debe marcar con el nombre del fabricante, marca o símbolo comercial, designación de identificación, tensión, número de fases, corriente nominal de plena carga (o caballos de fuerza)y con rotor bloqueado; y con los demás datos que sean necesarios para indicar claramente el motocompresor con el cual se pueden utilizar.

440-6. Ampacidad y valor nominal. El tamaño de los conductores de los equipos a los que se refiere este Artículo, se debe seleccionar de las Tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), o calcular según 310-15, según corresponda. La ampacidad exigida para los conductores y el valor nominal de los equipos se debe determinar de acuerdo con 440-6(a) y 440-6(b).

a) Motocompresor hermético de refrigeración. Para un motocompresor hermético de refrigeración, la corriente de carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor, se debe usar para determinar la ampacidad nominal o de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo separado de protección contra sobrecarga del motor. Cuando no se indique la corriente de carga nominal en la placa de características del equipo, se debe usar la corriente de carga nominal marcada en la placa de características del motocompresor.

Excepción 1: Cuando esté así marcado, se debe usar la corriente de selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar la ampacidad o valor nominal de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador y del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.

Excepción 2: Para equipos conectados con cordón y clavija, se debe usar el dato de la placa de características de acuerdo con 440-22(b), Excepción 2.

NOTA: Véase 440-12 y 440-41 con respecto a los medios de desconexión y los controladores.

b) Equipos con varios motores. Para determinar la ampacidad o el valor nominal del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo independiente de protección contra sobrecarga del motor, en los equipos con varios motores que utilicen un motor para ventilador o soplador del tipo de inducción de polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitores, se debe usar la corriente de plena carga de dicho motor indicada en la placa de datos del equipo en el que se utilice el motor del ventilador o del soplador, en lugar de la potencia nominal en kilowatts o (en caballos de fuerza. Este dato en la placa de características del equipo no debe ser menor a la corriente indicada en la placa de características del motor del ventilador o del soplador.

440-7. Motor de potencia nominal más grande. Al determinar la conformidad con este Artículo y con las secciones 430-24, 430-53(b) y (c) y 430-62(a), se debe considerar que el motor con el mayor valor nominal (el más grande) es el que tiene la mayor corriente de carga nominal. Cuando haya dos o más motores que tengan la misma y más alta corriente de carga nominal, sólo uno de ellos se debe considerar como el motor

de más alto valor nominal de corriente (el más grande). Para motores distintos de los de motocompresores herméticos de refrigeración y los de ventiladores o sopladores, a los que se refiere 440-6(b), la corriente de plena carga usada para determinar el motor del más alto valor nominal debe ser el valor equivalente y correspondiente a la potencia nominal del motor en caballos de fuerza, seleccionado de las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250.

Excepción: Cuando así se indique, se debe usar la corriente de selección del circuito derivado en lugar de la corriente de carga nominal, para determinar cuál es el motocompresor con el valor nominal más alto (el más grande).

440-8. Una sola máquina. Para efectos de lo establecido en 430-87, Excepción y 430-112, Excepción 1, un sistema de aire acondicionado o de refrigeración se debe considerar como una sola máquina. Se permitirá que los motores estén ubicados remotamente uno del otro.

B. Medios de desconexión

440-11. Generalidades. Las disposiciones de la Parte B especifican los medios de desconexión con capacidad para desconectar los equipos de aire acondicionado y refrigeración incluidos los motocompresores y controladores.

440-12. Capacidad nominal y capacidad de interrupción.

a) Motocompresor hermético de refrigeración. Un medio de desconexión para un motocompresor hermético de refrigeración se debe seleccionar con base en la corriente de carga nominal o en la corriente de selección del circuito derivado, que aparezcan en la placa de datos, la que sea mayor, y en la corriente a rotor bloqueado, respectivamente, del motocompresor, de acuerdo con lo siguiente:

1) Valor nominal en amperes. El valor nominal en amperes debe ser como mínimo el 115 por ciento de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado, tomadas de la placa de características, la que sea mayor.

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusibles y sin portafusibles, que tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor a la potencia en caballos de fuerza equivalente determinada de acuerdo con 440-12(a)(2), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la corriente especificada.

2) Caballos de fuerza equivalentes. Para determinar los kilowatts o caballos de fuerza equivalentes de acuerdo con los requisitos de 430-109, el valor nominal en kilowatts o caballos de fuerza se debe seleccionar en las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250 correspondiente a la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, el que sea mayor, y también el valor nominal de kilowatts o caballos de fuerza según las Tablas 430-251(a) ó 430-251(b) correspondiente a la corriente de rotor bloqueado. Cuando la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado y la corriente con rotor bloqueado, de la placa de características, no correspondan a las corrientes de las Tablas 430-248, 430-249, 430-250, 430-251(a) ó 430-251(b), se debe seleccionar el valor nominal en kilowatts o caballos de fuerza correspondiente al valor inmediatamente superior. En caso de que se obtengan valores nominales diferentes en kilowatts o caballos de fuerza al aplicar estas tablas, se debe seleccionar uno que como mínimo sea igual al mayor de los valores obtenidos.

b) Cargas combinadas. Cuando la carga combinada de dos o más motocompresores herméticos de refrigeración o uno o más motocompresores herméticos de refrigeración con otros motores o cargas puedan estar conectadas simultáneamente a un solo medio de desconexión, el valor nominal del medio de desconexión se debe determinar de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

1) Valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza. El valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza del medio de desconexión se debe determinar sumando todas las corrientes, incluidas las cargas resistivas, en la condición de carga nominal y también en la condición con rotor bloqueado. Para los propósitos de este requisito, la corriente de carga nominal combinada y la corriente con rotor bloqueado combinada, así calculadas, se deben considerar como un solo motor, tal como se exige en (a) y (b) siguientes.

a. La corriente de plena carga equivalente al valor en caballos de fuerza de cada motor, diferente de los motocompresores herméticos de refrigeración, y de los motores para ventilador o soplador tratados en 440-6(b), se debe seleccionar de las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250. Estas corrientes de plena carga se deben sumar al mayor de los siguientes valores: la corriente o corrientes de los motocompresores a carga nominal o a la corriente o corrientes de selección del circuito derivado, y además al valor nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente de plena carga para la carga combinada.

b. La corriente con rotor bloqueado equivalente al valor nominal en kilowatts o en caballos de fuerza de cada motor, diferente de los motocompresores herméticos de refrigeración, se debe seleccionar de Tablas 430-251(a) ó 430-251(b), y para los motores del tipo polos sombreados o de inducción de fase dividida con capacitor para ventiladores y sopladores, identificados con la corriente con rotor bloqueado, se debe usar el valor indicado. Las corrientes con rotor bloqueado se deben sumar a la corriente o corrientes con rotor bloqueado de los motocompresores y a la corriente nominal en amperes de las demás cargas, para obtener una corriente equivalente con rotor bloqueado para la carga combinada. Un método aceptable para calcular la corriente equivalente con rotor bloqueado para la carga combinada simultánea, cuando no se puedan arrancar simultáneamente dos o más motores u otras cargas, tales como calentadores con resistencias, o ambos, debe ser el tomar las combinaciones adecuadas de las corrientes con rotor bloqueado y las corrientes de cargas nominales, o las corrientes de selección del circuito derivado, la que sea mayor.

Excepción: Cuando parte de las cargas concurrentes sea una carga resistiva y el medio de desconexión sea un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza y amperes, se permitirá que el interruptor usado tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor a las cargas combinadas de los motocompresores y otros motores en la condición de rotor bloqueado, si el valor nominal en amperes del interruptor, no es menor a esta carga con rotor bloqueado más la carga resistiva.

2) Equivalente de la corriente de plena carga. El valor en amperes nominal del medio de desconexión debe ser como mínimo el 115 por ciento de la suma de todas las corrientes en la condición de carga nominal, determinada de acuerdo con 440-12(b)(1).

Excepción: Se permitirá que un interruptor aprobado de circuito de motor, sin fusible y sin portafusibles, que tenga un valor nominal en caballos de fuerza no menor al equivalente, en caballos de fuerza, determinada de acuerdo con 440-12(b)(1), tenga un valor nominal en amperes menor al 115 por ciento de la suma de todas las corrientes.

c) Motocompresores pequeños. Para motocompresores pequeños que no tienen marcada en su placa de datos la corriente con rotor bloqueado, o para motores pequeños no incluidos en las Tablas 430-247, 430-248, 430-249 ó 430-250, se debe asumir que la corriente con rotor bloqueado es seis veces la corriente de carga nominal.

d) Medios de desconexión. Todos los medios de desconexión del circuito del motocompresor de refrigeración, instalados entre el punto de conexión al alimentador y el punto de conexión al motocompresor, deben cumplir lo establecido en 440-12.

e) Medio de desconexión con valor nominal mayor a 75 kilowatts (100 hp). Cuando la corriente con rotor bloqueado o la corriente de carga nominal, calculada según los anteriores apartados, indique que el medio de desconexión tiene un valor nominal de más de 75 kilowatts (100 hp), se debe aplicar lo establecido en 430-109(e).

440-13. Equipos conectados con cordón. Para los equipos conectados con cordón, tales como acondicionadores de aire para habitaciones, refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, se permitirá utilizar como medio de desconexión un conector separable o una clavija de conexión y un contacto.

NOTA: Con relación a los acondicionadores de aire para habitación, véase 440-63.

440-14. Ubicación. El medio de desconexión debe estar ubicado a la vista desde el equipo de aire acondicionado o de refrigeración y debe ser fácilmente accesible desde éstos. Se permitirá que el medio de desconexión esté instalado en o dentro del equipo de aire acondicionado o refrigeración. El medio de desconexión no se debe ubicar en los paneles diseñados para permitir el acceso al equipo de aire acondicionado o de refrigeración, ni de modo que la placa de características quede oculta.

Excepción 1: Cuando el medio de desconexión suministrado de acuerdo con 430-102(a), pueda ser bloqueado en la posición abierta, y el equipo de refrigeración o aire acondicionado sea esencial para un proceso industrial en una instalación con procedimientos escritos de seguridad, y cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que los equipos sólo son atendidos por personas calificadas, no se exigirá un medio de desconexión que esté a la vista desde el equipo. El medio para bloquear o agregar un bloqueo al medio de desconexión se debe instalar sobre o en el interruptor o interruptor automático y debe permanecer en su lugar con o sin el bloqueo instalado.

Excepción 2: Cuando se utilizan una clavija de conexión y un contacto como el medio de desconexión de acuerdo con 440-13, su ubicación debe ser accesible, pero no se requerirá que sea fácilmente accesible.

NOTA 1: Para otros requisitos adicionales, véase el Artículo 430 Partes G e I.

NOTA 2: Véase 110-26.

C. Protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado

440-21. Generalidades. Las disposiciones de la Parte C especifican los dispositivos proyectados para proteger los conductores del circuito derivado, aparatos de control y motores de circuitos que alimentan motocompresores herméticos de refrigeración, contra la sobrecorriente debida a cortocircuitos y fallas a tierra. Estas disposiciones son complementarias o modifican las del Artículo 240.

440-22. Aplicación y selección

a) Capacidad nominal o ajuste para motocompresores individuales. El dispositivo de protección contra cortocircuitos y fallas a tierra del circuito derivado debe ser capaz de conducir la corriente de arranque del motor. Se permitirá un dispositivo de protección cuya corriente nominal o de ajuste no exceda el 175 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor, o la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor, cuando la protección especificada no sea suficiente para la corriente de arranque del motor, se permitirá aumentar la corriente nominal o ajuste, pero sin exceder el 225 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

Excepción: No se exigirá que el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra del circuito derivado sea menor a 15 amperes.

b) Capacidad nominal o ajuste para los equipos. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado debe ser capaz de conducir la corriente de arranque de los equipos. Cuando la única carga del circuito sea un motocompresor hermético de refrigeración, la protección debe cumplir lo establecido en 440-22(a). Cuando el equipo incluya más de un motocompresor hermético de refrigeración o un motocompresor hermético de refrigeración y otros motores o cargas, la protección contra cortocircuito y fallas a tierra del equipo debe cumplir lo establecido en 430-53 y 440-22(b)(1) y (b)(2).

1) El motocompresor es la carga más grande. Cuando la carga más grande conectada al circuito sea un motocompresor hermético de refrigeración, el valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra el circuito derivado no debe exceder el valor especificado en 440-22(a) para el motocompresor más grande, más la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, la que sea mayor, de todos los demás motocompresores y las capacidades nominales de las otras cargas alimentadas.

2) El motocompresor no es la carga más grande. Cuando la carga más grande conectada al circuito no sea un motocompresor hermético de refrigeración, el valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no debe exceder un valor igual a la suma de la corriente de carga nominal o la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el mayor, el valor nominal del motocompresor, más el valor especificado en 430-53(c)(4) cuando se alimenten otras cargas de motores, o el valor especificado en 240-4, cuando solamente se alimenten cargas que no sean de motores, además del motocompresor o motocompresores.

Excepción 1: Se permitirá que un equipo conectado a un circuito derivado monofásico, que arranque y funcione a 15 ó 20 amperes, 120 volts o a 15 amperes, 208 ó 240 volts, esté protegido por el dispositivo de protección contra sobrecorriente de 15 ó 20 amperes del circuito derivado, pero si la corriente nominal máxima del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado, marcada en el equipo, es menor a estos valores, el dispositivo de protección del circuito no debe exceder el valor marcado en la placa de características del equipo.

Excepción 2: Para determinar los requisitos del circuito derivado se deben utilizar los valores nominales marcados en la placa de características de los equipos conectados con cordón y clavija, para circuitos monofásicos de máximo 250 volts, tales como refrigeradores y congeladores domésticos, enfriadores de agua potable y dispensadores de bebidas, y cada unidad se debe considerar como un solo motor, excepto si se indica otra cosa en la placa de características.

c) Valor nominal de los dispositivos de protección que no exceda los valores del fabricante. Cuando el valor nominal máximo del dispositivo de protección, que aparece en la tabla de relevadores de sobrecarga suministrada por el fabricante para uso con un controlador de motor, sea menor al valor nominal o de ajuste seleccionado de acuerdo con 440-22(a) y (b), la corriente nominal del dispositivo de protección no debe exceder los valores marcados por el fabricante en el equipo.

D. Conductores del circuito derivado

440-31. Generalidades. Las disposiciones de la Parte D y del Artículo 310 especifican la ampacidad de los conductores, necesaria para conducir la corriente del motor sin sobrecalentamiento bajo las condiciones especificadas, excepto lo modificado por 440-6(a), Excepción 1. Las disposiciones de estos Artículos no se deben aplicar a los conductores integrales de los motores, controladores de motores y similares, ni a los conductores que formen parte integral de un equipo aprobado.

NOTA: En 300-1(b) y 310-1 se establecen requisitos similares.

440-32. Un solo motocompresor. Los conductores de los circuitos derivados que alimentan un solo motocompresor deben tener una ampacidad no menor al 125 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

Para un motocompresor de arranque en estrella y funcionamiento en delta, se permitirá que la selección de los conductores del circuito derivado entre el controlador y el motocompresor se base en el 72 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor o de la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor.

NOTA: Los conductores individuales del circuito del motor de un motocompresor de arranque en estrella y funcionamiento en delta conducen el 58 por ciento de la corriente de carga nominal. El multiplicador de 72 por ciento se obtiene al multiplicar 58 por ciento por 1.25.

440-33. Motocompresor con o sin cargas adicionales de motores. Los conductores que alimenten uno o más motocompresores con o sin carga adicional, deben tener una ampacidad no menor a la suma de los valores de carga nominal o del valor de corriente nominales de selección del circuito derivado, de estos valores el que sea mayor, de todos los motocompresores, más las corrientes de plena carga de los demás motores, más el 25 por ciento de la capacidad nominal del motor o motocompresor más grande en el grupo.

Excepción 1: Cuando el circuito esté bloqueado, de manera que se impida el arranque y funcionamiento de un segundo motocompresor o grupo de motocompresores, el tamaño de los conductores se debe determinar a partir del mayor motocompresor o grupo de motocompresores que pueda estar funcionando en un momento dado.

Excepción 2: Los conductores de circuitos derivados de acondicionadores de aire para cuartos, deben estar de acuerdo con la Parte G del Artículo 440.

440-34. Cargas combinadas. Los conductores que alimenten una carga de motocompresores, adicional a otra carga de alumbrado o de aparatos, tal como se calcula en el Artículo 220 y otros Artículos aplicables, deben tener una ampacidad suficiente para la otra carga de alumbrado o de aparatos más la ampacidad necesaria para la carga del motocompresor, determinada de acuerdo con 440-33 o, si se trata de un solo motocompresor, 440-32.

Excepción: Cuando el circuito esté bloqueado, de manera que se impida la operación simultánea del motocompresor y todas las demás cargas conectadas, el tamaño de los conductores se debe determinar a partir del mayor tamaño exigido para que el motocompresor o motocompresores y otras cargas puedan operar en un momento dado.

440-35. Equipos con varios motores y cargas combinadas. La ampacidad de los conductores que alimentan equipos con varios motores y cargas combinadas, no debe ser menor a la ampacidad mínima del circuito, indicada en la placa de características del equipo, de acuerdo con 440-4(b).

E. Controladores para motocompresores

440-41. Capacidad nominal.

a) Controlador de un motocompresor. Un controlador de un motocompresor debe tener un valor nominal de corriente de plena carga y servicio continuo y un valor nominal de corriente con rotor bloqueado, no menores a la corriente de carga nominal de la placa de características o a la corriente de selección del circuito derivado, de estos dos valores el que sea mayor, y a la corriente con rotor bloqueado del motocompresor, respectivamente. Si el valor nominal del controlador del motor está dado en caballos de fuerza y no se dan uno o los dos de los anteriores valores nominales de corriente equivalente, se deben determinar a partir de los valores nominales como se indica a continuación. Se deben usar las Tablas 430-248, 430-249 ó 430-250, para determinar el valor nominal de corriente equivalente de plena carga. Y se deben usar las Tablas 430-251(a) y (b), para determinar la corriente nominal equivalente de rotor bloqueado.

b) Controlador que sirve a más de una carga. Un controlador que sirve a más de un motocompresor o a un motocompresor y otras cargas, debe tener un valor nominal de corriente de plena carga a servicio continuo y un valor nominal de corriente con rotor bloqueado no menor a las cargas combinadas, determinadas de acuerdo con 440-12(b).

F. Protección contra sobrecarga del motocompresor y del circuito derivado

440-51. Generalidades. Las disposiciones de la Parte F especifican los dispositivos proyectados para proteger el motocompresor, los aparatos de control del motor y los conductores del circuito derivado, contra el calentamiento excesivo debido a sobrecargas del motor y fallas al arrancar.

NOTA: Véase 240-4(g) con relación a las aplicaciones de las Partes C y F del Artículo 440.

440-52. Aplicación y selección

a) Protección del motocompresor. Todos los motocompresores deben estar protegidos contra sobrecargas y fallas al arrancar, por uno de los siguientes medios:

(1) Un relevador de sobrecarga separado que sea sensible a la corriente del motocompresor. Este dispositivo se debe seleccionar para que se dispare a una corriente no mayor al 140 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor.

(2) Un dispositivo de protección térmica integrado con el motocompresor, aprobado para su uso con el motocompresor que protege, de modo que prevenga el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o a fallas al arrancar. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control es operado por un dispositivo de protección integrado en el motocompresor, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se produzca una interrupción de la corriente hacia el motocompresor.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso que sea sensible a la corriente del motor, al que también se le permitirá servir como dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado. Este dispositivo debe tener un valor nominal no mayor al 125 por ciento de la corriente de carga nominal del motocompresor. Debe tener un tiempo de retardo suficiente para permitir que el motocompresor arranque y acelere su carga. El equipo o el motocompresor deben estar identificados con valor nominal máximo del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso del circuito derivado.

(4) Un sistema de protección suministrado o especificado y aprobado para su uso con el motocompresor que protege, de modo que prevenga el sobrecalentamiento peligroso debido a sobrecargas o fallas al arrancar. Si el dispositivo de interrupción de corriente está separado del motocompresor y su circuito de control es operado por un dispositivo de protección que no está integrado al dispositivo de interrupción de corriente, se debe instalar de modo que al abrirse el circuito de control se produzca una interrupción de la corriente hacia el motocompresor.

b) Protección de los aparatos de control de los motocompresores y de los conductores del circuito derivado.

Los controladores, los medios de desconexión y los conductores de los circuitos derivados de motocompresores, se deben proteger contra sobrecorrientes debidas a sobrecargas y fallas al arrancar del motor, por uno de los siguientes medios. Se permitirá que estos medios de protección sean el mismo dispositivo o sistema de protección del motocompresor, de acuerdo con 440-52(a).

Excepción: Se permitirá que la protección contra sobrecarga de los motocompresores y equipos conectados a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, estén de acuerdo con 440-54 y 440-55.

(1) Un relevador de sobrecarga seleccionado de acuerdo con 440-52(a)(1).

(2) Un protector térmico aplicado de acuerdo con 440-52(a)(2) y que no permita una corriente permanente mayor al 156por ciento de las corrientes de carga nominal o de selección del circuito derivado marcadas.

(3) Un fusible o interruptor automático de tiempo inverso, seleccionado de acuerdo con 440-52(a)(3).

(4) Un sistema de protección de acuerdo con 440-52(a)(4), que no permita una corriente permanente mayor al 156 por ciento de la corriente de carga nominal o de la corriente de selección del circuito derivado marcadas.

440-53. Relevadores de sobrecarga. Los relevadores de sobrecarga y otros dispositivos para la protección contra sobrecarga de los motores, que no son capaces de abrir cortocircuitos, deben estar protegidos por fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso cuya corriente nominal o ajuste cumplan lo establecido en la Parte C, a menos que estén identificados para su instalación en grupo o para motores con devanado dividido y marcados de modo que se indique el tamaño máximo del fusible o interruptor automático de tiempo inverso por los cuales deben estar protegidos.

Excepción: Se permitirá que el tamaño del fusible o del interruptor automático de tiempo inverso esté marcado en la placa de características de los equipos en los que se usen relevadores u otro dispositivo de protección contra sobrecarga.

440-54. Motocompresores y equipos en circuitos derivados de 15 ó 20 amperes, no conectados con cordón y clavija.

Se permitirá la protección contra sobrecarga, tal como se indica en 440-54(a) y 440-54(b), para motocompresores y equipos conectados a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, 120 volts o 15 amperes, 208 ó 240 volts, tal como se permite en el Artículo 210.

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe tener protección contra sobrecarga, seleccionada tal como se especifica en 440-52(a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar identificados para su instalación con el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado al cual esté conectado el equipo.

b) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra que protege al circuito derivado, debe tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

440-55. Motocompresores y equipos en circuitos derivados de 15 ó 20 amperes, conectados mediante cordón y clavija. Se permitirá la protección contra sobrecarga tal como se indica en 440-55(a), (b) y (c), para motocompresores y equipos conectados con cordón y clavija a circuitos derivados monofásicos de 15 ó 20 amperes, 120 volts o 15 amperes, 208 ó 240 volts, según se permite en el Artículo 210.

a) Protección contra sobrecarga. El motocompresor debe estar equipado con protección contra sobrecarga, tal como se especifica en 440-52(a). Tanto el controlador como el dispositivo de protección contra sobrecarga del motor deben estar identificados para su instalación con el dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado al cual esté conectado el equipo.

b) Capacidad de la clavija y del contacto o del conector de cordón. El valor nominal de la clavija y del contacto o del conector de cordón no debe ser mayor a 20 amperes para 120 volts o 15 amperes para 250 volts.

c) Retardo de tiempo. El dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra que protege al circuito derivado, debe tener un retardo de tiempo suficiente para permitir que el motocompresor y otros motores arranquen y aceleren sus cargas.

G. Disposiciones para acondicionadores de aire para habitación

440-60. Generalidades. Las disposiciones de la Parte G se deben aplicar a los acondicionadores de aire eléctricos para habitación, que controlan la temperatura y la humedad. Para el propósito de esta Parte G, se debe considerar que un acondicionador de aire para habitación (con o sin previsiones para calefacción) es un aparato de corriente alterna, de tipo de ventana, de consola o de pared, que se instala en la habitación que debe acondicionar y que incluye uno o más motocompresores herméticos de refrigeración. Las disposiciones de la Parte G se aplican a los equipos monofásicos hasta de 250 volts máximo y se permitirá que estos equipos estén conectados con cordón y clavija.

Un acondicionador de aire para habitación, trifásico o para más de 250 volts nominales debe ir conectado directamente a un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 y no se deben aplicar las disposiciones de la Parte G.

440-61. Puesta a tierra. Los envolventes de los acondicionadores de aire para habitación se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-110, 250-112 y 250-114.

440-62. Requisitos de los circuitos derivados.

a) Acondicionadores de aire para habitación como unidad con un solo motor. Al determinar los requisitos de sus circuitos derivados, un acondicionador de aire para habitación se debe considerar como una sola unidad de motor cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Está conectado con cordón y clavija.

(2) Su valor nominal no es mayor a 40 amperes y 250 volts, monofásico.

(3) En su placa de características se muestra la corriente total de carga nominal, en lugar de las corrientes individuales del motor.

(4) El valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado no excede la ampacidad de los conductores del circuito derivado o el valor nominal del contacto, de estos valores el que sea menor.

b) Cuando no se alimentan otras cargas. Cuando no se alimenten otras cargas, el valor nominal de corriente total marcado de los acondicionadores de aire para cuartos conectados con cordón y clavija, no debe exceder el 80 por ciento de valor nominal del circuito derivado.

c) Cuando también se alimentan unidades de alumbrado u otros aparatos. Cuando se alimenten salidas de alumbrado, otros aparatos o contactos para uso general, el valor nominal total marcado de los acondicionadores de aire para habitación, conectados con cordón y clavija, no debe exceder el 50 por ciento de valor del circuito derivado. Cuando el circuito está bloqueado para evitar el funcionamiento simultáneo del acondicionador de aire para habitación y la energización de otras salidas en el mismo circuito derivado, un acondicionador de aire para habitación conectado con cordón y clavija no debe exceder el 80 por ciento de valor nominal del circuito derivado.

440-63. Medios de desconexión. Se permitirá que la clavija de conexión y el contacto o el conector de cordón de un acondicionador de aire para habitación, monofásico a 250 volts o menos, sirvan como el medio de desconexión, si:

(1) los controles manuales del acondicionador de aire son fácilmente accesibles y están ubicados a una distancia no mayor de 1.80 metros del piso, o

(2) se instala un medio de desconexión manual, en un lugar fácilmente accesible y al alcance de la vista desde el acondicionador de aire para cuartos.

440-64. Cordones de alimentación. Cuando se utilice un cordón flexible para alimentar un acondicionador de aire para habitación, su longitud no debe ser mayor que 3.00 metros para acondicionadores de 120 volts nominales, o de 1.80 metros para una tensión nominal de 208 ó 240 volts.

440-65. Interruptor/detector de corriente de fuga e interruptor de circuito por falla de arco. Los acondicionadores de aire para habitación monofásicos conectados con cordón y clavija pueden estar equipados con este tipo de protección instalada en la fábrica. Dicha protección debe ser parte integral de la clavija de conexión o estar ubicada en el cordón de alimentación a una distancia máxima de 30 centímetros de la clavija de conexión.

ARTICULO 445

GENERADORES

445-1. Alcance. Este Artículo contiene la instalación y los requisitos para los generadores.

445-10. Ubicación. Los generadores deben ser de un tipo adecuado para el lugar donde vayan a estar instalados. Además, deben cumplir los requisitos para motores que establece 430-14.

445-11. Marcado. Todos los generadores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, la frecuencia nominal, el factor de potencia, el número de fases si son de corriente alterna, las impedancias transitoria y subtransitoria, el valor nominal en kilowatt o kilovoltampere, la tensión y corriente normales correspondientes a su valor nominal, las revoluciones por minuto nominales, la clase del sistema de aislamiento, la temperatura ambiente nominal o el aumento nominal de temperatura y su tiempo nominal de funcionamiento.

445-12. Protección contra sobrecorriente.

a) Generadores de tensión constante. Los generadores de tensión constante, excepto los excitadores de generadores de corriente alterna, deben estar protegidos contra sobrecargas por su propio diseño, con interruptores automáticos, fusibles, relevadores de protección u otro medio identificado de protección contra sobrecorriente adecuado para las condiciones de uso.

b) Generadores de 2 hilos. Se permitirá que los generadores de 2 hilos de corriente continua estén protegidos contra sobrecorriente en sólo un conductor, si el dispositivo de protección es accionado por toda la corriente generada distinta de la del campo en derivación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe abrir el campo en derivación.

c) De 65 volts o menos. Los generadores que operen a 65 volts o menos y son accionados por motores individuales, se deben considerar como protegidos por el dispositivo de protección contra sobrecorriente del motor si ese dispositivo opera cuando los generadores estén entregando no más del 150 por ciento de su corriente nominal de plena carga.

d) Sistemas compensadores. Los generadores de 2 hilos de corriente continua que se utilicen junto con sistemas compensadores para obtener puntos neutros para sistemas de 3 hilos, deben estar equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente que desconecten el sistema de 3 hilos si se produce un desequilibrio excesivo de tensiones o corrientes.

e) Generadores de 3 hilos de corriente continua. Los generadores de 3 hilos de corriente continua, ya sea con devanado compuesto o en derivación, deben estar equipados con dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada punta de la armadura y conectadas de modo que sean accionados por toda la corriente de la armadura. Dichos dispositivos de protección contra sobrecorriente deben ser interruptores automáticos bipolares y de doble bobina, o de 4 hilos conectados a las terminales principales y del compensador y que sean disparados por dos dispositivos de protección contra sobrecorriente, uno en cada punta de la armadura. Dichos dispositivos de protección deben estar bloqueados de modo que no se pueda abrir ningún polo sin que se desconecten simultáneamente del sistema las dos puntas de la armadura.

Excepción para (a) hasta (e): Cuando se considere que un generador es vital para el funcionamiento de una instalación eléctrica y debe funcionar hasta que falle, para evitar mayores riesgos a las personas, se permitirá que el dispositivo sensor de sobrecarga estén conectados a un indicador o alarma supervisados por personal autorizado, en lugar de interrumpir el circuito del generador.

445-13. Ampacidad de los conductores. La ampacidad de los conductores, desde las terminales del generador hasta el primer dispositivo de distribución que contiene protección contra sobrecorriente, no debe ser menor al 115 por ciento de la corriente nominal marcada en la placa de características del generador. Se permitirá dimensionar los conductores del neutro de acuerdo con 220-61. Los conductores que deban conducir las corrientes de falla a tierra no deben ser más pequeños de lo requerido en 250-30(a). Los conductores del neutro de generadores de corriente continua que deban conducir las corrientes de falla a tierra no deben tener un tamaño menor al tamaño mínimo requerido al conductor más grande.

Excepción: Cuando el diseño y funcionamiento del generador eviten las sobrecargas, la ampacidad de los conductores no debe ser menor al 100 por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de características del generador.

445-14. Protección de las partes vivas. Las partes vivas de los generadores que funcionen a más de 50 volts a tierra, no deben estar expuestas a contactos accidentales cuando sean accesibles a personas no calificadas.

445-15. Protección para los operadores. Cuando sea necesario para la seguridad de las personas encargadas del equipo, se deben aplicar los requisitos de 430-233.

445-16. Pasacables. Cuando los cables pasen por una abertura de un envolvente, una caja de tubo conduit o una barrera, se deben proteger de los bordes cortantes de dicha abertura mediante un pasacables. La superficie del pasacables que pueda estar en contacto con los cables, debe ser lisa y redondeada. Si el pasacables se usa en lugares donde pueda haber aceite, grasa u otros contaminantes, el pasacables debe estar hecho de un material que no resulte afectado por ellos.

445-17. Cajas de las terminales de los generadores. Las cajas de las terminales de los generadores deben cumplir con 430-12. Cuando se necesite el valor nominal en caballos de fuerza para determinar el tamaño mínimo requerido de la caja de las terminales del generador, la corriente de plena carga del generador se debe comparar con motores similares en las Tablas 430-247 hasta 430-250. Se debe usar el valor nominal en caballos de fuerza más alto de las Tablas 430-247 y 430-250 siempre que la selección del generador esté entre dos valores nominales.

445-18. Medios de desconexión requeridos para los generadores. Los generadores deben estar equipados con un desconectador, que se pueda bloquear en la posición abierta, por medio del cual el generador y todos los dispositivos de protección y aparatos de control se puedan desconectar completamente de los circuitos alimentados por el generador, excepto cuando se aplican las dos condiciones siguientes:

(1) El medio de accionamiento del generador que lo pueda parar fácilmente.

(2) El generador no está dispuesto para operar en paralelo con otro generador u otra fuente de tensión.

445-19. Generadores que alimentan cargas múltiples. Se permitirá que un solo generador que alimenta más de una carga o varios generadores que operan en paralelo alimente cualquiera de los siguientes elementos:

(1) Un tablero de distribución vertical con secciones separadas.

(2) Envolventes individuales con protección contra sobrecorriente derivada desde un solo alimentador para la separación y distribución de la carga si un generador es suministrado con protección contra sobrecorriente cumpliendo los requisitos de 240-15(a).

ARTICULO 450

TRANSFORMADORES Y BOVEDAS PARA TRANSFORMADORES

(INCLUIDOS LOS ENLACES DEL SECUNDARIO)

450-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de todos los transformadores.

Excepción 1: Los transformadores de corriente.

Excepción 2: Los transformadores de tipo seco que formen parte de otro aparato y cumplan los requisitos para tal aparato.

Excepción 3: Los transformadores que formen parte integral de aparatos de rayos X, de alta frecuencia o de galvanizado.

Excepción 4: Los transformadores utilizados con circuitos Clase 2 y Clase 3 que cumplan con el Artículo 725.

Excepción 5: Los transformadores de anuncios luminosos e iluminación de contorno que cumplan con el Artículo 600.

Excepción 6: Los transformadores de equipos de alumbrado por descarga eléctrica que cumplan con el Artículo 410.

Excepción 7: Los transformadores utilizados con circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan con la Parte C del Artículo 760.

Excepción 8: Los transformadores utilizados en investigación, desarrollo o pruebas cuando se hayan tomado las medidas necesarias para proteger a las personas del contacto con sus partes energizadas.

Este Artículo comprende la instalación de transformadores dedicados al suministro de potencia a instalaciones de bombas contra incendios, según las modificaciones del Artículo 695.

Este Artículo trata también de la instalación de transformadores en lugares (clasificados) peligrosos, según las modificaciones de los Artículos 501 a 504.

A. Generalidades

450-2. Definiciones. Para el propósito de este Artículo, se debe aplicar la siguiente definición.

Transformador. Mientras no se indique otra cosa en este Artículo, transformador individual, monofásico o polifásico, identificado por una sola placa de características.

450-3. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los transformadores debe cumplir (a), (b) o (c) siguientes. Tal como se usa en esta sección, la palabra transformador significará un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que funcionan como una unidad.

NOTA 1: Para la protección contra sobrecorriente de los conductores véase 240-4, 240-21, 240-100 y 240-101.

NOTA 2: Las cargas no lineales pueden aumentar el calentamiento de un transformador sin que opere su dispositivo de protección contra sobrecorriente.

a) Transformadores de más de 600 volts nominales. La protección contra sobrecorriente se debe suministrar de acuerdo con la Tabla 450-3(a).

b) Transformadores de 600 volts nominales o menos. La protección contra sobrecorriente se debe suministrar de acuerdo con la Tabla 450-3(b).

Excepción: Cuando el transformador esté instalado como un transformador del circuito de control de motores, de acuerdo con 430-72(c)(1)hasta(c)(5).

c) Transformadores de potencial. Los transformadores de potencial instalados en interiores o en envolventes, deben estar protegidos con fusibles en el primario.

NOTA: Para la protección de circuitos de instrumentos que incluyen transformadores de potencial, véase 408-52.

Tabla 450-3(a).- Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para transformadores de más de 600 volts (como porcentaje de la corriente nominal del transformador).

Limitaciones sobre el lugar	Impedancia nominal del transformador	Protección del primario, más de 600 volts		Protección del secundario (ver la Nota 2)		
				Más de 600 volts		600 volts o menos
		Interruptor automático (ver la Nota 4)	Valor nominal del fusible	Interruptor automático (ver la Nota 4)	Valor nominal del fusible	Valor nominal del interruptor automático o fusible
Cualquier lugar	No más del 6%	600% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	125% (ver Nota 1)
	Más del 6%, pero máximo el 10%	400% (ver Nota 1)	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	225% (ver Nota 1)	125% (ver Nota 1)
Lugares supervisados únicamente (ver Nota 3).	Cualquiera	300% (ver Nota 1)	250% (ver Nota 1)	No se exige	No se exige	No se exige
	No más del 6%	600%	300%	300% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)
	Más del 6% pero máximo el 10%	400%	300%	250% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)	250% (ver Nota 5)

NOTAS:

1. Cuando el valor nominal del fusible o el ajuste del interruptor automático exigido no correspondan a un valor nominal o ajuste estándares, se permitirá tomar el valor nominal o ajuste estándar inmediatamente superior.

2. Cuando se exija protección contra sobrecorriente del secundario, se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario esté compuesto por un máximo de seis interruptores automáticos o seis grupos de fusibles agrupados en un lugar. Cuando se utilicen dispositivos múltiples de protección contra sobrecorriente, el total de los valores nominales de los dispositivos no debe exceder el valor permitido para un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente. Si como dispositivo de protección contra sobrecorriente se utilizan tanto interruptores como fusibles, el total de los valores nominales del dispositivo no debe exceder el permitido para los fusibles.

3. Un lugar supervisado es aquel en que las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que solamente personal calificado supervisará y prestará servicio a la instalación de transformadores.

4. Los fusibles accionados electrónicamente que se puedan ajustar para abrir a una corriente específica se deben ajustar de acuerdo con los ajustes para interruptores automáticos.

5. Se permitirá que un transformador equipado por el fabricante con protección térmica coordinada contra sobrecarga no tenga protección independiente del secundario.

Tabla 450-3(b).- Valor nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para los transformadores de 600 volts y menos (como un porcentaje nominal de la corriente nominal del transformador)

Método de protección	Protección del primario			Protección del secundario	
	Corrientes de 9 amperes o más	Corrientes de menos de 9 amperes	Corrientes de menos de 2 amperes	Corrientes de 9 amperes o más	Corrientes de menos de 9 amperes
Protección del primario solamente	125 % (véase nota 1)	167%	300%	No se requiere	No se requiere
Protección del primario y secundario	250 % (véase nota 3)	250 % (véase nota 3)	250 % (véase nota 3)	125 % (véase nota 1)	167 %

NOTAS:

1. Cuando el 125 por ciento de la corriente no corresponde a un valor estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, se permitirá elegir el valor nominal estándar inmediatamente superior.

2. Cuando se exija protección contra sobrecorriente en el secundario, se permitirá que el dispositivo de sobrecorriente del secundario esté compuesto por máximo seis interruptores automáticos o seis grupos de fusibles agrupados en un lugar. Cuando se utilicen dispositivos múltiples de protección contra sobrecorriente, el total de todos los valores nominales de los dispositivos no deben exceder el valor permitido para un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente.

3. Se permitirá que un transformador equipado por el fabricante con protección térmica coordinada contra sobrecarga y dispuesta para interrumpir la corriente del primario, tenga protección contra sobrecorriente en el primario con valor nominal o ajuste a un valor de corriente que no sea más de seis veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que no tienen una impedancia de más del 6 por ciento y no más de cuatro veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que tienen una impedancia de más del 6 por ciento pero no más del 10 por ciento.

450-4. Autotransformadores de 600 volts nominales o menos.

a) Protección contra sobrecorriente. Todos los autotransformadores de 600 volts nominales o menos deben estar protegidos por dispositivos separados de protección contra sobrecorriente instalados en serie con cada conductor de entrada no puesto a tierra. Este dispositivo de protección debe tener un valor nominal o ajuste no mayor al 125 por ciento de la corriente de entrada nominal de plena carga del autotransformador.

Cuando este cálculo no corresponda al valor nominal estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, y la corriente nominal de entrada sea de 9 amperes o más, se permitirá elegir el valor nominal estándar inmediatamente superior descrito en 240-6. No se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en serie con el devanado en derivación (el devanado común a los circuitos de entrada y de salida) del autotransformador, es decir, entre los puntos A y B como se ilustra en la Figura 450-4.

Excepción: Cuando la corriente nominal de entrada del autotransformador sea menor a 9 amperes, se permitirá instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de corriente nominal o ajuste no mayor al 167por ciento de la corriente de entrada.

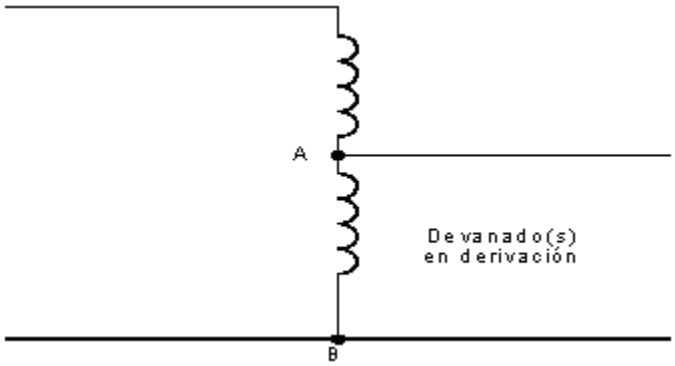


Figura 450-4.- Autotransformador

b) Transformador conectado en campo como autotransformador. Un transformador conectado en campo como un autotransformador, debe estar identificado para su uso a una tensión elevada.

NOTA: Para más información sobre los usos permitidos de los autotransformadores, véase 210-9 y 215-11.

450-5. Autotransformadores para puesta a tierra. Los autotransformadores de puesta a tierra de los que trata esta sección son transformadores conectados en zigzag o en T y conectados a sistemas trifásicos, 3 conductores de fase, con el fin de crear un sistema de distribución trifásico, 4 hilos, o para proporcionar un punto neutro para fines de puesta a tierra. Estos transformadores deben tener un valor de corriente nominal permanente por cada fase y un valor de corriente nominal permanente del neutro. Los transformadores conectados en zigzag no se deben instalar en el lado carga de cualquier conexión de puesta a tierra del sistema, incluso aquellos elaborados de acuerdo con 250-24(b), 250-30(a)(1) o 250-32(b), Excepción.

NOTA: La corriente de fase en un autotransformador de puesta a tierra es un tercio de la corriente del neutro.

a) Sistemas trifásicos de 4 hilos. Un autotransformador de puesta a tierra usado para crear un sistema de distribución trifásico 4 hilos a partir de un sistema trifásico y de 3 conductores de fase, debe cumplir con (1) hasta (4) siguientes:

1) Conexiones. El transformador se debe conectar directamente a los conductores de fase y no se debe conectar o equipar con un interruptor o un sistema de protección contra sobrecorriente que sea independiente del interruptor principal y del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común del sistema de 3 fases, 4 hilos.

2) Protección contra sobrecorriente. Se debe instalar un dispositivo de detección de sobrecorriente, que cause la apertura del interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común especificado en 450-5(a)(1), cuando la carga del autotransformador alcance o exceda el 125 por ciento de su corriente nominal permanente por fase o su valor nominal del neutro. Se permitirá el disparo retardado cuando se detecten sobrecorrientes transitorias en el dispositivo de protección contra sobrecorriente del autotransformador, con el propósito de permitir la operación adecuada de los dispositivos de protección del alimentador o del derivado en los sistemas de 4 hilos.

3) Detección de fallas del transformador. En los sistemas trifásicos de 4 hilos se debe instalar un sistema de detección de fallas que ocasione la apertura del interruptor principal o del dispositivo de protección contra sobrecorriente de disparo común para proteger la instalación contra fallas monofásicas o internas.

NOTA: Esta protección se puede conseguir mediante el uso de dos transformadores de corriente, tipo toroidal (dona), conectados sustractivamente e instalados de modo que detecten e indiquen si se produce un desequilibrio en la corriente de línea al autotransformador de 50 por ciento o más de la corriente nominal.

4) Capacidad nominal. El autotransformador debe tener un valor nominal de corriente permanente del neutro suficiente para soportar la corriente máxima posible de carga de desequilibrio del neutro en los sistemas de 4 hilos.

b) Referencia de puesta a tierra para los dispositivos de protección contra fallas. Un autotransformador de puesta a tierra que se utilice para suministrar una magnitud especificada de corriente de falla a tierra para la operación de un dispositivo de protección sensible a fallas a tierra en sistemas trifásicos 3 hilos no puestos a tierra, debe cumplir los requisitos de (b)(1) y (b)(2).

1) Capacidad nominal. El autotransformador debe tener un valor nominal permanente de corriente del neutro suficiente para la corriente de falla a tierra especificada.

2) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe cumplir lo indicado en los literales (a) y (b) siguientes:

a. Capacidad nominal de operación e interrupción. En el circuito derivado de un autotransformador de puesta a tierra se debe aplicar un dispositivo de protección contra corriente, que tenga una capacidad nominal de interrupción conforme con 110-9 y que cuando opere abra simultáneamente todos los conductores de fase.

b. Capacidad nominal en amperes. La protección contra sobrecorriente debe tener un valor nominal o ajuste de un valor de corriente que no exceda el 125 por ciento de la capacidad de corriente nominal permanente por fase del autotransformador, o del 42 por ciento del valor de corriente nominal permanente de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del autotransformador. Se permitirá el disparo retardado para corrientes temporales, con el fin de permitir la correcta operación de los dispositivos de disparo sensibles a fallas a tierra del sistema principal, pero no debe exceder los valores que serían mayores que un valor nominal de corriente de corta duración del autotransformador de puesta tierra, o de cualquier dispositivo conectado en serie con el neutro del mismo.

Excepción: Para los sistemas puestos a tierra con alta impedancia tratados en 250-36, en donde se diseña la corriente máxima de falla a tierra para que sea como máximo de 10 amperes, y cuando el autotransformador de puesta a tierra y la impedancia de puesta a tierra están clasificadas para servicio continuo, se permitirá instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente, con valor nominal máximo de 20 amperes y que abra simultáneamente todos los conductores de fase, en el lado de alimentación del autotransformador de puesta a tierra.

c) Referencia de puesta a tierra para la amortiguación de sobretensiones transitorias. Un autotransformador de puesta a tierra utilizado para limitar sobretensiones transitorias, debe tener un valor nominal adecuado y debe estar conectado de acuerdo con 450-5(a)(1).

450-6. Enlaces del secundario. Tal como se usa en este Artículo, un enlace del secundario es un circuito que funciona a 600 volts nominales o menos entre fases, que conecta dos fuentes de alimentación o puntos de alimentación de potencia, tales como los secundarios de dos transformadores. Se permitirá que el enlace conste de uno o más conductores por fase o neutro. Los conductores que conectan los secundarios de los transformadores de acuerdo con 450-7 no se deben considerar enlaces del secundario. Como se usa en esta sección, la palabra “transformador” hace referencia a un transformador o a un banco de transformadores que funcionan como una unidad.

a) Circuitos de enlace. Los circuitos de enlace deben estar equipados con protección contra sobrecorriente en cada extremo, tal como se exige en las partes A, B y H del Artículo 240. En las condiciones descritas en 450-6(a)(1) y 450-6(a)(2) se permitirá que la protección contra sobrecorriente esté de acuerdo con lo que se establece en 450-6(a)(3).

1) Cargas conectadas sólo en los puntos de alimentación del transformador. Cuando todas las cargas estén conectadas en los puntos de alimentación del transformador en cada extremo del enlace y no se proporcione protección contra sobrecorriente según las Partes A, B y H del Artículo 240, la ampacidad del enlace no debe ser menor al 67 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con un valor nominal más grande que alimente al sistema de enlace del secundario.

2) Cargas conectadas entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando haya una carga conectada al enlace en cualquier punto entre los puntos de alimentación del transformador y no se proporcione protección contra sobrecorriente según las Parte A, B y H del Artículo 240, la ampacidad nominal del enlace no debe ser menor al 100 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande que alimente al sistema de enlace del secundario.

Excepción: Se permitirá que los circuitos de enlace que constan de múltiples conductores por fase, estén dimensionados y protegidos de acuerdo con 450-6(a)(4).

3) Protección del circuito de enlace. Bajo las condiciones descritas en 450-6(a)(1) y (a)(2), los dos extremos de alimentación de cada conductor no puesto a tierra del enlace deben estar equipados con un dispositivo de protección que se abra a una temperatura predeterminada del conductor del enlace bajo condiciones de cortocircuito. Esta protección debe consistir en uno de los siguientes:

(1) Un conector de cable, terminal o lengüeta con un enlace fusible, conocido como un limitador, de un tamaño correspondiente al del conductor y de construcción y características de acuerdo con la tensión de funcionamiento y el tipo de aislamiento de los conductores del enlace, o

(2) Interruptores automáticos accionados por dispositivos con características comparables de corriente - tiempo.

4) Interconexión de los conductores de fase entre los puntos de alimentación del transformador. Cuando el enlace consta de más de un conductor por fase o neutro, los conductores de cada fase o del neutro deben cumplir con una de las siguientes disposiciones:

a. Interconectados. Los conductores se deben interconectar para establecer un punto de alimentación de la carga y se debe proporcionar el dispositivo protector especificado en 450-6(a)(3) en cada conductor no puesto a tierra del enlace en ese punto en ambos lados de la interconexión. Los medios de interconexión deben tener una ampacidad no menor a la carga que se va a alimentar.

b. No interconectados. Las cargas se deben conectar a uno o más conductores individuales de un enlace con conductores en paralelo, sin interconectar los conductores de cada fase o neutro y sin la protección especificada en 450-6(a)(3) en los puntos de conexión de la carga. Cuando se hace esto, los conductores de enlace de cada fase o neutro deben tener una ampacidad de capacidad combinada no menor al 133 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande que alimenta al sistema de enlace del secundario; la carga total de estas derivaciones no debe exceder la corriente nominal del secundario del transformador con el valor nominal más grande y las cargas deben estar divididas equitativamente entre cada fase y entre los conductores individuales de cada fase, en la medida de lo posible.

5) Control del circuito de enlace. Cuando la tensión de operación exceda los 150 volts a tierra, los enlaces del secundario equipados con limitadores deben tener un interruptor en cada extremo que, cuando se abran, desenergicen los conductores de enlace y los limitadores asociados. La ampacidad del interruptor no debe ser menor a la ampacidad de la corriente nominal de los conductores conectados al mismo. El interruptor debe ser capaz de interrumpir su corriente nominal y debe estar construido de modo que no se abra por las fuerzas magnéticas resultantes de la corriente de cortocircuito.

b) Protección contra sobrecorriente para las conexiones del secundario. Cuando se utilicen enlaces del secundario, en las conexiones del secundario de cada transformador que alimenta al sistema de enlace, se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente con valor nominal o ajuste no mayor al 250 por ciento de la corriente nominal del secundario de los transformadores. Además, en la conexión del secundario de cada transformador se debe instalar un interruptor automático accionado por un relevador de corriente inversa ajustado para que abra el circuito a una corriente no mayor a la corriente nominal del secundario del transformador.

c) Puesta a tierra. Cuando el sistema de enlace del secundario esté puesto a tierra, el secundario de cada transformador que alimenta al sistema de enlace debe estar puesto a tierra de acuerdo con los requisitos de 250-30 para sistemas derivados separados.

450-7. Funcionamiento en paralelo. Se permitirá que los transformadores funcionen en paralelo y desconectados como una unidad, siempre que el dispositivo de protección contra sobrecorriente para cada transformador cumpla los requisitos de 450-3(a) para dispositivos de protección del primario y del secundario de más de 600 volts, o con 450-3(b) para dispositivos de protección del primario y del secundario de 600 volts o menos.

450-8. Resguardo. Los transformadores se deben resguardar según se especifica en 450-8(a) hasta (d).

a) Protección mecánica. Cuando los transformadores estén expuestos a daños físicos, se deben adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo la posibilidad de daños a los transformadores por causas externas.

b) Caja o envolvente. Los transformadores tipo seco deben estar instalados en un tanque o en un envolvente no combustible y resistente a la humedad que ofrezca protección contra la inserción accidental de objetos extraños.

c) Partes energizadas expuestas. Se permitirá que los interruptores u otros equipos que funcionen a 600 volts nominales o menos y que estén conectados únicamente a equipos dentro del tanque del transformador, estén instalados dentro de este tanque si sólo son accesibles a personas calificadas.

Todas las partes energizadas se deben resguardar según lo establecido en 110-27 y 110-34.

d) Advertencia de tensión. La tensión de funcionamiento de las partes vivas expuestas en las instalaciones de transformadores, se debe indicar por anuncios o marcas visibles colocadas en los equipos o estructuras.

450-9. Ventilación. La ventilación debe ser la adecuada para eliminar las pérdidas del transformador a plena carga sin provocar aumentos de temperatura que excedan sus valores nominales.

450-10. Puesta a tierra. Cuando estén puestas a tierra, las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, incluidas las cercas, barreras, protecciones, etc., se deben poner a tierra y unirse en las condiciones y con los métodos especificados en las Partes E, F y G del Artículo 250 para los equipos eléctricos y otras partes metálicas expuestas. Para puesta a tierra de cercas metálicas ver además la sección 921-26.

450-11. Marcado. Todos los transformadores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, el valor nominal en kilovoltamperes, la frecuencia, la tensión del primario y del secundario, la impedancia para los transformadores de 25 kilovoltamperes en adelante, las distancias necesarias para los transformadores con aberturas de ventilación y la cantidad y el tipo del líquido de aislamiento, cuando se use. Además, en la placa de características de todos los transformadores de tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

450-12. Espacio para el alambrado de las terminales. El espacio mínimo para formar doblecesdel alambrado en las terminales fijas de conexión de la alimentación y de la carga de los transformadores de 600 volts nominales y menos debe ser como se requiere en 312-6. El espacio de alambrado para conexiones en espiral debe cumplir lo establecido en la Tabla 314-16(b).

450-13. Accesibilidad. Todos los transformadores y las bóvedas para transformadores deben ser fácilmente accesibles al personal calificado para su inspección y mantenimiento, o deben cumplir los requisitos de 450-13(a) o 450-13(b).

a) Instalaciones abiertas. No se exigirá que los transformadores tipo seco de 600 volts nominales o menos, instalados en lugares abiertos sobre paredes, columnas o estructuras, sean fácilmente accesibles.

b) Instalaciones en espacios huecos. Se permitirá instalar transformadores tipo seco de 600 volts nominales o menos y que no excedan los 50 kilovoltamperes, en espacios huecos de edificios no cerrados permanentemente por la estructura, siempre que cumplan los requisitos de ventilación de 450-9 y los requisitos sobre separación de materiales combustibles de 450-21(a). No se exigirá que los transformadores así instalados sean fácilmente accesibles.

450-14. Medios de desconexión. Los transformadores, diferentes a los transformadores Clase 2 o Clase 3, deben tener un medio de desconexión localizado ya sea a la vista del transformador o en un lugar remoto. Cuando esté localizado en un lugar remoto, el medio de desconexión debe bloquearse, y la ubicación debe ser marcada en campo en el transformador.

B. Disposiciones específicas aplicables a diferentes tipos de transformadores

450-21. Transformadores tipo seco instalados en interiores.

a) Hasta 112.5 kilovoltamperes. Los transformadores de tipo seco instalados en interiores y de 112.5 kilovoltamperes nominales o menos, deben instalarse con una separación mínima de 30 centímetros de materiales combustibles, a menos que estén separados de ellos por una barrera resistente al fuego y aislante del calor.

Excepción: Esta regla no se debe aplicar a transformadores para 600 volts nominales o menos que están completamente encerrados, con o sin aberturas de ventilación.

b) De más de 112.5 kilovoltamperes. Los transformadores individuales de tipo seco de más de 112.5 kilovoltamperes nominales se deben instalar en un cuarto de transformadores de construcción resistente al fuego. A menos que se especifique algo diferente en este Artículo, el término resistente al fuego significa una construcción con un valor nominal mínimo de 1 hora de resistencia al fuego.

Excepción 1: Los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o mayor, y separados de materiales combustibles por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, o por no menos de 1.83 metros horizontalmente y 3.70 metros verticalmente.

Excepción 2: Los transformadores con sistemas de aislamiento Clase 155 o mayor y encerrados completamente, excepto por las aberturas de ventilación.

c) Para más de 35 000 volts. Los transformadores de tipo seco de más de 35 000 volts nominales se deben instalar en una bóveda que cumpla lo establecido en la Parte C de este Artículo.

450-22. Transformadores de tipo seco instalados en exteriores. Los transformadores de tipo seco instalados en exteriores deben tener un envolvente a prueba de la intemperie. Los transformadores de más de 112.5 kilovoltamperes no se deben ubicar a una distancia menor de 30 centímetros de los materiales combustibles de los edificios, a menos que el transformador tenga sistemas de aislamiento Clase 155 o mayores y esté encerrado completamente, excepto por las aberturas de ventilación.

450-23. Transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad. Se permitirá instalar transformadores aislados con líquidos aprobados cuyo punto de inflamación no sea menor a 300 °C, de acuerdo con (a) o (b) siguientes:

NOTA: Un edificio Tipo I (Resistente al fuego) se compone de losas, columnas y vigas de concreto; Un edificio Tipo II (No combustible) se compone de columnas y vigas de acero sin recubrimiento contra fuego

a) Instalaciones en interiores. Las instalaciones en interiores se permitirán de acuerdo con una de las siguientes:

(1) En edificios Tipo I o Tipo II, en áreas donde se cumplan todos los requisitos siguientes:

a. El transformador sea para 35 000 volts nominales o menos.

b. No se almacenen materiales combustibles.

c. Se proporcione un área de confinamiento de líquidos.

d. La instalación cumpla todas las restricciones previstas en el aprobado del líquido.

(2) Con un sistema automático de extinción de incendios y un área de confinamiento de líquidos, siempre que el transformador sea para 35 000 volts nominales o menos.

(3) De acuerdo con 450-26.

b) Instalaciones en exteriores. Se permitirá instalar transformadores aislados con líquidos de baja inflamabilidad en exteriores, sujetos a, adyacentes a, o sobre el techo de edificios, siempre que estén instalados de acuerdo con (1) ó (2):

(1) En edificios Tipo I y Tipo II, la instalación debe cumplir todas las restricciones previstas en el aprobado del líquido.

NOTA: Las instalaciones adyacentes a materiales combustibles, salidas de incendios o a las aberturas de puertas y ventanas, pueden requerir protección adicional tal como se indica en 450-27.

(2) De acuerdo con 450-27.

NOTA: Véase la definición de aprobado en el Artículo 100.

450-24. Transformadores aislados en líquidos no inflamables. Se permitirá instalar transformadores aislados con fluidos dieléctricos, identificados como no inflamables, tanto en interiores como en exteriores. Tales transformadores instalados en interiores y de más de 35 000 volts nominales deben estar instalados en una bóveda. Cuando tales transformadores estén instalados en interiores, deben estar provistos con un área para confinamiento de líquidos y una válvula de alivio de presión. Los transformadores deben estar equipados con un medio para absorber los gases generados por cualquier arco eléctrico que se produzca dentro del tanque, o la válvula de alivio de presión debe estar conectada a una chimenea o salida de humos que dirija estos gases a un área ambientalmente segura.

NOTA: La seguridad se puede aumentar si se hacen análisis de riesgo de incendio para dichas instalaciones de transformadores. Para los propósitos de esta sección, un fluido dieléctrico no inflamable es el que no tiene punto de inflamación o punto de chispa y no es inflamable en el aire.

450-25 Transformadores aislados con Askarel. No se permite el uso de bifenilos policlorados (Askarel) como medio aislante en transformadores.

450-26. Transformadores aislados con aceite instalados en interiores. Los transformadores aislados con aceite e instalados en interiores, se deben instalar en una bóveda construida como se indica en la Parte C de este Artículo.

Excepción 1: Cuando la capacidad total no exceda los 112.5 kilovoltamperes, se permitirá que la bóveda especificada en la Parte C de este Artículo esté hecha en concreto reforzado de no menos de 10 centímetros de espesor.

Excepción 2: Cuando la tensión nominal no exceda los 600 volts, no se exigirá una bóveda si se toman las medidas adecuadas para evitar que el fuego del aceite del transformador encienda otros materiales y si la capacidad total de una instalación no excede los 10 kilovoltamperes en una sección del edificio clasificada como combustible, o 75 kilovoltamperes si la estructura que rodea al transformador está clasificada como construcción resistente al fuego.

Excepción 3: Se permitirá que los transformadores de hornos eléctricos con un valor nominal total que no exceda los 75 kilovoltamperes, se instalen sin bóveda en un edificio o cuarto de construcción resistente al fuego, siempre que se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite del transformador se propague a otros materiales combustibles.

Excepción 4: Se permitirá instalar sin bóveda un transformador con un valor nominal total que no exceda los 75 kilovoltamperes y una tensión de alimentación de 600 volts o menos que sea parte integral de un equipo de aceleración de partículas cargadas, en un edificio o cuarto de construcción no combustible o resistente al fuego, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para evitar que el fuego del aceite del transformador se propague a otros materiales combustibles.

Excepción 5: Se permitirá instalar transformadores en un edificio separado que no cumpla con la Parte C de este Artículo si tanto el edificio como su contenido no presentan riesgo de incendio para otros edificios o propiedades, y si el edificio se utiliza únicamente para suministrar el servicio de electricidad y su interior es accesible sólo a personas calificadas.

Excepción 6: Se permitirá utilizar transformadores con aislamiento de aceite sin bóveda, en equipos portátiles y móviles de minería de superficie (tales como excavadoras eléctricas) si se cumplen todas las condiciones siguientes:

a. Existen medidas para drenar las fugas de líquido al suelo.

b. Existe un medio de salida seguro para el personal.

c. Se dispone de una barrera de acero de 6 milímetros de espesor, como mínimo, para la protección de las personas.

450-27. Transformadores con aislamiento de aceite instalado en exteriores. Los materiales combustibles, edificios combustibles y partes de edificios, las salidas de incendios y las aperturas de las puertas y ventanas, se deben resguardar contra los incendios originados en transformadores con aislamiento de aceite, instalado en techos y asegurados o próximos a edificios o materiales combustibles. En los casos en que la instalación del transformador presente peligro de incendio, se debe utilizar una o más de las siguientes protecciones, de acuerdo con el grado de peligro involucrado:

(1) Espacios de separación

(2) Barreras resistentes al fuego

(3) Sistemas automáticos de supresión de incendios

(4) Envolventes que confinen el aceite de un tanque roto de un transformador.

Se permitirá que los envolventes para el de aceite sean diques, áreas con reborde o estanques resistentes al fuego, o zanjas rellenas de piedra gruesa triturada. Cuando la cantidad de aceite y la exposición sean tales que su eliminación sea importante, los recipientes de aceite deben estar dotados con medios para drenaje.

450-28. Modificaciones a los transformadores. Cuando se hagan modificaciones en un transformador de una instalación ya existente, que cambien el tipo de transformador respecto a lo establecido en la Parte B de este Artículo, dicho transformador debe ser marcado para indicar el tipo de líquido aislante utilizado, y la instalación del transformador modificado debe cumplir con los requisitos aplicables a ese tipo de transformador.

C. Bóvedas para transformadores

450-41. Ubicación. Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas al aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

450-42. Paredes, techos y pisos. Las paredes y techos de las bóvedas se deben construir con materiales que tengan una resistencia estructural adecuada para las condiciones, y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de concreto con un espesor mínimo de 10 centímetros, pero si la bóveda está construida con un espacio vacío u otras plantas del edificio por debajo de ella, el piso debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta sobre él y debe tener una resistencia mínima al fuego de tres horas. Para los propósitos de esta sección, no son aceptables construcciones atornilladas ni paredes de paneles.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos con rociadores automáticos, agua en gotas finas, dióxido de carbono o halón, se permitirá que la construcción tenga valor nominal de 1 hora de resistencia al fuego.

NOTA 2: Una construcción típica con tres horas de resistencia al fuego es una de concreto reforzado de 15 centímetros de espesor.

450-43. Entradas. Las entradas a las bóvedas para transformadores se deben proteger según 450-43(a), (b) y (c).

a) Tipo de puerta. Todas las entradas que conducen desde el interior de un edificio hasta la bóveda de transformadores deben estar equipadas con una puerta de cierre hermético que tenga una resistencia mínima al fuego de 3 horas.

Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos, agua en gotas finas, dióxido de carbono o halón, se permitirá una construcción con valor nominal de resistencia al fuego de 1 hora.

b) Sardinel. Las puertas deben tener un sardinel de altura suficiente para confinar el aceite del transformador más grande dentro de la bóveda. En ningún caso la altura debe ser menor a 10 centímetros.

c) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras, se deben mantener cerradas y se permitirá el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y deben estar equipadas de barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se abran por presión simple.

450-45. Aberturas de ventilación. Cuando lo exija 450-9, deben existir aberturas para ventilación de acuerdo con (a) hasta (f) siguientes:

a) Ubicación. Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

b) Disposición. Se permitirá que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas necesarias para ventilación en una o más aberturas cerca del piso y la restante en una o más aberturas en el techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda el área requerida para ventilación esté en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

c) Tamaño. Para una bóveda ventilada por circulación natural del aire hacia un área exterior, el área neta total combinada de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 20 cm^2 por kilovoltamperes de capacidad de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen una capacidad menor a 50 kilovoltamperes, en ningún caso el área neta debe ser menor a 0.10 m^2.

d) Cubiertas. Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas durables, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

e) Compuertas. Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas de compuertas contra incendios de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio en la bóveda. Dichas compuertas deben tener un valor nominal de resistencia al fuego no menor a 1.5 horas.

f) Ductos. Los ductos de ventilación deben ser construidos con material resistente al fuego.

450-46. Drenaje. Cuando sea posible, las bóvedas que contengan transformadores de más de 100 kilovoltamperes de capacidad deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua en la bóveda, a menos que por las condiciones locales esto resulte impráctico. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hacia éste.

450-47. Tuberías de agua y accesorios. Sistemas de ductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica no deben entrar ni atravesar las bóvedas para transformadores. No se deben considerar ajenas a la instalación eléctrica las tuberías u otros elementos para la protección contra incendios de las bóvedas o para el enfriamiento de los transformadores.

450-48. Almacenamiento dentro de las bóvedas. Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para el almacenamiento de materiales.

ARTICULO 455

CONVERTIDORES DE FASE

A. Generalidades

455-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación y uso de los convertidores de fase.

455-2. Definiciones.

Convertidor de fase. Dispositivo eléctrico que convierte un sistema eléctrico de potencia monofásico en uno trifásico. Los convertidores de fase pueden ser de dos tipos: estáticos y rotatorios.

NOTA: Los convertidores de fase tienen características que modifican el par de arranque y la corriente con rotor bloqueado de los motores alimentados, por lo que es necesario tener esto en cuenta al elegir un convertidor de fase para una carga específica.

Convertidor estático de fase. Dispositivo sin piezas rotatorias, dimensionado para una determinada carga trifásica, que permite la operación desde una fuente de alimentación monofásica.

Convertidor rotatorio de fase. Dispositivo que consiste en un transformador rotatorio y panel de capacitores, que permite la operación de cargas trifásicas a partir de una fuente de alimentación monofásica.

Fase fabricada. La fase fabricada o derivada es la que se origina en el convertidor de fase y no está conectada sólidamente a ninguno de los conductores monofásicos de entrada.

455-3. Otros Artículos. Los convertidores de fase deben cumplir con este Artículo y con las disposiciones aplicables de otros Artículos de esta NOM.

455-4. Marcado. Todos los convertidores de fase deben tener una placa de características permanente que indique la siguiente información:

(1) El nombre del fabricante.

(2) La tensión nominal de entrada y salida.

(3) La frecuencia.

(4) La corriente monofásica nominal de entrada de plena carga.

(5) La carga nominal mínima y máxima monofásica en kilovoltamperes o caballos de fuerza.

(6) La carga máxima total en kilovoltamperes o caballos de fuerza.

(7) En el caso de un convertidor rotativo de fase, su corriente trifásica a plena carga.

455-5. Conexión de puesta a tierra de equipos. Se debe proporcionar un medio de conexión para la terminal del conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-8.

455-6. Conductores.

a) Ampacidad. La ampacidad de los conductores monofásicos de alimentación se debe determinar según 455-6(a) (1) o (a) (2).

NOTA: Los conductores monofásicos dimensionados para prevenir una caída de tensión no mayor al 3 por ciento desde la fuente de alimentación hasta el convertidor de fase, pueden contribuir al mejor arranque y funcionamiento de las cargas del motor.

1) Cargas variables. Cuando las cargas que se van a alimentar son variables, la ampacidad del conductor no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga en amperes de la entrada monofásica del convertidor, marcada en la placa de características.

2) Cargas fijas. Cuando el convertidor de fase alimente cargas fijas específicas, y la ampacidad del conductor sea menor al 125 por ciento de la corriente nominal de plena carga en amperes de la entrada monofásica del convertidor marcada en la placa de características, los conductores deben tener una ampacidad no menor al 250 por ciento de la suma de las corrientes nominales trifásicas de plena carga de los motores y otras cargas alimentadas, cuando las tensiones de entrada y de salida del convertidor de fase sean idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor sean distintas, la corriente determinada según esta sección se debe multiplicar por la relación entre la tensión de salida a la de entrada.

b) Marcado de la fase fabricada. Los conductores de la fase fabricada se deben identificar en todos los lugares accesibles mediante una marca distintiva. Las marcas deben ser consistentes en todo el sistema y el inmueble.

455-7. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de la alimentación monofásica y el convertidor de fase se deben proteger contra sobrecorriente según 455-7(a) o (b). Cuando el valor nominal del fusible o del interruptor automático no ajustable o el ajuste de un interruptor automático ajustable que se exijan no correspondan a un valor nominal o ajuste estándar, se permitirá elegir el valor nominal o el ajuste inmediatamente superior.

a) Cargas variables. Cuando las cargas que se van a alimentar son variables, la protección contra sobrecorriente se debe ajustar a no más del 125 por ciento de la corriente nominal monofásica en amperes de entrada de plena carga del convertidor, marcada en la placa de características.

b) Cargas fijas. Cuando el convertidor de fase alimenta cargas fijas específicas, y los conductores están dimensionados de acuerdo con 455-6(a) (2), los conductores se deben proteger de acuerdo con su ampacidad. La protección contra sobrecorriente determinada a partir de esta sección no debe exceder el 125 por ciento de la corriente nominal monofásica en amperes de entrada del convertidor, marcada en la placa de características.

455-8. Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión que desconecten simultáneamente todos los conductores de alimentación monofásicos no puestos a tierra al convertidor de fase.

a) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el convertidor de fase.

b) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza, un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada. Cuando sólo se alimentan cargas diferentes de las de motores, se permitirá un interruptor con valor nominal en amperes.

c) Valor nominal. El valor nominal de corriente del medio de desconexión no debe ser menor al 115 por ciento de la corriente nominal máxima monofásica de entrada de plena carga del convertidor, o para cargas fijas específicas, se permitirá seleccionarla de (c)(1) o (c)(2) siguientes.

1) Corriente nominal del desconectador. El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada con un valor nominal en amperes no menor al 250 por ciento de la suma de:

(1) Valores nominales de corriente trifásica de plena carga, de los motores.

(2) Otras cargas alimentadas.

2) Desconectador con valor nominal en caballos de fuerza. El medio de desconexión debe ser un interruptor con valor nominal en caballos de fuerza. La corriente con rotor bloqueado equivalente del valor nominal en caballos de fuerza del interruptor no debe ser menor al 200 por ciento de la suma de:

(1) Cargas diferentes de las de motores.

(2) La corriente trifásica con rotor bloqueado, del motor más grande, como se determina de la Tabla 430-251(b), y

(3) La corriente de plena carga de todos los otros motores trifásicos que operan al mismo tiempo.

d) Relaciones de tensión. Los cálculos de 455-8(c) se deben aplicar directamente cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor de fase son idénticas. Cuando las tensiones de entrada y salida del convertidor de fase son diferentes, la corriente se debe multiplicar por la relación de la tensión de salida a la de entrada.

455-9. Conexión de cargas monofásicas. Cuando se conecten cargas monofásicas al lado de carga de un convertidor de fase, no se deben conectar a la fase fabricada.

455-10. Cajas de las terminales. Un convertidor de fase debe tener una caja para las terminales, que debe cumplir lo establecido en 430-12.

B. Especificaciones aplicables a distintos tipos de convertidores de fase

455-20. Medios de desconexión. Se permitirá que los medios de desconexión monofásicos para la entrada de un convertidor estático de fase, sirvan como el medio de desconexión del convertidor y de una sola carga, si esa carga está al alcance de la vista desde el medio de desconexión.

455-21. Arranque. No se debe suministrar corriente al equipo de utilización hasta que se haya puesto en marcha el convertidor rotativo de fase.

455-22. Interrupción de la alimentación. El equipo de utilización alimentado por un convertidor rotativo de fase debe estar controlado de manera que, en el caso de una interrupción de energía, se desconecte también la alimentación al equipo.

NOTA: Los arrancadores magnéticos de motores, los contactores magnéticos y dispositivos similares con rearranque manual o temporizado para la carga, proporcionarán el rearranque después de la interrupción de la alimentación.

455-23. Capacitores. Los capacitores que no formen parte integral de un sistema de conversión rotativo de fase pero que estén instalados para la carga de un motor, se deben conectar del lado de la alimentación del dispositivo de protección contra sobrecarga de ese motor.

ARTICULO 460

CAPACITORES

460-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de capacitores en los circuitos eléctricos.

Se excluyen de estos requisitos los capacitores limitadores de tensiones transitorias o los capacitores incluidos como partes componentes de otros aparatos y que cumplan los requisitos de dichos aparatos.

Este Artículo también trata de las instalaciones de capacitores en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones previstas en los Artículos 501 a 503.

460-2. Gabinetes y resguardo.

a) Capacitores que contienen más de 11 litros de líquido inflamable. Los capacitores que contengan más de 11 litros de líquido inflamable, deben estar encerrados en bóvedas, o en envolventes con cercas en el exterior que cumplan lo establecido en el Artículo 110, Parte C. Este límite se debe aplicar a cualquier unidad simple en una instalación de capacitores.

b) Contacto accidental. Cuando los capacitores sean accesibles a personas no autorizadas o no calificadas, deben estar encerrados, ubicados o resguardados de manera que las personas no puedan entrar en contacto accidental ni puedan poner materiales conductores en contacto accidental con las partes energizadas expuestas, terminales o barras conductoras asociadas a las mismas. Sin embargo, no se requiere protección adicional para envolventes accesibles solamente a personas autorizadas y calificadas.

A. De 600 volts y menos

460-6. Descarga de la energía almacenada. Los capacitores deben tener un medio para descargar la energía almacenada.

a) Tiempo de descarga. La tensión residual de un capacitor se debe reducir a 50 volts o menos, en un lapso máximo de un minuto a partir de la desconexión del capacitor de la fuente de alimentación.

b) Medio de descarga. El circuito de descarga debe estar permanentemente conectado a las terminales del capacitor o banco de capacitores o debe estar equipado con un medio automático de conexión de dicho circuito a las terminales del banco de capacitores cuando la línea quede sin tensión. No se debe utilizar un medio manual de interrupción o de conexión del circuito de descarga.

460-8. Conductores.

a) Ampacidad. La ampacidad de los conductores de un circuito de capacitores no debe ser menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor. La ampacidad de los conductores que conectan un capacitor con las terminales de un motor o con los conductores de un circuito de motores no debe ser menor a 1/3 de la ampacidad de los conductores del circuito del motor y en ningún caso menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor.

b) Protección contra sobrecorriente. En cada conductor de fase de cada banco de capacitores se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La corriente nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser lo más baja que sea posible.

Excepción: No se exigirá un dispositivo de protección contra sobrecorriente separado para un capacitor conectado en el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor.

c) Medios de desconexión. En cada conductor de fase de cada banco de capacitores se debe instalar un medio de desconexión que debe cumplir los siguientes requisitos:

(1) El medio de desconexión debe abrir simultáneamente todos los conductores de fase.

(2) Se permitirá que el medio de desconexión desconecte el capacitor de la línea como un procedimiento habitual de funcionamiento.

(3) La corriente nominal del medio de desconexión no debe ser menor al 135 por ciento de la corriente nominal del capacitor.

Excepción: No se exigirá un medio de desconexión separado para un capacitor conectado en el lado de carga de un controlador de motor.

460-9. Valor nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor. Cuando una instalación de motores incluya un capacitor conectado en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobrecarga del motor, el valor nominal o ajuste de dicho dispositivo se debe basar en el factor de potencia mejorado del circuito del motor.

Para determinar el valor nominal del conductor del circuito del motor, de acuerdo con 430-22, se debe despreciar el efecto del capacitor.

460-10. Puesta a tierra. Las cajas o envolventes de los capacitores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las cajas o envolventes de los capacitores no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos cuando las unidades de capacitores estén sostenidas en una estructura diseñada para operar a un potencial distinto al de tierra.

460-12. Marcado. Todos los capacitores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovars o amperes, número de fases y, si está lleno de líquido combustible, el volumen de líquido. Cuando están llenos de líquido no inflamable, también se debe indicar esto en la placa de características. La placa debe indicar también, si el capacitor tiene instalado un dispositivo de descarga dentro de la caja o envolvente.

B. De más de 600 volts

460-24. Desconexión

a) Corriente de carga. Para la desconexión de los capacitores se deben utilizar interruptores operados en grupo que sean capaces para:

(1) Conducir continuamente no menos del 135 por ciento de la corriente nominal de la instalación del capacitor.

(2) Interrumpir la corriente de carga máxima permanente de cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que se desconectarán como una unidad.

(3) Soportar la máxima corriente de irrupción incluidas las contribuciones de las instalaciones adyacentes de capacitores.

(4) Conducir las corrientes debidas a fallas en el lado de los capacitores del interruptor.

b) Seccionamiento.

1) Generalidades. Se debe instalar un medio que permita separar de todas las fuentes de tensión cada capacitor, banco de capacitores o instalación de capacitores que se puedan sacar del servicio como una unidad. El medio de seccionamiento debe proporcionar un espacio visible en el circuito eléctrico adecuado para la tensión de funcionamiento.

2) Interruptores de seccionamiento o desconexión sin valor nominal de interrupción. Los interruptores de seccionamiento o desconexión (sin valor nominal de interrupción) deben estar enclavados con el dispositivo de interrupción de carga o deben estar dotados de anuncios de advertencia bien visibles, de acuerdo con 490-22, para evitar la interrupción de la corriente de carga.

c) Requisitos adicionales para capacitores en serie. Se debe asegurar la secuencia de desconexión apropiada, mediante el uso de uno de los siguientes:

(1) Desconectadores de seccionamiento y de secuencia mecánica y derivación.

(2) Bloqueo.

(3) Un procedimiento de desconexión que esté claramente explicado en el lugar de los interruptores.

460-25. Protección contra sobrecorriente.

a) Provista para detectar e interrumpir la corriente de falla. Se debe instalar un medio para detectar e interrumpir cualquier corriente de falla que pudiera causar presiones peligrosas dentro de un capacitor individual.

b) Dispositivos monofásicos o polifásicos. Para este propósito se permitirá utilizar dispositivos monofásicos o polifásicos.

c) Protección individual o en grupos. Se permitirá proteger los capacitores individualmente o en grupos.

d) Dispositivos de protección ajustados o calibrados. Los dispositivos de protección de los capacitores o el equipo de capacitores deben calibrarse o ser ajustados para operar dentro de los límites de la zona segura para los capacitores individuales. Si los dispositivos de protección están clasificados o ajustados para operar dentro de los límites de la Zona 1 o Zona 2, de las áreas clasificadas los capacitores deben estar encerrados o separados.

En ningún caso el valor nominal o ajuste de los dispositivos de protección debe exceder los límites máximos de la Zona 2 de las áreas clasificadas.

460-26. Identificación. Todos los capacitores deben tener una placa de características permanente en la que conste el nombre del fabricante, tensión nominal, frecuencia, kilovars o amperes, número de fases y volumen de líquido identificado como inflamable. Si ese es el caso.

460-27. Puesta a tierra. Las cajas de los capacitores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos. Si el punto neutro del capacitor está conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra, la conexión se debe hacer de acuerdo con la Parte C del Artículo 250.

Excepción: Las cajas de los capacitores no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos cuando las unidades de capacitores estén soportadas en una estructura diseñada para funcionar a un potencial distinto del de tierra.

460-28. Medios de descarga.

a) Medios para reducir la tensión residual. Se debe instalar un medio para reducir la tensión residual de un capacitor a 50 volts o menos en un lapso de 5 minutos después de desconectar el capacitor de la fuente de alimentación.

b) Conexión a las terminales. Un circuito de descarga debe estar conectado permanentemente a las terminales del capacitor o estar equipado con un medio automático de conexión del circuito a las terminales del banco de capacitores después de la desconexión del capacitor de la fuente de alimentación. Los devanados de los motores, transformadores u otros equipos conectados directamente a los capacitores sin interruptores ni dispositivos de protección contra sobrecorriente interpuestos, deben cumplir los requisitos de 460-28(a).

ARTICULO 470

RESISTENCIAS Y REACTORES

A. De 600 volts y menos

470-1. Alcance. Este Artículo trata sobre la instalación de resistencias y reactores por separado en circuitos eléctricos.

Excepción: Las resistencias y reactores que sean partes componentes de otros aparatos.

Este Artículo también trata sobre la instalación de resistencias y reactores en lugares peligrosos (clasificados), con las modificaciones de los Artículos 501 a 504.

470-2. Ubicación. Las resistencias y reactores no se deben instalar donde estén expuestas a daños físicos.

470-3. Espacio de separación. Si el espacio entre las resistencias y reactores y cualquier material combustible es menor a 30 centímetros, se debe instalar una barrera térmica.

470-4. Aislamiento de los conductores. Los conductores aislados que se utilicen para conexiones entre elementos resistivos y controladores, deben ser adecuados para funcionar a una temperatura no menor a 90 °C.

Excepción: Se permitirán otros aislamientos de conductores para servicio de arranque de los motores.

B. De más de 600 volts

470-18. Generalidades.

a) Protegidos contra daños físicos. Las resistencias y reactores deben estar protegidas contra daños físicos.

b) Separados por envolventes o por elevación. Las resistencias y reactores deben estar separadas por envolventes o por elevación para proteger a las personas del contacto accidental con las partes energizadas.

c) Materiales combustibles. No se deben instalar resistencias ni reactores en lugares muy próximos a materiales combustibles que puedan producir riesgo de incendio, y se debe dejar un espacio no menor a 30 centímetros hasta dichos materiales.

d) Distancias. Las distancias desde las resistencias y reactores hasta las superficies puestas a tierra deben ser adecuadas para la tensión existente.

NOTA: Ver el Artículo 490.

e) Elevación de temperatura debido a corrientes circulantes inducidas. Los envolventes metálicos de los reactores y las partes metálicas adyacentes se deben instalar de modo que su aumento de temperatura debido a las corrientes inducidas circulantes no constituya un peligro para las personas ni un riesgo de incendio.

470-. Puesta a tierra. Las cajas o envolventes de las resistencias y reactores se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Las cajas o envolventes de resistencias o reactores apoyadas en una estructura diseñada para operar a un potencial diferente del de tierra, no se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

470-20. Reactores en aceite. La instalación de reactores en aceite debe cumplir, además de los anteriores requisitos, los requisitos aplicables del Artículo 450.

ARTICULO 480

BATERIAS DE ACUMULADORES

480-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se deben aplicar a todas las instalaciones estacionarias de baterías de acumuladores.

480-2. Definiciones.

Sistemas de batería. Sistema de baterías interconectadas que consiste en una o más baterías de acumuladores y cargadores de baterías, y pueden incluir inversores, convertidores y equipo eléctrico asociado.

Tensión nominal de la batería. La tensión nominal de una batería está basada en el número y tipo de celdas en la batería.

NOTA: Las tensiones nominales más comunes de celdas son de 2 volts por celda para los sistemas de plomo-ácido, de 1.20 volts por celda para los sistemas de tipo alcalino y de 4 volts por celda para los sistemas Li-ion. Las tensiones nominales pueden variar con diferentes substancias químicas.

Celda o batería sellada. Una celda o batería que no tiene medios para la adición rutinaria de agua o electrolito, ni un medio externo para medir la gravedad específica del electrolito y puede contener ventilación de alivio de presión.

Batería de acumuladores. Batería formada por una o más celdas recargables de tipo plomo-ácido, níquel-cadmio o de otro tipo electroquímico recargable.

480-3. Alambrado y equipos alimentados por baterías. El alambrado y los equipos alimentados por baterías de acumuladores deben someterse a las disposiciones aplicables de esta NOM relativos al alambrado y el equipo que operen a la misma tensión, a menos que 480-4 permita algo diferente.

480-4. Protección contra sobrecorriente para fuentes primarias de energía. No se exigirá protección contra sobre corriente para los conductores provenientes de una batería con valor nominal menor a 50 volts, si la batería suministra fuerza de arranque, ignición o control de las fuentes primarias de energía. 300-3 no se debe aplicar a estos conductores.

480-5. Medios de desconexión. Se debe suministrar un medio de desconexión para todos los conductores de fase derivados del sistema estacionario de baterías de más de 50 volts. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el sistema de baterías.

NOTA: Véase 240-21(h) para información sobre la ubicación del dispositivo contra sobrecorriente de los conductores de batería.

480-6. Aislamiento de las baterías de máximo 250 volts. Esta sección se aplica a baterías de acumuladores que tengan sus celdas conectadas de manera que operen a una tensión nominal no mayor que 250 volts.

a) Baterías ventiladas de plomo-ácido. No se exigirá que las celdas y baterías de múltiples celdas con cubiertas selladas en recipientes de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional.

b) Baterías ventiladas de tipo alcalino. No se exigirá que las celdas con cubiertas selladas en vasos de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional. Las celdas en vasos de material conductor se deben instalar en charolas de material no conductor con un máximo de 20 celdas (24 volts) en el circuito en serie en cualquier charola.

c) Recipientes de hule. No se exigirá que las celdas en contenedores de hule o en recipientes compuestos tengan un soporte aislante adicional, cuando la tensión nominal total de todas las celdas en serie no exceda los 150 volts. Cuando la tensión total exceda los 150 volts, las baterías se deben dividir en grupos de 150 volts o menos y cada grupo debe tener sus celdas instaladas en charolas o bastidores individuales.

d) Celdas o baterías selladas. No se exigirá que las celdas y las baterías selladas de varios compartimientos construidas de material no conductor y resistente al calor, tengan un soporte aislante adicional. Las baterías con recipiente de material conductor deben tener un soporte aislante si existe tensión entre el recipiente y tierra.

480-7. Aislamiento de las baterías de más de 250 volts. A las baterías de acumuladores con celdas conectadas de modo que operen a tensiones nominales mayores a los 250 volts se les debe aplicar las disposiciones de 480-6 y además las disposiciones de esta sección. Las celdas deben estar instaladas en grupos con una tensión nominal total no mayor que 250 volts. El aislamiento, que puede ser el aire, se debe proporcionar entre los grupos, y debe haber una separación mínima de 5 centímetros entre las partes vivas de polaridad opuesta de la batería, para tensiones de batería que no excedan de 600 volts.

480-8. Charolas y bastidores. Las charolas y bastidores deben cumplir lo establecido en 480-8(a) y (b).

a) Bastidores. Tal como se exige en este Artículo, los bastidores son armazones rígidos diseñados para soportar celdas o charolas con celdas. Los bastidores deben ser sólidos y su construcción debe ser:

(1) En metal tratado de modo que resista la acción deteriorante del electrolito y dotado de elementos no conductores que sostengan directamente las celdas, o de un material aislante continuo, diferente de la pintura, sobre los elementos conductores.

(2) De otro material como fibra de vidrio o cualquier material no conductor adecuado.

b) Charolas. Las charolas son armazones, tales como huacales o cajas poco profundas generalmente de madera u otro material no conductor, construidas o tratadas de modo que resistan la acción deteriorante del electrolito.

480-9. Ubicación de las baterías. La ubicación de las baterías debe cumplir con lo establecido en 480-9(a), (b) y (c).

a) Ventilación. Se deben tomar medidas para que haya suficiente ventilación y difusión de los gases provenientes de las baterías, para prevenir la acumulación de una mezcla explosiva.

b) Partes vivas. La protección de las partes vivas debe cumplir con 110-27.

c) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo alrededor de los sistemas de baterías debe cumplir con 110-26. El espacio libre de trabajo se debe medir desde el borde del bastidor de la batería.

480-10. De ventilación.

a) Celdas ventiladas. Cada celda ventilada debe estar equipada con una ventila de alivio de presión para prevenir la acumulación excesiva de gases, o deben diseñarse para prevenir que las partes de las celdas se esparzan en el caso de la explosión de una celda debida a la ignición de los gases que haya dentro de la misma, bajo condiciones normales de operación.

b) Celdas selladas. Las baterías o celdas selladas deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión que prevenga la acumulación excesiva de presión del gas, o deben estar diseñadas de modo que prevengan la diseminación de los trozos de la celda en el caso de que ésta explote.

ARTICULO 490

EQUIPOS DE MAS DE 600 VOLTS NOMINALES

A. Generalidades

490-1. Alcance. Este Artículo trata de los requisitos generales para equipos que operan a más de 600 volts.

490-2. Definición.

Alta tensión. Para los propósitos de este Artículo, aquella mayor que 600 volts.

490-3. Equipo en aceite. La instalación de equipos eléctricos diferentes de los transformadores tratados en el Artículo 450, que contienen más de 38 litros de aceite inflamable por unidad, debe cumplir los requisitos de las Partes B y C del Artículo 450.

B. Equipo-Disposiciones específicas.

490-21. Dispositivos para interrupción de circuitos.

a) Interruptores automáticos.

1) Ubicación.

a. Los interruptores automáticos instalados en interiores se deben montar ya sea en unidades con envolvente metálico o en unidades montadas en celdas resistentes al fuego, o se permitirá su montaje abierto en lugares accesibles solamente a personal calificado.

b. Los interruptores automáticos usados para controlar los transformadores en aceite en una bóveda se deben localizar ya sea en la parte exterior de la bóveda del transformador o ser capaces de operar desde la parte exterior de la bóveda.

c. Los interruptores automáticos en aceite se deben disponer o ubicar de manera que las estructuras o materiales combustibles adyacentes queden resguardados de una manera aprobada.

2) Características de operación. Los interruptores automáticos deben tener el siguiente equipo o características de operación:

(1) Un medio mecánico accesible u otro medio identificado para disparo manual, independiente de la potencia de control.

(2) Deben ser de desenganche libre (de disparo libre).

(3) Si son capaces de abrir o cerrar manualmente mientras están energizados, los contactos principales deben operar independientemente de la velocidad de la operación manual.

(4) Un indicador mecánico de posición en el interruptor automático para mostrar la posición abierta o cerrada de los contactos principales.

(5) Un medio para indicar la posición abierta y cerrada del interruptor en el (los) punto(s) desde el(los) cual(es) se puede(n) operar.

3) Placa de características. Un interruptor automático debe tener una placa de características permanente y legible que incluya el nombre del fabricante o marca registrada, tipo o número de identificación del fabricante, valor nominal de corriente permanente, valor nominal de interrupción en megavoltamperes o amperes y el valor nominal máximo de tensión. La modificación de un interruptor automático, que afecte su valor nominal, debe ir acompañada por un cambio adecuado en la información de la placa de características.

4) Valor nominal. Los interruptores automáticos deben tener los siguientes valores nominales:

(1) El valor nominal de corriente permanente de un interruptor automático no debe ser menor a el valor corriente permanente máxima a través del interruptor automático.

(2) El valor nominal de interrupción de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla máxima que se le exigirá interrumpir a dicho dispositivo, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

(3) El valor nominal de cierre de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla asimétrica máxima en la cual dicho interruptor puede ser cerrado.

(4) El valor nominal momentáneo de un interruptor automático no debe ser menor a la corriente de falla asimétrica máxima en el punto de instalación.

(5) La tensión nominal máxima de un interruptor automático no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

b) Fusibles y portafusibles de potencia.

1) Uso. Cuando se usan fusibles para proteger los conductores y el equipo, se debe instalar un fusible en cada conductor no puesto a tierra. Se permitirá usar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos fusibles tienen idénticos valores nominales y están instalados en un montaje común identificado que posee conexiones eléctricas para dividir la corriente equitativamente. Los fusibles de potencia de tipo ventilado no se deben usar en interiores, en subterráneos ni en envolventes metálicos a menos que estén identificados para este uso.

2) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los fusibles de potencia no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que el fusible interrumpa, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

3) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima no debe ser menor a la tensión máxima del circuito. Los fusibles que tienen una tensión de operación mínima recomendada no se deben utilizar por debajo de este valor.

4) Identificación de montaje de fusibles y de unidades de fusibles. Los montajes y las unidades de fusibles deben tener placas de características legibles y permanentes que indiquen el tipo o designación dado por el fabricante, el valor nominal de corriente permanente, el valor nominal de interrupción de corriente y el valor nominal de tensión máxima.

5) Fusibles. Los fusibles que expulsan flama al abrir el circuito deben estar diseñados o dispuestos de manera que funcionen apropiadamente sin peligro para las personas y la propiedad.

6) Portafusibles. Los portafusibles deben estar diseñados o instalados de manera que estén desenergizados mientras se reemplaza un fusible.

Excepción: Se permitirá el uso de fusibles y portafusibles diseñados para permitir el reemplazo de los fusibles por personas calificadas que utilicen equipo diseñado para ese propósito sin desenergizar el portafusible.

7) Fusibles de alta tensión. Los tableros y las subestaciones con envolvente metálico que utilizan fusibles de alta tensión deben estar equipados con un seccionador accionado en grupo. La separación de los fusibles del circuito se brindará ya sea conectando un interruptor entre la fuente y los fusibles o mediante una construcción de tipo interruptor deslizable y fusible. El interruptor debe ser de tipo interruptor bajo carga a menos que esté enclavado mecánica o eléctricamente con un dispositivo interruptor bajo carga dispuesto para reducir la carga a la capacidad de interrupción del interruptor.

Excepción: Se permitirá más de un interruptor como el medio de desconexión de un juego de fusibles, cuando dichos interruptores están instalados para brindar conexión con más de un juego de conductores de alimentación. Los interruptores deben estar enclavados mecánica o eléctricamente para permitir el acceso a los fusibles solamente cuando todos los interruptores están abiertos. En los fusibles se debe colocar un aviso ostensible que indique la presencia de más de una fuente.

c) Cortacircuitos de distribución y eslabones fusibles de tipo expulsión.

1) Instalación. Los cortacircuitos deben estar localizados de manera que se puedan operar y cambiar los fusibles fácilmente y con seguridad, y de modo que los gases de escape de los fusibles no pongan en peligro a las personas. Los cortacircuitos de distribución no se deben usar en interiores, en subterráneos o en envolventes metálicos.

2) Operación. Cuando los cortacircuitos con fusibles no son adecuados para interrumpir el circuito manualmente mientras conducen toda la carga, se debe instalar un medio aprobado para interrumpir la carga total. A menos que los cortacircuitos con fusible estén enclavados con el interruptor para impedir la apertura de los cortacircuitos bajo carga, se debe colocar un aviso ostensible en estos cortacircuitos que indique no se deben operar bajo carga.

3) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los cortacircuitos de distribución no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que interrumpa el cortacircuito, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

4) Valor nominal de tensión. El valor de tensión nominal máximo de los cortacircuitos no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

5) Identificación. Los cortacircuitos de distribución deben tener en el cuerpo, puerta o tubo portafusible, una placa de características legible y permanente o una identificación que incluya el tipo o designación dado por el fabricante, el valor nominal de corriente permanente, el valor nominal de tensión máxima y el valor nominal de interrupción.

6) Eslabones fusibles. Los eslabones fusibles deben tener una identificación legible y permanente que indique el valor nominal de corriente permanente y el tipo de fusible.

7) Estructura montada en exteriores. La altura de los cortacircuitos montados en estructuras en exteriores debe proporcionar la distancia de seguridad entre las partes energizadas más bajas (en posición abierta o cerrada) y las superficies sobre las cuales pueda estar de pie una persona, de acuerdo con 110-34(e).

d) Cortacircuitos en aceite

1) Valor nominal de corriente permanente. El valor nominal de corriente permanente de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la corriente permanente máxima a través del cortacircuito.

2) Valor nominal de interrupción. El valor nominal de interrupción de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la corriente máxima de falla que se requiere que el cortacircuito en aceite interrumpa, incluidas las contribuciones de todas las fuentes de energía conectadas.

3) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima de los cortacircuitos en aceite no debe ser menor a la tensión máxima del circuito.

4) Valor nominal de cierre de fallas. Los cortacircuitos en aceite deben tener un valor nominal de cierre de fallas no menor a la corriente de falla asimétrica máxima que puede ocurrir en el sitio del cortacircuito, a menos que la existencia de enclavamientos o procedimientos de operación adecuados impidan la posibilidad de cierre en una falla.

5) Identificación. Los cortacircuitos en aceite deben tener una placa de características legible y permanente que incluya la corriente nominal permanente, la tensión nominal máxima y la corriente nominal de interrupción.

6) Eslabones fusibles. Los eslabones fusibles deben tener una identificación permanente y legible que indique la corriente nominal permanente.

7) Ubicación. Los cortacircuitos se deben ubicar de manera que sean accesibles de manera fácil y segura para la reposición de los fusibles. La parte superior del cortacircuito no debe estar a más de 1.50 metros sobre el suelo o plataforma.

8) Envolvente. Se deben colocar barreras o envolventes adecuadas para evitar el contacto con partes energizadas o cables no blindados de cortacircuitos en aceite.

e) Interruptores bajo carga. Se permitirán interruptores bajo carga cuando se usen fusibles o interruptores automáticos junto con estos dispositivos para interrumpir las corrientes de falla. Cuando estos dispositivos se usen en combinación, deben estar coordinados eléctricamente, de manera que soportar con seguridad los efectos del cierre, conducción o interrupción de todas las corrientes posibles hasta el valor nominal máximo de cortocircuito asignada.

Cuando se instale más de un interruptor con terminales de carga interconectados para proporcionar la conexión alterna a diferentes conductores de alimentación, cada interruptor debe llevar un aviso ostensible que identifique este peligro.

1) Valor nominal de corriente permanente. El valor nominal de corriente permanente de los interruptores debe ser igual o exceder la corriente permanente máxima en el punto de instalación.

2) Valor nominal de tensión. El valor nominal de tensión máxima de los interruptores debe ser igual o exceder la tensión máxima del circuito.

3) Identificación. Los interruptores desconectadores deben tener una placa de características permanente y legible que incluya la siguiente información: tipo o designación dada por el fabricante, valor nominal de corriente permanente, valor nominal de interrupción de corriente, valor nominal de cierre de falla y el valor nominal de tensión máxima.

4) Interrupción de los conductores. El mecanismo de interrupción debe estar dispuesto para ser operado desde un lugar en donde el operador no esté expuesto a las partes energizadas, y se debe disponer de manera que abra simultáneamente todos los conductores de fase del circuito, con una operación. Los interruptores deben estar preparados para ser bloqueados en la posición abierta. Los interruptores con envolvente metálico deben ser operables desde el exterior del envolvente.

5) Energía almacenada para la apertura. Se permitirá que el operador de energía almacenada quede en la posición sin carga después de que el interruptor ha sido cerrado, si un solo movimiento de la manija de operación carga el operador y abre el interruptor.

6) Terminales de alimentación. Las terminales de alimentación de los interruptores desconectadores con fusibles se deben instalar en la parte superior del envolvente del interruptor o, si las terminales están ubicadas en cualquier otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que las herramientas o fusibles caigan sobre las partes energizadas.

490-22. Medios de seccionamiento. Se deben suministrar los medios de separar completamente un elemento de equipo de todos los conductores de fase. No se exigirá el uso de seccionadores cuando hay otras formas de desenergizar el equipo para su inspección y reparación, tales como unidades extraíbles en tableros en envolvente metálico y unidades de carritos de paneles removibles.

Los interruptores de seccionamiento no enclavados con un dispositivo aprobado de interrupción del circuito, deben tener un anuncio que advierta contra la apertura de éstos bajo carga.

Se permitirá como interruptor de seccionamiento un portafusibles y un fusible diseñados para este propósito.

490-23. Reguladores de tensión. La secuencia de desconexión apropiada para los reguladores se debe asegurar mediante el uso de uno de los siguientes:

(1) Interruptor de derivación para regulador con secuencia mecánica.

(2) Enclavamientos mecánicos.

(3) Un procedimiento de desconexión presentado en forma notoria en el lugar de la desconexión.

490-24. Espacio de separación mínima. En instalaciones montadas en campo, la separación mínima de aire entre conductores desnudos vivos y entre estos conductores y las superficies adyacentes puestas a tierra, no debe ser menor a los valores presentados en la Tabla 490-24. Estos valores no se deben aplicar a porciones interiores o a terminales exteriores de equipo diseñado, fabricado y probado de acuerdo con normas nacionales aceptadas.

Tabla 490-24.- Espacio mínimo de seguridad de las partes vivas

Valor nominal de tensión (kV)	Nivel Básico de impulso, BIL (kV)		Distancia mínima de seguridad de las partes vivas			
			Fase a fase		Fase a tierra	
	Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores	Interiores	Exteriores
			Centímetros			
2.40 — 4.16	60	95	11.5	18	80	15.5
7.2	75	95	14	18	105	15.5
13.8	95	110	19.5	30.5	130	18
14.4	110	110	23	30.5	170	18
23	125	150	27	38.5	190	25.5
34.5	150	150	32	38.5	245	25.5
	200	200	46	46	335	33.5
46	—	200	—	46	—	33.5
	—	250	—	53.5	—	43.5
69	—	250	—	53.5	—	43.5
	—	350	—	79	—	63.5
115	—	550	—	135	—	107
138	—	550	—	135	—	107
	—	650	—	160.5	—	127
161	—	650	—	160.5	—	127
	—	750	—	183	—	147.5
230	—	750	—	183	—	147.5
	—	900	—	226.5	—	180.5
	—	1050	—	267	—	211

Los valores dados corresponden a las distancias mínimas de seguridad para partes rígidas y conductores desnudos en condiciones de servicio favorables. Estas distancias se deben aumentar para condiciones de movimiento de los conductores o bajo condiciones de servicio desfavorables, o cuando las limitaciones de espacio lo permitan. La selección de la tensión de impulso no disruptivo asociado para una tensión del sistema particular, se determina por las características del equipo de protección contra sobretensiones.

C. Equipo – Tablero de potencia con envolvente metálico y ensambles de control industrial

490-30. Generalidades. Esta parte comprende ensambles de equipos de tableros de potencia con envolvente metálico y de control industrial que incluyen, pero no limitados a interruptores, dispositivos de interrupción y su control, equipos de medición, equipos de protección y regulación, cuando son parte integral del ensamble con interconexiones asociadas y estructuras de soporte. Esta parte también incluye ensambles de equipos de tableros de potencia con envolvente metálico que forman parte de subestaciones unitarias, centros de potencia o equipo similar.

490-31. Disposición de los dispositivos en los ensambles. La disposición de los dispositivos en los ensambles debe ser tal, que los componentes individuales puedan llevar a cabo con seguridad su función prevista sin afectar desfavorablemente la operación segura de los otros componentes en el ensamble.

490-32. Resguardo de partes energizadas a alta tensión dentro de un envolvente. Cuando se requiere acceso para un propósito diferente al de inspección visual, a un compartimiento que contiene partes energizadas a alta tensión, se deben suministrar barreras para evitar el contacto accidental por parte de personas, herramientas u otros equipos con las partes energizadas. Las partes vivas expuestas sólo se deben permitir en compartimientos accesibles a personas calificadas. Los fusibles y portafusibles diseñados para permitir su reemplazo futuro sin desenergizar el portafusible, solamente se permitirán para uso por personas calificadas.

490-33. Resguardo de partes energizadas que operan a 600 volts, nominales o menos dentro de un compartimiento. Las partes desnudas energizadas montadas en puertas se deben resguardar cuando la puerta se deba abrir para mantenimiento del equipo o para la remoción del equipo extraíble.

490-34. Espacio libre para conductores de cable que entran en envolventes. El espacio no obstruido opuesto a las terminales u opuestos a las canalizaciones o cables que entran en un equipo de desconexión o ensamble de control deben ser adecuados para el tipo de conductor y el método de terminación.

490-35. Accesibilidad a las partes energizadas.

a) Equipo de alta tensión. Las puertas que brinden acceso a personal no calificado a partes energizadas a alta tensión deben estar cerradas con llave.

b) Equipo de control. El equipo de control, los relevadores, los motores y similares que operan a 600 volts o menos, no se deben instalar en compartimientos con partes expuestas energizadas a alta tensión, o alambrado a alta tensión, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) El medio de acceso esté enclavado con el interruptor de alta tensión o el medio de desconexión para evitar la apertura o remoción del medio de acceso.

(2) El interruptor de alta tensión o el medio de desconexión estén en una posición de seccionamiento.

c) Instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calentadores de ambiente. Se permitirá instalar instrumentos de alta tensión o transformadores de control y calentadores de ambiente en el compartimiento de alta tensión sin restricciones de acceso fuera de las que se aplican generalmente a compartimientos de alta tensión.

490-36. Puesta a tierra. Los bastidores de los equipos de tablero de distribución y ensambles de control se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o, cuando así se permita, al conductor puesto a tierra.

490-37. Puesta a tierra de dispositivos. Los chasises metálicos, los bastidores metálicos o ambos, así como instrumentos, relevadores, medidores y transformadores para instrumentos y de control, localizados en el equipo de desconexión o control, o sobre ellos, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos o, cuando así se permita, al conductor puesto a tierra.

490-38. Bloqueo para puerta y placas de cubierta. Las puertas o cubiertas externas abisagradas deben tener bloqueos para mantenerlas abiertas. Las placas de cubierta proyectadas para ser retiradas para la inspección de las partes energizadas o el alambrado deben tener manijas elevadoras y no deben tener más de 1.10 m^2 de área, 27 kilogramos de peso, a menos que estén abisagradas y atornilladas o con cerradura.

490-39. Descarga de gas de los dispositivos de interrupción. El gas descargado durante la operación de los dispositivos de interrupción se debe dirigir de manera que no ponga en peligro al personal.

490-40. Ventanas de inspección visual. Las ventanas previstas para la inspección visual de interruptores desconectadores u otros dispositivos deben ser de un material transparente adecuado.

490-41. Ubicación del equipo de control industrial. El equipo de control industrial operado de forma rutinaria debe cumplir con los requisitos de (a), a no ser que se opere con poca frecuencia, tal como se cubre en 490-41(b).

a) Pulsadores o manijas de los interruptores de transferencia para instrumentos y control. Las manijas o los botones pulsadores de los interruptores de transferencia para instrumentos y control, deben estar en un lugar de fácil acceso, a una altura no mayor que 2.00 metros.

Excepción: Las manijas de operación que requieren una fuerza mayor que 23 kilogramos se deben ubicar a una altura máxima de 1.70 metros en posición abierta o cerrada.

b) Dispositivos operados con poca frecuencia. Se permitirá ubicar las manijas de operación para dichos dispositivos operados con poca frecuencia, como fusibles extraíbles, transformadores de control o de potencial con fusible, y sus desconectadores primarios, y los interruptores de transferencia de barras conductoras y los interruptores de aislamiento, en donde se puedan operar en forma segura y se pueda realizar el servicio técnico desde una plataforma portátil.

490-42. Enclavamientos–Interruptores desconectadores. Los interruptores desconectadores equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben tener enclavamientos mecánicos para impedir el acceso al compartimiento del interruptor, a menos que el mecanismo de almacenamiento de energía esté en la posición sin carga o de bloqueo.

490-43. Energía almacenada para la apertura. Se permitirá que el operador de energía almacenada quede en posición sin carga después de que el interruptor ha sido cerrado, si con un solo movimiento de la manija de operación se carga el operador y se abre el interruptor.

490-44. Interruptores desconectadores con fusible.

a) Terminales de alimentación. Las terminales de alimentación de los interruptores desconectadores con fusible se deben instalar en la parte superior del envolvente del interruptor o, si las terminales están ubicados en otra parte, el equipo debe tener instaladas barreras para impedir que las personas entren en contacto accidentalmente con partes energizadas o que herramientas o fusibles caigan en las partes energizadas.

b) Retroalimentación. Cuando los fusibles puedan ser energizados por el lado carga (retroalimentación), se debe colocar un anuncio en la puerta de la envolvente que identifique este peligro.

c) Mecanismo de interrupción. El mecanismo de interrupción se debe disponer para ser operado desde un lugar externo al envolvente en donde el operador no esté expuesto a las partes energizadas, y se debe disponer de manera que con una operación abra simultáneamente todos los conductores de fase del circuito. Los interruptores se deben poder bloquear en la posición abierta. El medio para el bloqueo debe permanecer en su lugar con o sin el candado instalado.

490-45. Enclavamientos-Interruptores automáticos.

a) Interruptores automáticos. Los interruptores automáticos equipados con mecanismos de almacenamiento de energía deben estar diseñados para impedir la liberación de la energía almacenada, a menos que el mecanismo haya sido cargado completamente.

b) Enclavamientos mecánicos. Se deben proporcionar enclavamientos mecánicos en el chasis para evitar que el interruptor automático sea retirado completamente del chasis cuando el mecanismo de almacenamiento de energía está en la posición completamente cargada, a menos que se suministre un dispositivo adecuado para bloquear la función de cierre del interruptor automático antes de que sea retirado completamente.

490-46. Bloqueo del interruptor automático. Los interruptores automáticos deben poder bloquearse en la posición abierta o, si se instalan en mecanismos de extracción, el mecanismo debe poder bloquearse en la posición en que no se pueda mover a la posición conectada. En cualquiera de los casos, el medio para el bloqueo debe permanecer en su lugar con o sin el candado instalado.

490-47. Equipo de acometida con envolvente metálico y tableros con armadura metálica. Los equipos de tableros con envolvente metálico y tableros con armadura metálica instalados en equipos de acometida de alta tensión deben incluir una barra conductora de puesta a tierra para la conexión de los blindajes del cable de acometida y para facilitar la conexión de puestas a tierra de seguridad para la protección del personal. Esta barra conductora se debe extender hacia el interior del compartimiento donde terminan los conductores de acometida.

D. Equipo móvil y portátil

490-51. Generalidades

a) Cobertura. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a instalaciones y uso de distribución de potencia de alta tensión y al equipo de utilización portátil o móvil, o ambos, tales como subestaciones y gabinetes con interruptores montados en patines, remolques o plataformas de ferrocarril; palas móviles, cables de arrastre, grúas, montacargas, taladros, dragas, compresores, bombas, bandas transportadoras, excavadoras subterráneas y equipos similares.

b) Otros requisitos. Los requisitos de esta parte deben ser adicionales o modificar los establecidos en los Artículos 100 a 725 de esta NOM. Se debe prestar atención especial al Artículo 250.

c) Protección. Se deben suministrar envolventes o protección adecuada, o ambos, para proteger los equipos portátiles y móviles contra el daño físico.

d) Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión para equipo de alta tensión móvil y portátil, de acuerdo con los requisitos de la Parte H del Artículo 230 y deben desconectar todos los conductores de fase de fase.

490-52. Protección contra sobrecorriente. Los motores que accionan un sólo o múltiples generadores de corriente continua que alimentan un sistema de operación sobre una base de carga cíclica no requieren protección contra sobrecarga, siempre y cuando el valor nominal térmico del motor de accionamiento de corriente alterna no se pueda exceder bajo ninguna condición de operación. Los dispositivos de protección del circuito derivado deben proporcionar la protección contra cortocircuito y rotor bloqueado, y se permitirá que sea externo al equipo.

490-53. Envolventes. Todas las partes de interrupción y de control energizadas se deben encerrar en gabinetes o envolventes metálicos puestos a tierra. Estos gabinetes o envolventes deben estar marcados por algo como: **"PELIGRO - ALTA TENSION–MANTENGASE ALEJADO"** y deben estar cerrados con cerradura, de manera que sólo personas autorizadas y calificadas puedan entrar. Los medios de operación de los interruptores automáticos y del equipo de protección se deben proyectar a través del gabinete o el envolvente metálico, de manera que estas unidades se puedan reposicionar sin necesidad de abrir las puertas cerradas con cerradura. Se debe proporcionar un acceso razonablemente seguro para la operación normal de estas unidades con las puertas cerradas,.

490-54. Anillos colectores. Los ensambles de anillos colectores en máquinas de tipo rotatorio (palas, dragas, etc.) se deben resguardar para impedir el contacto accidental con partes energizadas por el personal que esté arriba o debajo de la máquina.

490-55. Conexiones de cables de potencia a máquinas móviles. Se debe proporcionar un envolvente metálico en la máquina móvil, para encerrar las terminales del cable de potencia. El envolvente debe incluir terminales de conexión en el bastidor de la máquina para el conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de fase se deben fijar a aisladores o deben terminar en conectores aprobados de cable de alta tensión (que incluyen conectores del conductor de puesta a tierra de equipos) del valor adecuado de tensión y corriente nominales. El método usado de terminación del cable debe impedir cualquier esfuerzo o tracción en el cable, proveniente de los esfuerzos de las conexiones eléctricas. El envolvente se debe poder bloquear, de manera que sólo pueda abrirlo personal autorizado y calificado, y deberá estar marcado por algo como:

PELIGRO–ALTA TENSION-MANTENGASE ALEJADO

490-56. Cable portátil de alta tensión para el suministro principal de energía. El cable flexible de alta tensión, que suministra energía a equipo portátil o móvil, debe cumplir con el Artículo 250 y con el Artículo 400, Parte C.

E. Calderas de tipo electrodo.

490-70. Generalidades. Las disposiciones de esta parte se deben aplicar a calderas que operan a más de 600 volts, en las cuales el calor es generado por el paso de corriente entre electrodos, a través del líquido que está siendo calentado.

490-71. Sistema de alimentación eléctrica. Las calderas de tipo electrodo se deben alimentar solamente desde un sistema de 3 fases, 4 hilos en estrella, sólidamente puesto a tierra, o de transformadores de aislamiento dispuestos para proporcionar dicho sistema. Las tensiones del circuito de control no deben exceder de 150 volts, deben ser suministradas por un sistema puesto a tierra y deben tener los controles en el conductor de fase.

490-72. Requisitos de los circuitos derivados

a) Valor nominal. Cada caldera debe ser alimentada por un circuito derivado individual con un valor nominal no menor al 100 por ciento de la carga total.

b) Dispositivo de interrupción de fallas. El circuito se debe proteger mediante un dispositivo trifásico de disparo automático, se permitirá que dicho dispositivo cierre automáticamente el circuito al dejar de existir la sobrecarga, pero no debe cerrar el circuito después de una falla.

c) Protección contra fallas en la fase. En cada fase se debe suministrar protección contra fallas en la fase, que consiste en un relevador separado de protección contra sobrecorriente en la fase conectado a un transformador de corriente separado en la fase.

d) Detección de corriente de tierra. Se debe suministrar un medio para la detección de la suma de las corrientes del conductor del neutro y del conductor de puesta a tierra de equipos, el cual debe disparar el dispositivo de interrupción del circuito, si la suma de esas corrientes excede el mayor valor entre 5 amperes o 7.50 por ciento de la corriente de plena carga de la caldera, durante 10 segundos, o excede un valor instantáneo del 25 por ciento de la corriente de plena carga de la caldera.

e) Conductor del neutro puesto a tierra. El conductor del neutro puesto a tierra:

(1) Debe estar conectado al recipiente de presión que contiene los electrodos.

(2) Debe estar aislado para 600 volts mínimo.

(3) Debe tener como mínimo la ampacidad del mayor conductor de fase del circuito derivado.

(4) Debe estar instalado con los conductores de fase de fase en la misma canalización, cable o charola portacables o, cuando está instalado como conductor abierto, debe estar en proximidad estrecha con los conductores de fase de fase.

(5) No se debe usar para ningún otro circuito.

490-73. Control del límite de presión y de temperatura. Cada caldera debe estar equipada con un medio para limitar la temperatura o la presión máximas, o ambas, interrumpiendo directa o indirectamente el flujo de corriente a través de los electrodos. Estos medios deben ser adicionales a los sistemas de regulación de presión o de temperatura, o ambos, y a las válvulas de seguridad o de alivio de presión.

490-74. Unión. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de la caldera y las estructuras o equipos metálicos asociados y expuestos, se deben unir al recipiente de presión o al conductor del neutro al cual dicho recipiente está conectado de acuerdo con 250-102, excepto que la ampacidad del puente de unión no debe ser menor a la ampacidad del conductor del neutro.

CAPITULO 5

AMBIENTES ESPECIALES

ARTICULO 500

AREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS), CLASES I, II y III, DIVISIONES 1 y 2.

500-1. Alcance - Artículos 500 a 504. Los Artículos 500 a 504 cubren los requisitos para equipo eléctrico, electrónico y alambrado, para todas las tensiones eléctricas, en áreas Clase 1, Divisiones 1 y 2; Clase II, Divisiones 1 y 2 y Clase III, Divisiones 1 y 2, en donde pueda existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles o fibras o partículas combustibles o de fácil ignición dispersas en el aire.

NOTA 1: Los peligros asociados con agentes explosivos, pirotécnicos y de demolición no se tratan en este Artículo.

NOTA 2: Véase el Artículo 505 para los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y para el alambrado a todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Zona 0, Zona 1 y Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables.

NOTA 3: Ver el Artículo 506 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y de alambrado, para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a polvos combustibles o fibras o partículas inflamables.

500-2 Definiciones. Para los fines de los Artículos 500 a 504 y de los Artículos 510 a 516, se aplican las siguientes definiciones:

A prueba de ignición de polvo: Equipo encerrado de manera que excluye polvos, y no permite que arcos, chispas o el calor generado o liberado dentro de la envolvente, produzcan la ignición de polvos suspendidos o acumulados en el exterior sobre o en la cercanía de la envolvente.

Alambrado no incendiario instalado en campo: Alambrado que entra o sale de la envolvente de un equipo y, bajo condiciones normales de funcionamiento del equipo, no tiene la capacidad de producir la ignición de la mezcla inflamable de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire debido a la presencia de arcos o efectos térmicos. El funcionamiento normal incluye la apertura, cortocircuito o puesta tierra del alambrado instalado en campo.

Aparato a prueba de explosión: Aparato contenido en una envolvente que puede soportar la explosión de un gas o vapor específicos que puede ocurrir en su interior y que puede evitar la ignición de un gas o vapor especificado alrededor de la envolvente debido a chispas, arcos eléctricos o explosiones del gas o vapor en su interior y que funciona a una temperatura exterior tal que una atmósfera inflamable circundante no se encenderá debido a dicha temperatura.

Aparato con alambrado no incendiario instalado en campo: Aparato proyectado para ser conectado al alambrado no incendiario instalado en campo.

Aparatos asociados, con alambrado no incendiario instalado en campo: Aparato en el cual los circuitos no necesariamente son no incendiarios en sí mismos, pero que afectan la energía en los circuitos no incendiarios de alambrado instalado en campo y en los que se confía para mantener los niveles de energía no incendiaria. Los aparatos asociados con alambrado no incendiario instalado en campo pueden ser cualquiera de los siguientes:

(1) Aparatos eléctricos que tienen un tipo alternativo de protección para ser usado apropiadamente en el lugar peligroso (clasificado).

(2) Aparatos eléctricos sin dicha protección que no se deben utilizar en un lugar peligroso (clasificado).

NOTA: Los aparatos asociados con alambrado no incendiario instalado en campo tienen conexiones para aparatos asociados con alambrado no incendiario instalado en campo diseñadas para aparatos con alambrado no incendiario instalado en campo y también pueden tener conexiones para otros aparatos eléctricos.

Circuito no incendiario: Circuito, que no es alambrado en campo, en el cual cualquier arco o efecto térmico producido bajo las condiciones de funcionamiento previstas del equipo, no tiene la capacidad, bajo condiciones de prueba especificadas, de producir la ignición de las mezclas inflamables de: gas y aire, vapor y aire o polvo y aire.

Componente no incendiario: Componente que tiene contactos para establecer o interrumpir un circuito incendiario y el mecanismo de contactos está elaborado de tal manera que el componente no tenga la capacidad de producir la ignición de la mezcla inflamable especificada de gas y aire o vapor y aire. La envolvente de un componente no incendiario no está proyectada para evitar el ingreso de la atmósfera inflamable, ni para contener una explosión.

Equipo eléctrico y electrónico: Materiales, accesorios, dispositivos, aparatos y similares que forman parte de una instalación eléctrica o se conectan a ella.

NOTA: El equipo portátil o transportable que tiene su fuente de alimentación interna, como por ejemplo el equipo operado por batería, potencialmente podría convertirse en fuente de ignición en lugares peligrosos (clasificados).

Equipo no incendiario: Equipo que tiene circuitos eléctricos/electrónicos que no tienen la capacidad, bajo condiciones de funcionamiento normal, de producir la ignición de una mezcla inflamable especificada de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire, debido a la presencia de arco o de efectos térmicos.

Hermético al polvo: Envolventes construidas de tal forma que el polvo no entre a ellas, bajo condiciones de prueba especificadas.

Inmersión en aceite. Equipo eléctrico sumergido en un líquido protector de forma que una atmósfera explosiva, que pueda estar por encima de líquido o por fuera de la envolvente, no puede ser encendida.

Lugares no clasificados. Lugares que se ha determinado que no son Clase I, División 1; Clase I, División 2; Clase I, Zona 0; Clase I, Zona 1; Clase I, Zona 2; Clase II, División 1; Clase II, División 2; Clase III, División 1; Clase III, División 2; Zona 20, Zona 21; Zona 22, o cualquier combinación de ellas.

Plano de control: Plano u otro documento suministrado por el fabricante del aparato intrínsecamente seguro o asociado, o del aparato no incendiario con alambrado instalado en campo o del aparato asociado no incendiario con alambrado en campo, que detalla las interconexiones permitidas entre el aparato intrínsecamente seguro y el aparato asociado o entre los aparatos no incendiarios con alambrado instalado en campo y los aparatos asociados no incendiarios con alambrado instalado en campo.

Polvo combustible: Cualquier material sólido finamente dividido de 420 micrómetros de diámetro o menos y presenta peligro de fuego o explosión cuando está disperso y se enciende en el aire.

Purgado y presurizado. Proceso de (1) purgado, que proporciona a una envolvente con un gas protector con suficiente flujo y presión positiva para reducir la concentración de cualquier gas o vapor inflamable inicialmente presente hasta un nivel aceptable y (2) presurización, que proporciona a una envolvente con un gas protector con o sin flujo continuo a una presión suficiente para evitar la entrada de un gas o vapor inflamable, un polvo combustible o una fibra combustible.

Sellado herméticamente: Equipo sellado contra la entrada de una atmósfera externa cuando el sello está elaborado por fusión, por ejemplo, con soldadura blanda, soldadura fuerte, soldadura eléctrica o la fusión de vidrio con metal.

Sistema de detección de gas combustible: Técnica de protección que utiliza detectores estacionarios de gas en establecimientos industriales.

500-3. Otros Artículos. Excepto como se modifica en los artículos 500 hasta 504, todas las demás reglas aplicables contenidas en esta NOM deben aplicarse al equipo eléctrico y al alambrado instalado en áreas peligrosas (clasificadas).

500-4. Generalidades.

a) Documentación. Todas las áreas designadas como áreas peligrosas (clasificadas) deben estar debidamente documentadas. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

b) Referencias. En otras publicaciones se puede encontrar información importante, relacionada con los temas cubiertos por el Capítulo 5.

NOTA 1: Para la evaluación de la conformidad de esta NOM las unidades de verificación deben estar familiarizadas con la experiencia de la industria y de la clasificación de las distintas áreas, la ventilación adecuada y la protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas. Para la clasificación de áreas peligrosas debe realizarse un análisis de cada local, área o sección individualmente, atendiendo a la concentración de los gases, vapores y polvos y a sus características de explosividad. Este análisis debe realizarse bajo supervisión de ingeniería y de expertos en la materia, debidamente calificados. Es responsabilidad del usuario o propietario de las instalaciones que la clasificación de las áreas sea realizada con la mayor precisión.

NOTA 2: Para información adicional sobre la clasificación de áreas peligrosas; clasificación de materiales inflamables; requisitos de instalaciones que por su naturaleza son áreas peligrosas (clasificadas); protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en áreas peligrosas (clasificadas); ventilación en áreas peligrosas (clasificadas); sistemas eléctricos para áreas peligrosas (clasificadas) en plataformas marinas petroleras y de gas; véase el apéndice B.

500-5 Clasificaciones de lugares.

a) Clasificaciones de lugares. Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades del gas inflamable, el vapor producido por líquido inflamable, los vapores producidos por líquidos combustibles, los polvos o fibras/partículas que puedan estar presentes, y similares con posibilidad de que estén presentes en concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares no deben ser clasificados. Para determinar su clasificación, cada cuarto o área se debe considerar individualmente.

NOTA: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas para lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente es posible ubicar la mayor parte de los equipos en un nivel más bajo de la clasificación o en un lugar no clasificado, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

Para cuartos y áreas que contienen sistemas de refrigeración con amoniaco, que están equipados con ventilación mecánica adecuada, se pueden clasificar como lugares “no clasificados”.

b) Lugares Clase I. Los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber en el aire gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I deben incluir los especificados en (1) y (2) siguientes.

1) Clase I, División 1. Un lugar Clase I, División 1, es un lugar:

(1) En el cual, en condiciones normales de funcionamiento, pueden existir concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles.

(2) En el cual, debido a operaciones de reparación, mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o líquidos combustibles por encima de sus puntos de ignición.

(3) En el cual la avería o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueden liberar concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico, de manera que provoque que el equipo eléctrico se convierta en la fuente de ignición.

NOTA 1: Esta clasificación incluye usualmente los siguientes lugares:

(1) Lugares en los que se trasiegan, de un recipiente a otro, líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables.

(2) El interior de cabinas de aplicación de pintura por rociado y las áreas en los alrededores de los lugares donde se realizan operaciones de pintura y rociado donde se usan solventes volátiles inflamables.

(3) Lugares que contienen tanques o recipientes abiertos con líquidos volátiles inflamables.

(4) Las cámaras o compartimentos de secado para la evaporación de solventes inflamables.

(5) Lugares en los que se encuentran equipos de extracción de grasas y aceites, que utilizan solventes volátiles inflamables.

(6) Secciones de plantas de limpieza y teñido en las que se utilizan líquidos inflamables.

(7) Cuartos de generadores de gases y otras áreas de plantas de fabricación de gases en las que se puedan producir fugas de gases inflamables.

(8) Cuartos de bombas para gases inflamables o para líquidos volátiles inflamables, que estén inadecuadamente ventilados.

(9) El interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper.

(10) Todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones inflamables de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal.

NOTA 2: En algunos lugares de la División 1 se pueden presentar concentraciones de gases o vapores inflamables, continuamente o durante periodos prolongados de tiempo. Algunos ejemplos incluyen los siguientes:

(1) El interior de envolventes mal ventiladas que contienen instrumentos que normalmente descargan gases o vapores inflamables hacia el interior de la envolvente.

(2) El interior de tanques ventilados que contienen líquidos volátiles inflamables.

(3) El área entre las partes externa e interna de secciones del techo de tanques con techo flotante que contienen fluidos volátiles inflamables.

(4) Las áreas mal ventiladas dentro de los lugares donde se realizan operaciones de recubrimiento o rociado con fluidos volátiles inflamables.

(5) El interior de un ducto de descarga que se utiliza para dar salida a las concentraciones combustibles de gases o vapores.

La experiencia ha demostrado que es prudente evitar totalmente la instalación de instrumentación u otros equipos eléctricos en todas estas áreas en particular. Sin embargo, cuando no se pueda evitar porque son esenciales para los procesos y no sea factible hacer la instalación en otros lugares (ver 500-5(a), NOTA), se deben utilizar equipos o instrumentos eléctricos aprobados para esa aplicación específica o que sean sistemas intrínsecamente seguros, como se describe en el Artículo 504.

2) Clase I, División 2. Un lugar Clase I, División 2, es un lugar:

(1) En el cual se manipulan, procesan o utilizan gases volátiles inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, pero en el que los líquidos, vapores o gases estarán confinados normalmente en contenedores cerrados o sistemas cerrados, de los que pueden escapar sólo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas, o si los equipos funcionan mal;

(2) En el cual las concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles se evitan normalmente mediante la ventilación mecánica positiva y el cual podría convertirse en peligroso por la falla u operación anormal del equipo de ventilación

(3) Que está adyacente a un lugar de la Clase I División 1, y al cual ocasionalmente se pueden comunicar concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, por encima de sus puntos de ignición, a menos que dicha comunicación se evite mediante un sistema de ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y que se proporcionen medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas de la ventilación.

NOTA 1: Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se utilizan líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables pero que, sólo resultarían peligrosos en caso de un accidente o de alguna condición de funcionamiento excepcional. Los factores que merecen consideración para establecer la clasificación y la extensión de cada lugar, son la cantidad de materiales inflamables que podrían escapar en caso de accidente, la suficiencia del equipo de ventilación, el área total involucrada y el historial de incendios o explosiones de esa industria o negocio.

NOTA 2: Las tuberías sin válvulas, retenes, medidores y dispositivos similares generalmente no dan lugar a condiciones peligrosas, aunque se utilicen para líquidos o gases inflamables. Dependiendo de factores tales como la cantidad y tamaño de los recipientes y de la ventilación, los lugares usados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos en recipientes sellados, se pueden considerar lugares peligrosos (clasificados) o lugares no clasificados.

c) Lugares Clase II. Un lugar de Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Los lugares Clase II deben incluir los especificados en (1) y (2) siguientes.

1) Clase II, División 1. Un lugar de Clase II, División 1 es un lugar:

(1) En el cual, en condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables; o

(2) En el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipos pueden causar que se produzcan mezclas explosivas o inflamables y en el que además, puede haber una fuente de ignición debido a la falla simultánea de los equipos eléctricos, la operación de los dispositivos de protección o por otras causas, o

(3) En el que puede haber polvos combustibles del grupo E, en cantidades suficientes para ser peligrosos.

NOTA: Son particularmente peligrosos los polvos que contienen magnesio o aluminio, por lo que se deben tomar las máximas precauciones para evitar su ignición y explosión.

2) Clase II, División 2. Un lugar de Clase II, División 2 es un lugar:

(1) En el que puede haber polvo combustible en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables, debido a operaciones anormales.

(2) En donde hay acumulación de polvo combustible pero es insuficiente para interferir con la operación normal del equipo eléctrico u otros aparatos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como resultado de un mal funcionamiento de los equipos de manipulación o de proceso.

(3) En el que la acumulación de polvo combustible sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para interferir con la disipación segura del calor de dichos equipos, o puede ser inflamable por la operación anormal o falla de los equipos eléctricos.

NOTA 1: Los factores que merecen tenerse en cuenta para establecer la clasificación de un lugar y que pueden dar como resultado un área no clasificada son, la cantidad de polvo combustible que pueda estar presente y la suficiencia de los sistemas de eliminación del polvo.

NOTA 2: Cuando algunos productos, como las semillas, son manipulados de modo que producen poca cantidad de polvo, la cantidad de polvo depositado puede no justificar la clasificación del lugar.

d) Lugares Clase III. Los lugares de Clase III son aquellos que resultan peligrosos por la presencia de fibras fácilmente inflamables o cuando se manipulan, fabrican o utilizan materiales que producen partículas combustibles, pero en el que no es probable que tales fibras/partículas estén en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. Los lugares Clase III deben incluir los especificados en (1) a (2) siguientes:

1) Clase III, División 1. Un lugar de Clase III, División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras/partículas fácilmente inflamables.

NOTA 1: Esta clasificación incluye normalmente algunas secciones de fábricas de rayón, algodón y otras fábricas de textiles; plantas de fabricación y procesamiento de fibras/partículas combustibles; desmotadoras y molinos de semillas de algodón; plantas de procesamiento de lino; fábricas de vestidos; plantas de procesamiento de madera y establecimientos e industrias que involucran procesos o circunstancias peligrosas similares.

NOTA 2: Las fibras/partículas fácilmente inflamables son, entre otras, las de rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal o henequén, pita, ixtle, yute, cáñamo, estopa, fibra de cacao, estopa, guata de ceiba, musgo español, viruta de madera y otros materiales de naturaleza similar.

2) Clase III, División 2. Un lugar de Clase III, División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras/partículas fácilmente inflamables, en procesos diferentes de los de manufactura.

(Continúa en la Quinta Sección-Vespertina)

QUINTA SECCION
SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Sexta Sección)

(Viene de la Cuarta Sección-Vespertina)

500-6 Grupos de materiales. Para propósitos de prueba, aprobación y clasificación de áreas, las diferentes mezclas con aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar de acuerdo con (a) y (b) siguientes.

Excepción: Los equipos aprobados para un gas, vapor o polvo específicos.

NOTA: Este agrupamiento se basa en las características de los materiales

a) Clasificación de grupos en la Clase I. Los grupos de Clase I deben estar de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

NOTA 1: Las notas NOTA 2 y 3 se aplican al inciso (a).

NOTA 2: Las características explosivas de las mezclas de aire con gases o vapores varían según el material específico involucrado. Para los lugares de la Clase I, grupos A, B, C y D, la clasificación implica la determinación de la presión máxima de la explosión y de la separación máxima de seguridad entre las partes de una unión con abrazadera en una envolvente. Por lo tanto, es necesario que el equipo esté identificado no solamente para la clase sino también para el grupo específico del gas o vapor que estará presente.

NOTA 3: Algunas atmósferas químicas pueden tener características que exijan protección adicional a la exigida para cualquiera de los grupos de la Clase I. El bisulfuro de carbono es una de estas sustancias químicas, dada su baja temperatura de ignición (90 ºC) y la pequeña distancia en la junta permitida para detener la llama.

1) Grupo A. Acetileno.

2) Grupo B. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) menor o igual a 0.45 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) menor o igual a 0.40.

NOTA: Un material típico de la Clase I, Grupo B, es el hidrógeno.

Excepción 1: Se permitirá usar equipos del Grupo D en atmósferas con butadieno si todos los tubos conduit que entran al equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos del Grupo C en atmósferas que contengan éter alil glicidílico, éter de n-butilo glicidílico, óxido de etileno, óxido de propileno y acroleína, si todos los tubos conduit que entran al equipo a prueba de explosión están equipados con sellos a prueba de explosión instalados a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente.

3) Grupo C. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) mayor a 0.45 milímetros y menor o igual a 0.75 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC), mayor de 0.40 y menor o igual a 0.80.

NOTA: Un material típico del grupo C, Clase I, es el etileno.

4) Grupo D. Gas inflamable, vapor producido por un líquido inflamable, o vapor producido por un líquido combustible mezclado con aire que puede arder o explotar, que posee, o un valor máximo de abertura de seguridad experimental (MESG) mayor a 0.75 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor a 0.80.

NOTA: Un material típico de la Clase I, grupo D, es el propano.

b) Clasificación de grupos en la Clase II. Los grupos de Clase II deben estar de acuerdo con los incisos (1) a (3) siguientes-:

1) Grupo E. Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluyendo el aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles de partículas cuyo tamaño, abrasividad y conductividad presenten riesgos similares al usar equipos eléctricos.

NOTA: Algunos polvos metálicos pueden tener características que exijan medidas de seguridad superiores a las exigidas para atmósferas que contengan polvos de aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales. Por ejemplo, los polvos de circonio, torio y uranio tienen temperaturas de ignición extremadamente bajas (tan bajas como 20 °C) y energías mínimas de ignición más bajas que las de cualquier otro material de los grupos de Clase I o Clase II.

2) Grupo F. Atmósferas que contengan polvos carbonáceos combustibles que tengan más del 8 por ciento total de partículas volátiles atrapadas, o que han sido sensibilizados por otros materiales, de manera que presentan peligro de explosión. Los polvos de carbón, negro de carbón, carbón vegetal y coque son ejemplos de polvos carbonáceos.

3) Grupo G. Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los Grupos E o F, incluidos: harina, cereales, madera, plástico y productos químicos.

NOTA 2: Las características de explosión de las mezclas de aire y polvo varían con los materiales involucrados. En los lugares Clase II, grupos E, F y G, la clasificación incluye la hermeticidad de las uniones del ensamble y de las aberturas entre pisos para evitar la entrada de polvo en las envolventes a prueba de ignición de polvo, el acumulamiento de capas de polvo sobre los equipos que puede causar sobrecalentamiento, y la temperatura de ignición de los polvos. Por tanto, es necesario que los equipos estén identificados no sólo para lugares de una clase determinada, sino también para el grupo específico de polvos que puedan estar presentes en dichos lugares.

NOTA 3: Algunos tipos de polvos pueden requerir mayores precauciones debido a los fenómenos químicos que pueden dar lugar a la generación de gases inflamables.

500-7 Técnicas de protección. En los siguientes incisos (a) hasta (l) se indican las técnicas de protección aceptables para equipo eléctrico y electrónico en áreas peligrosas (clasificadas).

a) Equipos a prueba de explosión. Esta técnica de protección se permite para equipos instalados en áreas Clase I, División 1 y 2.

b) Equipo a prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase II, División 1 y 2.

c) Hermético al polvo. Se permite aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase II, División 2 o Clase III, División 1 y 2.

d) Purgado y presurizado. Esta técnica de protección se permite para equipo en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual esté identificado.

e) Intrínsecamente seguros Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 ó 2; Clase II, División 1 ó 2; o Clase III, División 1 ó 2. Las disposiciones de los artículos 501 al 503 y del 510 al 516 no deben ser consideradas aplicables a estas instalaciones, excepto lo exigido en el artículo 504. La instalación de equipo y alambrados intrínsecamente seguros deben cumplir con los requerimientos del artículo 504.

f) Circuito no incendiario. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase I, División 2, Clase II, División 2 y Clase III, División 1 ó 2.

g) Equipo no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

h) Componente no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

i) Inmersión en aceite. Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente en áreas Clase I, División 2 como se describe en 501-115(b)(1)(2).

j) Sellado herméticamente. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 ó 2.

k) Sistema de detección de gas combustible. Se permitirá un sistema de detección de gas como medio de protección en establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de

mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación. Donde se instale dicho sistema, se permitirá el equipo especificado en los incisos (1), (2) o (3) siguientes:

Cuando se usan los detectores de gas combustible como técnica de protección, deben estar documentados el tipo de equipo de detección, su aprobación, lugares de instalación, los criterios de alarma y de parada, así como la frecuencia con que se deben calibrar.

1) Ventilación inadecuada. En los lugares de Clase I, División 1 que se clasifican así debido a la ventilación no adecuada, se permitirán los equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, División 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

2) Interior de un edificio. En un edificio ubicado en un lugar Clase I, División 2 o con una abertura hacia este lugar, cuando el interior no contiene una fuente de gas o vapor inflamable, se permitirá usar equipos eléctricos para lugares no clasificados. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1 o Clase I, División 2, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

3) Interior de un panel de control. En el interior de un panel de control que contenga instrumentación que utilice o mida líquidos, gases o vapores inflamables, se permitirá usar equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, División 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, División 1, para el grupo adecuado de material y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

l) Otras técnicas de protección. Otras técnicas de protección utilizadas en equipo identificado para su uso en lugares peligrosos (clasificados).

500-8 Equipo. Los artículos 500 al 504 requieren que los equipos y la construcción de la instalación garanticen un funcionamiento seguro bajo condiciones de uso y mantenimiento adecuados.

NOTA 1: Es importante que los usuarios ejerzan un cuidado mayor que el ordinario con respecto a este tipo de instalaciones y su mantenimiento.

NOTA 2: Dado que no hay una relación consistente entre las propiedades explosivas y la temperatura de ignición, ambos son requisitos independientes.

NOTA 3: Las condiciones de bajas temperaturas ambientales requieren una consideración especial. El equipo a prueba de explosión o a prueba de ignición de polvo puede no ser apropiado para usarse en temperaturas menores de -25 C, a menos que esté aprobado para servicio en bajas temperaturas. Sin embargo, a bajas temperaturas ambientales, pueden no existir concentraciones inflamables de vapores en áreas clasificadas como Clase I, División 1, a temperatura ambiente normal.

a) Aprobado. El equipo identificado se debe determinar como aprobado mediante uno de los siguientes:

(1) Etiquetado del equipo.

(2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba calificado y certificado; o de una agencia de inspección involucrada en la evaluación de producto.

(3) Evidencia aceptable, como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir documentos que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

b) Aprobación de la Clase y de las propiedades.

1) Los equipos deben estar identificados no sólo para la clase del lugar correspondiente, sino también para las propiedades explosivas, combustibles o de ignición del vapor, gas, polvo, fibra/partícula específica que estará presente. Además, los equipos de Clase I no deben tener ninguna superficie expuesta que opere por encima de la temperatura de ignición del gas o vapor específico. Los equipos de Clase II no deben tener una temperatura externa mayor que la especificada en (d)(2) de esta sección. Los equipos de Clase III no deben exceder las temperaturas superficiales máximas especificadas en 503-5.

NOTA: Las luminarias y otros aparatos que producen calor, interruptores, los interruptores automáticos y clavijas y contactos, son fuentes potenciales de ignición y deben ser analizadas para determinar si son

apropiados para lugares clasificados. Estos tipos de equipos, así como las terminaciones de los cables para su entrada en las envolventes a prueba de explosión, están disponibles como aprobados para lugares Clase I, División 2. Sin embargo, los alambrados fijos pueden utilizar métodos de alambrado que no están evaluados con respecto a los lugares clasificados,. por lo tanto, los productos de alambrado, tales como cables, canalizaciones, cajas y accesorios no están marcados como adecuados para lugares Clase I, División 2. Ver también (c)(6)(a) de esta sección.

2) Se permitirá que equipos identificados para lugares de la División 1 se instalen en lugares de la División 2 de la misma clase, grupo y de la misma clase de temperatura y deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) o (b) siguientes, según se aplique.

(a) Se permitirá la instalación en lugares de la División 2, de aparatos intrínsecamente seguros que tengan un plano de control que exija la instalación de aparatos asociados para lugares de la División 1, si los mismos aparatos asociados son usados para la instalación en lugares de División 2

(b) El equipo que se exige que sea a prueba de explosión debe tener sellos de acuerdo con 501-15(a) o (d) cuando se emplean los métodos de alambrado de 501-10(b).

3) Cuando los Artículos 501 a 503 lo permiten específicamente, se permitirá instalar equipos de propósito general o que estén instalados en envolventes de propósito general en lugares de la División 2, si esos equipos no constituyen una fuente de ignición en condiciones normales de operación.

4) Los equipos que dependen de un solo sello de compresión, diafragma o tubo, para prevenir que los fluidos inflamables o combustibles entren al equipo, deben estar identificados para lugares Clase I, División 2, aún si están instalados en un lugar no clasificado. Los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 deben estar identificados para lugares Clase I, División 1.

NOTA: El equipo utilizado para la medición de flujo, es un ejemplo de un equipo con un solo sello de compresión, diafragma o tubo.

5) Si no se especifica otra cosa, se debe asumir que las condiciones normales de operación de los motores son las de funcionamiento estable, y a plena carga.

6) Cuando haya o pueda haber presentes, al mismo tiempo, gases inflamables, vapores producidos por líquido inflamable, vapores producidos por líquido combustible o polvos combustibles, se debe considerar la presencia simultánea de ambos elementos cuando se determine la temperatura de operación segura del equipo eléctrico.

NOTA: Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico involucrado.

c) Marcado. El equipo aprobado debe marcarse para indicar el ambiente para el cual fue evaluado. A menos que se permita o se especifique algo diferente en el inciso (6), el marcado debe incluir la información que se especifica en los incisos (1) a (5) siguientes:

1) Clase. El marcado debe especificar la clase o clases para las cuales el equipo es adecuado.

2) División. Si el equipo es adecuado únicamente para la División 2, el marcado debe especificar la división. Se permitirá omitir la marca de la división en el equipo adecuado para la División 1.

NOTA: El equipo que no tiene marca que indique una división o que esté marcado como “División 1” o “Div. 1”, es adecuado tanto para lugares de División 1 como de División 2; ver 500-8(b)(2). El equipo marcado como “División 2” o “Div. 2” es adecuado para lugares de División 2 únicamente.

3) Grupos de clasificación de materiales. El marcado debe especificar los grupos de clasificación de los materiales aplicables de acuerdo con 500-6.

Excepción: No se exigirá que se indique el grupo en las luminarias fijas marcadas para su uso únicamente en lugares Clase I, División 2 o Clase II, División 2.

4) Temperatura del equipo. El marcado debe especificar la clase de temperatura o la temperatura de operación para una temperatura ambiente de 40º C, o para una temperatura ambiente mayor si el equipo tiene el valor nominal y está marcado para una temperatura ambiente mayor que 40 ºC. La clase de temperatura, si se especifica, se debe indicar usando la clase de temperatura (Códigos T) que se presentan en la Tabla 500-8(c). Los equipos para Clase I y Clase II deben estar marcados con la temperatura máxima de funcionamiento

seguro, tal como se determina por la exposición simultánea a la combinación de condiciones de la Clase I y la Clase II.

Excepción: No se exigirá que tengan marcada la temperatura de funcionamiento ni la clase de temperatura los equipos del tipo que no generen calor, como las cajas de empalme, los tubos conduit y los accesorios, y los del tipo que producen calor con una temperatura máxima no mayor que 100 ºC.

NOTA: Pueden aparecer marcadas más de una clase de temperatura o temperatura de funcionamiento para gases y vapores, polvos, así como diversas temperaturas ambientales.

Tabla 500-8(c).- Clasificación de la temperatura superficial máxima

Temperatura máxima C	Número de identificación
450	T1
300	T2
280	T2A
260	T2B
230	T2C
215	T2D
200	T3
180	T3A
165	T3B
160	T3C
135	T4
120	T4A
100	T5
85	T6

5) Intervalo de temperatura ambiente. Para el equipo eléctrico diseñado para usarse a temperatura ambiente dentro del rango de -25 °C a + 40 °C no requiere que tenga marcada la temperatura ambiente. Para equipos con un rango de temperatura diferente de – 25 ºC a + 40 ºC. El marcado debe especificar el rango especial de temperaturas ambiente en grados Celsius. El marcado debe incluir uno de los símbolos “Ta” o “Tamb”.

NOTA: Como ejemplo, el marcado podría ser -30 ºC ≤ Ta ≤ + 40 ºC”.

6) Permisos especiales.

(a) Equipo de propósito general. No se exigirá que los equipos fijos de propósito general en lugares Clase I, distintos de las luminarias fijas, que sean aceptables para su uso en lugares Clase I, División 2, tengan marcada la clase, división grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

(b) Equipo hermético al polvo. No se exigirá que los equipos fijos herméticos al polvo, distintos de las luminarias fijas, que sean aceptables para su uso en lugares Clase II, División 2 y Clase III tengan marcada la clase, división, grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

(c) Aparatos asociados. Los aparatos asociados intrínsecamente seguros y los aparatos asociados con alambrado en campo no incendiario, que no están protegidos por un tipo alternativo de protección, no se deben marcar con la clase, división, grupo o clase de temperatura. Los aparatos asociados intrínsecamente seguros y los aparatos asociados con alambrado en campo no incendiario se deben marcar con la clase, división y grupo del aparato al cual se van a conectar.

(d) Aparatos sencillos. No se exigirá que un “aparato sencillo”, tal como se define en el Artículo 504, esté marcado con la clase, división, grupo, clase de temperatura o rango de temperatura ambiente.

d) Temperatura.

1) Temperatura Clase I: La temperatura marcada, según lo especificado en (c) anterior, no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se pueda encontrar en el área.

2) Temperatura Clase II. La temperatura marcada, según lo especificado en (c) anterior, debe ser menor que la temperatura de ignición del polvo específico que pueda encontrarse. Para los polvos orgánicos que se puedan deshidratar o carbonizar, la temperatura de marcado no debe exceder de la temperatura de ignición o 165 C.

Se debe suponer que la temperatura de ignición para la cual estaban anteriormente aprobados los equipos para este requisito, es como se indica en la Tabla 500-8(d)(2).

Tabla 500-8(d)(2).- Temperaturas Clase II

Grupo de Clase II	Equipo no sometido a sobrecarga	Equipo (tales como motores o transformadores de potencia) que puede ser sobrecargado	
		Operación normal	Operación anormal
	°C	°C	°C
E	200	200	200
F	200	150	200
G	165	120	165

e) Roscado. El roscado de las entradas de los equipos puede ser NPT o métrica. Los tubos conduit y los accesorios se deben apretar con llave de modo que se eviten las chispas cuando fluya una corriente de falla a través del sistema de tubos conduit y, donde sea aplicable, garantizar la integridad a prueba de explosiones del sistema de tubos conduit. Los equipos provistos con entradas roscadas para las conexiones del alambrado en campo se deben instalar de acuerdo con los incisos (1) o (2) y con (3) siguientes.

1) Equipo provisto con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios roscados NPT. Para equipos dotados con entradas roscadas NPT se debe utilizar tubo conduit, accesorios para tubo conduit o accesorios para cables, aprobados. Tales entradas se deben identificar como NPT o con el equipo se deben suministrar los adaptadores para permitir la conexión al tubo conduit o a los accesorios con rosca métrica.

Las entradas NPT roscadas en equipos a prueba de explosión se deben hacer con por lo menos 5 hilos totalmente introducidos.

Excepción: Para el equipo aprobado a prueba de explosión, las entradas NPT roscadas en fábrica se deben hacer con por lo menos 4 ½ hilos totalmente introducidos.

2) Equipo provisto con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios roscados métricos. En los equipos con entradas roscadas métricas, se debe utilizar tubo conduit, accesorios para tubo conduit o accesorios para cables, aprobados Se deben usar adaptadores para hacer la conexión de tubos conduit o accesorios con rosca NPT. Las entradas roscadas métricas en equipos a prueba de explosión se deben hacer con por lo menos 5 hilos totalmente introducidos para los Grupos C y D, y con por lo menos 8 hilos totalmente introducidos para los Grupos A y B.

3) Entradas que no se usen. Todas las entradas que no se utilicen deben ser cerradas con tapones aprobados. La colocación del tapón debe cumplir con el inciso (1) o (2) anteriores que aplique.

f) Cables de fibra óptica. Cuando un cable de fibra óptica contenga conductores capaces de conducir corriente, dicho cable se debe instalar de acuerdo con los requisitos de los Artículos 500, 501, 502 o 503, según sean aplicables.

500-9. Locales específicos. Los Artículos 510 al 517 tratan sobre los requisitos para los siguientes locales: garajes, hangares de aviación; gasolineras; plantas de almacenamiento masivo; procesos de aplicación de pintura por rociado, por inmersión y recubrimiento y centros para el cuidado de la salud.

ARTICULO 501

AREAS CLASE I

A. Generalidades

501-1 Alcance. El Artículo 501 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico, así como del alambrado para todas las tensiones en lugares Clase I, División 1 y 2 en los que puede existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables.

NOTA: Con respecto a los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) Zona 0, Zona 1 o Zona 2, donde puede existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables, consulte el Artículo 505.

501-5 Equipo para la zona. Se permitirá que los equipos marcados de acuerdo con 505-9(c)(2) para uso en lugares Zona 0, 1 ó 2, se instalen en lugares Clase I, División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada. Se permitirá que los equipos marcados de acuerdo con 505-9(c)(2) para uso en lugares Zona 0, se instalen en lugares Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada.

B. Alambrado

501-10. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) o (b) que se enuncian a continuación:

a) Clase I, División 1

1) Generalidades. En las áreas Clase I, División 1, se permitirán los métodos de alambrado que se especifican en (a) hasta (d) siguientes:

a. Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.

Excepción: Se permitirá usar tubo conduit tipo PVC y tubo conduit tipo RTRC, cuando esté recubierto por concreto con un espesor mínimo de 50 milímetros y que tenga una cubierta de cuando menos 60 centímetros medidos desde la parte superior del tubo conduit hasta el nivel del piso. Se permitirá omitir la envolvente de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de 514-8, Excepción 2 y de 515-8(a). Se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado para los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el piso. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

b. Cable del tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y soportar de manera que se eviten esfuerzos mecánicos en los accesorios terminales.

c. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. Los cables tipo MC y MC-HL deben ser instalados de acuerdo con las previsiones del Artículo 330, Parte B.

d. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables del tipo ITC-HL aprobados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación e instalados de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 727.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, como en terminales de motor, se permitirá usar accesorios flexibles aprobados para el lugar o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 501-140 terminado con conectores para cordón aprobados para el lugar.

3) Cajas y accesorios. Todas las cajas y los accesorios deben estar aprobados para lugares Clase I, División 1.

b) Clase I, División 2.

1) Generalidades. En los lugares Clase I, División 2, se permitirán los siguientes métodos de alambrado:

(1) Todos los métodos de alambrado permitidos en 501-10(a).

(2) Electroductos (busway) encerrados y con empaques, ductos de alambrado encerrados y con empaques.

(3) Cables del tipo PLTC y tipo PLTC-ER que cumplan lo establecido en el Artículo 725, incluyendo la Instalación en sistemas de charolas portacables. El cable deberá estar terminado con accesorios aprobados.

(4) Cables tipo ITC y tipo ITC-ER según lo permitido en 727-4 y terminados con accesorios aprobados.

(5) Cables de los tipos MC, MV o TC incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. El cable deberá estar terminado con accesorios aprobados.

(6) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación y donde el tubo conduit metálico no brinda suficiente resistencia a la corrosión, se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), codos elaborados en fábrica y los accesorios asociados, todos marcados con el sufijo –XW, y el tubo conduit de PVC Cédula 80, los codos elaborados en fábrica y los accesorios asociados.

Cuando se exijan sellos por las condiciones de las áreas adyacentes, tales como las que se definen en 501-15(a)(4), el método de alambrado de la División 1 se debe extender dentro del área de la División 2 hasta el sello, que se debe ubicar en el lado de la División 2 del límite entre la División 1 y la División 2.

2) Conexiones flexibles. Cuando se deban hacer previsiones para una flexibilidad limitada, se permitirá usar uno o más de los siguientes:

(1) Accesorios metálicos flexibles aprobados.

(2) Tubo conduit metálico flexible con accesorios aprobados.

(3) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.

(4) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.

(5) Cordón flexible aprobado para uso extra rudo y equipado con accesorios aprobados. En el cordón flexible debe estar incluido un conductor para usarlo como conductor de puesta a tierra de equipos.

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use tubo conduit flexible, ver 501-30(b).

3) Alambrado no incendiario instalado en campo. Se permitirá el alambrado no incendiario instalado en campo, utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalados en campo, se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo, siempre que tal aparato no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo, con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en 504-2.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) En cables separados.

(2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.

(3) En cables multiconductores, o en canalizaciones donde los conductores de cada circuito tienen un aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

4) Cajas y Accesorios. No se exigirá que las cajas y los accesorios sean a prueba de explosión, excepto lo exigido en 501-105(b)(1), 501-115(b)(1) y 501-150(b)(1).

501-15. Sellado y drenado. Los sellos en tubo conduit y en sistemas de cables deben cumplir con los requisitos dados a continuación desde (a) hasta (f). Se debe aplicar compuesto sellador a los accesorios terminales de los cables tipo MI para prevenir que entre humedad o algún otro fluido en el aislamiento del cable.

NOTA 1: Los sellos se utilizan en los sistemas de tubo conduit y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y prevenir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del tubo

conduit. El paso de vapores a través del cable tipo MI se evita en forma inherente por su construcción. A menos que estén específicamente diseñados y probados para tal propósito, los sellos de tubo conduit y cables, no están diseñados para impedir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Aún con pequeñas diferencias de presión a través del sello, puede existir un paso lento de gas o vapor a través del sello y a través de los conductores que atraviesan el sello. Véase 501-15(e)(2). Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores, altamente corrosivos pueden afectar la eficacia de los sellos para cumplir la función prevista. Véase 501-15(c)(2).

NOTA 2: Las fugas de gas o vapor y la propagación de llamas pueden ocurrir a través de los intersticios entre los hilos de los conductores cableados de tamaños mayores que 33.6 mm² (2 AWG). Conductores de construcciones especiales, por ejemplo, de cableado compacto o el sellado individual de los hilos, son medios para reducir las fugas y evitar la propagación de las llamas.

a) Sellos en tubo conduit, áreas Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, se deben localizar los sellos de acuerdo a (1) hasta (4) como sigue:

1) Entrada en las envolventes. En cada tramo de tubo conduit que entra en una envolvente a prueba de explosión en donde se aplique cualquiera de los siguientes:

(1) Dicha envolvente contenga aparatos tales como desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas que se consideren como una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento; o

(2) La entrada tenga un designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o mayor y la envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones.

Para los propósitos de esta sección, debe considerarse como alta temperatura cualquier valor que exceda el 80 por ciento de la temperatura de auto ignición en grados Celsius, del gas o vapor presente.

Excepción de (a)(1)(1). No se exigirán sellos para el tubo conduit que entra en una envolvente en donde los desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o las resistencias cumplan con una de las siguientes condiciones:

(1) Encerrados dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores; o

(2) Sumergidos en aceite, de acuerdo con lo especificado en 501-115(b)(1)(2); o

(3) Encerrados en una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica y ubicada dentro de una envolvente identificada para el área, y marcada como “sellado de fábrica” o su equivalente, a menos que la entrada de la envolvente sea de un designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o más grande o.

(4) Están en circuitos no incendiarios.

No debe considerarse que las envolventes selladas en fábrica sirvan como sello para otra envolvente adyacente a prueba de explosión que debe tener un sello de tubo conduit.

Los sellos de tubo conduit deben instalarse a una distancia máxima de 45 centímetros de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y la envolvente a prueba de explosión sólo se permiten accesorios a prueba de explosión como: uniones, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo conduit.

2) Envolventes presurizadas. En cada entrada de tubo conduit en una envolvente presurizada, en donde el tubo conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de tubo conduit deben instalarse a una distancia no mayor que 45 centímetros de la envolvente presurizada.

NOTA 1: La instalación del sello lo más cerca posible de la envolvente reduce problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo conduit presurizado.

3) Dos o más envolventes a prueba de explosión. Cuando en dos o más envolventes a prueba de explosión se requieren sellos en tubo conduit de acuerdo con lo indicado en (a)(1) y están unidas por niples o por tramos de tubo conduit de una longitud no mayor que 90 centímetros, es suficiente colocar un solo sello en cada niple o tramo de tubo conduit, si tal sello no dista más de 45 centímetros de cada envolvente.

4) En el límite de la Clase 1, División 1. En cada tramo de tubo conduit que sale de un área peligrosa Clase I, División 1. Se permitirá colocar el sello en cualquier lado del límite de dicha área, a no más de 3.00 metros del límite, y debe estar diseñado e instalado de tal forma que minimice la cantidad gas o vapor que pueda entrar al tubo conduit en la parte de la División 1, y se comunique por el tubo conduit más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del tubo conduit y el punto en el que el tubo conduit sale del área

peligrosa División 1, no debe haber uniones, coples, cajas o accesorios en el tubo conduit, excepto las reducciones a prueba de explosión en el sello del tubo conduit.

Excepción 1: El tubo conduit metálico que pase a través de un área Clase I, División 1, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, y que no tenga accesorios a menos de 30 centímetros de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo conduit continuo estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Para tubos conduit subterráneos instalados según 300-5, donde el límite está por debajo del piso, se permitirá instalar el accesorio de sellado después de que el tubo conduit salga del piso, pero no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, diferentes de los reductores aprobados a prueba de explosión en el accesorio de sellado, en el tubo conduit entre el accesorio de sellado y el punto donde el tubo conduit sale del piso.

b) Sellos en tubo conduit, **áreas Clase I, División 2.** En las áreas Clase I, División 2, los sellos en tubo conduit se deben localizar de acuerdo con (1) y (2) siguientes:

1) Entrada en las envolventes. En las conexiones con envolventes que deben ser a prueba de explosión, debe colocarse un sello de tubo conduit, de acuerdo con las secciones (a)(1)(1) y (a)(3) anteriores. Todos los tramos de tubo conduit o tubos cortos (niples) comprendidos entre el sello y la envolvente deben cumplir con el artículo 501-10(a).

2) Límite de la Clase 1, División 2. En cada tramo de tubo conduit que pase de un área peligrosa Clase I, División 2, a una no peligrosa, el sello puede colocarse en cualquiera de los lados del límite entre las dos áreas a una distancia no mayor que 3.00 metros de dicho límite, y debe diseñarse e instalarse de tal forma que minimice la cantidad de gas o vapor que pueda entrar al tubo conduit dentro del área División 2, y se comunique por el tubo conduit más allá del sello. Se debe usar tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado entre el sello y el punto en que el tubo conduit sale del área División 2, y debe usarse una conexión roscada en el sello. No se exigirá que estos sellos sean a prueba de explosión, pero deben estar identificados para el propósito de minimizar el paso de gases en condiciones de funcionamiento normal y deben ser accesibles.

Excepción 1: Un tubo conduit metálico continuo que pase a través de un área Clase I, División 2, sin: uniones, acoplamientos, cajas o accesorios; y no tiene accesorios a menos de 30 centímetros de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo conduit estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Sistemas de tubo conduit que terminen en un área no-clasificada, en donde se hace la transición de ese método de alambrado a soporte tipo charola para cables, electroductos (busway), canalizaciones prealambradas, ducto ventilado, cable tipo MI o cable no instalado en ninguna charola o canalización, no requiere sello cuando pasa de una área Clase I, División 2, a una no-clasificada. Las áreas no clasificadas deben ser áreas exteriores, o se permite en interiores si el sistema de tubo conduit se encuentra en un solo cuarto. El tubo conduit no debe terminar en una envolvente que contenga una fuente de ignición bajo condiciones normales de operación.

Excepción 3: Un tubo conduit que pase a través de una envolvente o cuarto que no es clasificado como resultado de la aplicación de presurización dentro de una área Clase I, División 2, no requiere un sello en el límite del área.

Excepción 4: Los segmentos de tubo conduit expuestos, no requieren ser sellados cuando pasen a través de una área Clase I, División 2 a una no-clasificada si se reúnen todas las siguientes condiciones:

(1) Ninguna parte del segmento del sistema de tubo conduit que pase a través del área Clase I, División 1 contiene uniones, cajas o accesorios dentro de 30 centímetros del área Clase I, División 1; y

(2) El segmento del sistema de tubo conduit está localizado por completo en áreas exteriores; y

(3) El segmento del sistema de tubo conduit no está directamente conectado a bombas, procesos o servicio con conexiones para medidas o análisis de presión o de flujo, etc., que dependan de un solo sello de compresión, diafragma o tubo para evitar la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de tubo conduit;

(4) El segmento del sistema del tubo conduit contiene únicamente tubo conduit metálico roscado, uniones, reducciones, cajas de paso y accesorios en las áreas no-clasificadas.

(5) El segmento del sistema de tubo conduit está sellado en la entrada de cada terminal de las envolventes o alojamiento de los accesorios, empalmes o derivaciones en áreas Clase I, División 2.

c) Clase I, Divisiones 1 y 2. Los sellos instalados en áreas Clase I, Divisiones 1 y 2, deben cumplir con lo siguiente:

1) Accesorios. Las envolventes para conexiones o para equipo deben estar provistas de medios integrales para sellar aprobados, o se deben utilizar accesorios para sellar aprobados para áreas donde se van a instalar. Los accesorios para sellar deben estar aprobados para usarse con uno o más compuestos selladores y deben ser accesibles.

2) Compuesto sellador. El compuesto sellador debe estar aprobado para ese uso y debe proporcionar un sellado hermético contra el paso de gases o vapores a través de los accesorios para sellar. El compuesto no debe alterarse por la atmósfera o por los líquidos que lo rodean y su punto de fusión no debe ser menor que 93 °C.

3) Espesor del compuesto. Excepto para los accesorios aprobados para sellar cables, el espesor del compuesto sellador en un sello terminado no debe ser menor al designador métrico (tamaño comercial) del accesorio de sellado expresado en las unidades de medición utilizadas y en ningún caso menor de 16 milímetros.

4) Empalmes y derivaciones. No se permiten empalmes o derivaciones en los accesorios destinados sólo a sellar con compuesto sellador, ni se debe poner compuesto sellador en ningún accesorio en el cual se hagan empalmes o derivaciones.

5) Ensambles. En un ensamble donde algún equipo pueda producir arcos, chispas, o altas temperaturas, que esté localizado en un compartimento separado de otro donde haya empalmes y derivaciones, y exista un sello integral por donde los conductores pasan de un compartimento a otro, el ensamble completo debe estar identificado para el área. Cuando se exija por la sección (a)(1)(2) anterior, se deben instalar sellos en las entradas de tubo conduit a compartimentos que tengan empalmes o derivaciones.

6) Factor de ocupación de cables. El área de la sección transversal de los conductores permitidos en un sello, no debe exceder del 25 por ciento del área de la sección transversal interior del tubo conduit del mismo tamaño, a menos que sea específicamente identificado para un porcentaje de ocupación mayor.

d) Sellado de cables en áreas Clase I, División 1. En áreas Clase I, División 1, los sellos para cables deben ser ubicados como se indica de (1) a (3) siguientes.

1) En las terminaciones. El cable debe ser sellado en todas sus terminaciones. El sello debe cumplir con (c) anterior. Los cables multiconductores tipos MC y MC-HL con cubierta continua metálica corrugada hermética a los gases y vapores y cubierta exterior de material polimérico adecuado, deben ser sellados con un accesorio aprobado después de ser removida la cubierta y cualquier otro recubrimiento, a fin de que el compuesto sellador rodee cada conductor individualmente aislado, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores.

Excepción: No se requiere remover el material de blindaje de los cables blindados, ni separar los cables con pares trenzados, siempre y cuando la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

2) Cables capaces de transmitir gases o vapores. Los cables en tubo conduit con cubierta hermética a gas y vapor, capaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en el área de División 1, después de retirar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de manera que el compuesto sellador cubra a cada conductor con aislamiento individual y a la cubierta externa.

Excepción: Los cables multiconductores con cubierta continua hermética a gas y vapor capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable pueden permitirse y considerarse como un solo conductor sellando el cable en la tubería a 45 centímetros o menos de la caja y de la terminación del cable con la caja, por un medio aprobado para minimizar la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable o por otros métodos aprobados. Para cables blindados y cables con pares trenzados, no se requiere remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados del cable.

3) Cables no capaces de transmitir gases o vapores. Cada cable multiconductor en tubo conduit debe ser considerado como un solo conductor si el cable es incapaz de transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable. Estos cables deben sellarse de acuerdo con lo indicado en el inciso (a) anterior.

e) Sellos para cables en áreas Clase I, División 2. En áreas Clase I, División 2, los sellos de cables se deben ubicar de acuerdo con (1) hasta (4) siguientes:

1) Terminaciones. Los cables que entran en envolventes que deben ser a prueba de explosión deben sellarse en el punto de entrada. El sello debe cumplir con (b)(1) anterior. Los cables multiconductores con una cubierta continua hermética a gas y vapor, capaces de transmitir gases o vapores a través del núcleo deben sellarse con un accesorio aprobado para área División 2, después de quitar la cubierta y cualquier otro

recubrimiento, de manera que el compuesto sellador rodee cada conductor con aislamiento individual y que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en tubo conduit deben sellarse como se indica en (d) anterior.

Excepción 1: No se exige sello en el límite para los cables que pasen desde una envolvente o cuarto no clasificados como resultado de una presurización tipo Z, dentro de un lugar de Clase I, División 2.

Excepción 2: En cables blindados y cables de pares trenzados no se exige remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y evitar la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

2) Cables que no transmiten gases ni vapores. Los cables con cubierta continua hermética a gas y vapor y que no transmitan gases o vapores a través del núcleo, en exceso de la cantidad permitida para los dispositivos de sellado, no requieren sellarse. La longitud mínima de dichos cables no debe ser inferior a la longitud que limite el flujo de gases o vapores a través del núcleo del cable al ritmo permitido para los accesorios de sellado, 200 cm^3/h de aire a una presión de 1500 pascales (0.02 kg/cm^2)

NOTA 1: El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos trenzados del conductor.

3) Cables capaces de transmitir gases o vapores. Los cables con una cubierta continua hermética a gas y vapor, capaz de transmitir gas o vapores a través del núcleo del cable, no se requiere que sean sellados excepto como se indica en (e)(1) anterior, a menos que el cable esté unido a dispositivos o equipo de proceso que puedan causar una presión superior a 1500 pascales (0.02 kg/cm^2) ejercida en el extremo del cable, en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera, u otro medio para impedir la migración de inflamables hacia un área no clasificada.

Excepción: Se permitirá que los cables con cubiertas completas, herméticas al gas y al vapor, y continuas pasen a través de un área Clase I, División 2 sin sellos.

4) Cables sin cubierta hermética a gases y vapores. Los cables que no tienen una cubierta continua hermética a gases y vapores, se deben sellar en los límites del área División 2 y el área no clasificada, de tal manera que minimice el paso de gases y vapores al área no clasificada.

f) Drenado

1) Equipo de control. Donde exista la posibilidad de que líquidos u otros vapores condensados puedan ser atrapados dentro de envolventes para el equipo de control, o en cualquier punto del sistema de canalización, deben proporcionarse medios apropiados para evitar la acumulación o para permitir un drenaje periódico de tales líquidos o vapores condensados.

2) Motores y generadores. Donde se juzgue que existe la posibilidad de que se produzcan acumulaciones de líquidos u otros vapores condensados dentro de motores o generadores, deben disponerse las juntas y tubo conduit de manera que se reduzca al mínimo la entrada de líquido en ellos. Si se juzga necesario un medio para evitar la acumulación o para permitir el drenaje periódico, éstos deben venir incorporados de fábrica y se consideran como parte integral de la máquina.

501-17 Sellado de procesos. Esta sección es aplicable a los equipos conectados al proceso, que incluyen, pero no están limitados a, bombas encapsuladas, bombas sumergibles, a instrumentos de análisis y medición de flujo, de presión o de temperatura. Un sello de proceso es un dispositivo que previene la migración de fluidos del proceso del confinamiento designado al interior del sistema eléctrico externo. El equipo eléctrico conectado al proceso que tenga un solo sello de proceso, tal como un sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o al sistema de cables capaces de transmitir fluidos, debe ser provisto de medios adicionales para mitigar una falla simple del sello del proceso, los medios adicionales pueden incluir, pero no están limitados a lo siguiente:

(1) Una barrera que pueda soportar las condiciones de presión y temperatura del proceso a los que estaría sujeta en caso de falla simple del sello del proceso. Debe haber una abertura o drenaje entre el sello del proceso y la barrera. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso, que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.

(2) La instalación de un ensamble de cables aprobados Tipo MI, dimensionado a no menos del 125 por ciento de la presión del proceso y no menor del 125 por ciento de la temperatura máxima del proceso (en grados Celsius), entre el cable o la canalización y el sello del proceso.

(3) Una abertura o drenaje localizado entre el sello del proceso y el sello de la canalización o cable. La abertura o drenaje debe estar suficientemente dimensionado para prevenir una sobrepresión mayor de 1500 pascales (0.02 kg/cm^2) en el sello de la canalización o del cable. Debe haber una indicación

de la falla del sello del proceso que puede ser una señal visible de la fuga o una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.

No se requerirán otros medios adicionales de sellado para el equipo eléctrico conectado al proceso que no depende de un solo sello de proceso o esté aprobado y marcado “sello sencillo” o “sello dual”.

501-20 Aislamiento de los conductores en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Cuando puedan acumularse líquidos o vapores condensados sobre, o entrar en contacto con, el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para su uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por una cubierta de plomo o por otro medio aprobado.

501-25 Partes expuestas sin aislar en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas, tales como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que operen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

501-30 Puesta a tierra y unión en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2 deben ser puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos de 501-30(a) y (b).

a) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de unión, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán en el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

NOTA: Para los requisitos adicionales de uniones en lugares peligrosos (clasificados), ver 250-100.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles o tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos, deberán incluir puentes de unión de equipos del tipo de cable que cumpla con 250-102.

Excepción: En lugares Clase I, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos aprobado de 1.80 metros o menos de longitud, con accesorios aprobados para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente del circuito está limitada a 10 amperes o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

501-35 Protección contra tensiones transitorias

a) Clase I División 1. Los apartarrayos, los dispositivos de protección contra tensiones transitorias y los capacitores se deben instalar en envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1. Los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

b) Clase I División 2. Los apartarrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias no deben producir arcos, tales como los varistores de óxido metálico (MOV) del tipo sellado; los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico. Se permitirá que las envolventes sean del tipo de propósito general. Las protecciones contra tensiones transitorias de tipo distinto a los descritos en este párrafo, se deben instalar en envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1.

501-40 Circuitos derivados multiconductores. No se permitirán circuitos derivados multiconductores en los lugares Clase I, División 1.

Excepción: Cuando los dispositivos de desconexión del circuito abren simultáneamente todos los conductores de fase del circuito multiconductor.

C. Equipo

501-100 Transformadores y capacitores.

a) Clase I, División 1. En los lugares Clase I División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) y (2) siguientes.

1) Los que contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que contengan un líquido que pueda arder, se deben instalar únicamente en bóvedas que cumplan lo establecido en 450-41 hasta 450-48 y con los numerales siguientes:

(1) No debe haber una puerta ni otra abertura de comunicación entre la bóveda y el lugar de División 1.

(2) Debe proporcionarse una amplia ventilación para la eliminación continua de los gases o vapores inflamables.

(3) Las aberturas o ductos de ventilación deben desembocar en un lugar seguro fuera de los edificios.

(4) Los ductos y aberturas de ventilación deben tener un área suficiente para aliviar las presiones causadas por explosiones dentro de la bóveda y todas las partes de los ductos de ventilación dentro de los edificios deben ser de concreto reforzado.

2) Los que no contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que no contengan un líquido que pueda arder, deben instalarse en bóvedas que cumplan con 501-100(a)(1) o estar identificados para lugares Clase I.

b) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los transformadores deben cumplir con lo establecido en 450-21 hasta 450-27 y los capacitores deben cumplir con lo establecido en 460-2 hasta 460-28.

501-105 Medidores, instrumentos y relevadores.

a) Clase I, División 1. En los lugares Clase I, División 1 los medidores, instrumentos y relevadores, incluidos los medidores de kilowatthora, los transformadores para instrumentos, las resistencias, los rectificadores y los tubos electrónicos, deben estar equipados con envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1. Las envolventes para los lugares Clase I División 1 incluyen las que son a prueba de explosión y las envolventes purgadas y presurizadas.

b) Clase I, División 2. En los lugares Clase I, División 2, los medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con (1) hasta (6) siguientes:

1) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos y contactos de cierre y apertura de botón, relevadores, campanas de alarma y sirenas, deben tener envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1 de acuerdo con (a) anterior.

Excepción: Se permitirá utilizar envolventes de propósito general si los contactos de interrupción de corriente cumplen con uno de los siguientes requisitos:

(1) Están sumergidos en aceite.

(2) Están encerrados en una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.

(3) Están en circuitos no incendiarios, o

(4) Están aprobados para la División 2.

2) Resistencias y equipos similares. Las resistencias, dispositivos a base de resistencias, tubos electrónicos, rectificadores y equipos similares que se utilicen en o estén relacionadas con medidores, instrumentos y relevadores, deben cumplir con (a) anterior.

Excepción: Se permitirá utilizar envolventes del tipo de propósito general, si dichos equipos no tienen contactos para establecer e interrumpir o contactos deslizantes (diferentes de los indicados en (b)(1) anterior) y si la temperatura máxima de operación de cualquier superficie expuesta no excede el 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado, o que se haya probado y determinado que es incapaz de inflamar el gas o vapor. Esta excepción no se debe aplicar a los tubos electrónicos.

3) Sin contactos de cierre o apertura. Los devanados de los transformadores, bobinas de impedancia, solenoides y otros devanados que no incluyan contactos deslizantes o de cierre o apertura, deben estar en envolventes. Se permitirá que estas envolventes sean del tipo de propósito general.

4) Ensambles de propósito general. Cuando un ensamble esté formado por componentes para los que sean aceptables las envolventes de propósito general, tal como se establece en (1), (2) y (3) anteriores, será aceptable para el ensamble una sola envolvente de propósito general. Cuando el ensamble incluya algunos de los equipos descritos en (2) anterior, en el exterior del ensamble debe estar indicada en forma clara y permanente la temperatura superficial máxima que puede alcanzar cualquier componente. Como alternativa, se permitirá que los equipos estén marcados con la clase de temperatura para la cual son adecuados, usando la clase de temperatura (código T) de la Tabla 500-8(c).

5) Fusibles. Cuando en (1) hasta (4) anteriores se permita el uso de ensambles de propósito general, se permitirá montar en ellos fusibles para la protección contra sobrecorriente de los circuitos de instrumentos no expuestos a sobrecargas en uso normal, si cada fusible va precedido de un interruptor que cumpla con (1) anterior.

6) Conexiones. Para facilitar su reemplazo, se permitirá conectar los instrumentos de control de procesos mediante cordón flexible, clavija de conexión y contacto siempre que apliquen todas las siguientes condiciones:

(1) Se instale un interruptor que cumpla con (b)(1) anterior de modo que no se dependa de la clavija para interrumpir la corriente.

(2) La corriente no es mayor de 3 amperes a 120 volts.

(3) El cordón de alimentación no tenga más de 90 centímetros, sea de un tipo aprobado para servicio extra rudo o para servicio pesado si está protegido por su ubicación, y está alimentado a través de una clavija de conexión y contacto del tipo de seguridad y con polo a tierra.

(4) Sólo se instalen los contactos necesarios.

(5) El contacto lleve una etiqueta que advierta contra la desconexión bajo carga.

501-115. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo interruptores de botones, relevadores y dispositivos similares, deben estar en envolventes y, en cada caso, el conjunto de la envolvente y los aparatos encerrados, deben estar aprobados como un ensamble completo para uso en áreas Clase I.

b) Clase I, División 2. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles instalados en áreas Clase I, División 2, deben cumplir con (1) hasta (4) siguientes:

1) Tipo requerido. Los interruptores automáticos, controladores de motores e interruptores, destinados para interrumpir la corriente durante su funcionamiento normal, deben estar contenidos en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en (a) anterior, a menos que se instalen en envolventes de uso general y aplique cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) La interrupción de la corriente ocurra dentro de una cámara herméticamente sellada que evite la entrada de gases y vapores.

(2) Los contactos de cierre o apertura sean de uso general y estén sumergidos en aceite por lo menos 5 centímetros para los de potencia y 2.5 centímetros para los de control.

(3) La interrupción de corriente ocurra dentro de una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica.

(4) El dispositivo sea de estado sólido y el control de interrupción no tenga contactos, donde la temperatura superficial no exceda 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

2) Interruptores seccionadores (de aislamiento). Los desconectadores y los interruptores seccionadores con fusibles o sin fusibles para transformadores o para bancos de capacitores que no estén destinados para interrumpir la corriente durante el funcionamiento normal para el cual han sido instalados, pueden instalarse en envolventes de uso general,.

3) Fusibles. Los fusibles de cartucho o de tapón para la protección de motores, aparatos, lámparas como las que se indican en (b)(4) siguiente, pueden utilizarse si se colocan en envolventes aprobadas para el área donde se instalen. También pueden utilizarse fusibles en envolventes de uso general, y son del tipo en el cual el elemento de operación se encuentra sumergido en aceite u otro líquido aprobado, o si el elemento de operación está encerrado en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases y vapores o el fusible es del tipo limitador de corriente, relleno con arena y sin indicador.

4) Fusibles internos en luminarias. Como protección complementaria, dentro de las luminarias se permiten fusibles de cartucho aprobados.

501-120. Transformadores de control y resistencias. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como, o conjuntamente con equipos de control para motores, generadores y aparatos, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, así como cualquier mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar contenidos en envolventes identificadas para dichas áreas, de acuerdo con lo indicado en 501-105(a).

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los transformadores y las resistencias de control deben cumplir con lo siguiente:

1) Mecanismo de desconexión. Los mecanismos de desconexión usados con transformadores, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con 501-115(b).

2) Bobinas y devanados. Se permite el uso de envolventes de uso general para devanados de transformadores, solenoides y bobinas de impedancia.

3) Resistencias. Las resistencias deben estar instaladas en envolventes y el ensamble debe estar aprobado para áreas Clase I, a menos que las resistencias no sean variables y que la máxima temperatura de operación, en grados Celsius, no exceda 80 por ciento de la temperatura de ignición del gas o vapor involucrado, o que se hayan probado y encontrado que no tienen la capacidad de incendiar al gas o al vapor.

501-125. Motores y generadores

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los motores, generadores y otras maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Estar identificados para áreas Clase I, División 1.

(2) Ser del tipo completamente cerrado y con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio y con descarga a un área segura, dispuesta para impedir que la máquina se energice hasta que la ventilación haya sido establecida y la envolvente haya sido purgada con diez veces el volumen del aire cuando menos y con un dispositivo que desenergice el equipo automáticamente en caso de falla del sistema de ventilación.

(3) Ser del tipo totalmente cerrado lleno de gas inerte con una fuente adecuada y segura de gas inerte para presurizar la envolvente, con dispositivos para asegurar una presión positiva en la envolvente y con un dispositivo que desconecte el equipo automáticamente cuando falle el suministro de gas.

(4) Ser de un tipo diseñado para estar sumergido en un líquido que sólo sea inflamable cuando se vaporice y se mezcle con el aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y que es inflamable únicamente cuando se mezcla con aire; la máquina debe estar dispuesta para impedir que se energice mientras no haya sido purgada con el líquido o gas para desalojar el aire y que además se desenergice automáticamente el equipo, cuando falle el suministro del líquido, gas o vapor o que la presión se reduzca hasta la presión atmosférica.

Los motores totalmente cerrados de los tipos especificados en (2) y (3) anteriores no deben tener ninguna superficie externa a una temperatura de operación mayor que 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, de los gases o vapores involucrados. Deben instalarse dispositivos apropiados para detectar cualquier incremento de temperatura del motor más allá la del límite de diseño y que desenergicen automáticamente al motor o hagan operar una alarma adecuada. El equipo auxiliar debe ser del tipo aprobado para el área en la cual es instalado.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los motores, generadores y otras maquinarias eléctricas rotatorias en las que se utilicen contactos deslizantes, o mecanismos de desconexión centrífuga o de otro tipo (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente, sobrecarga y sobrecalentamiento del motor), o dispositivos de resistencia integrados, que funcionen ya sea durante el arranque o durante la marcha, deben estar identificados para áreas Clase I, División 1, a menos que tales contactos deslizantes, mecanismos de conexión y desconexión y dispositivos de resistencia, estén en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 2, de acuerdo con lo indicado en 501-105(b). La temperatura de la superficie expuesta de calentadores de ambiente, utilizados para evitar la condensación de humedad durante periodos de fuera de servicio, no debe exceder del 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o del vapor involucrado cuando operen a tensión nominal, y la temperatura superficial máxima del calentador de espacio (basada en temperatura ambiente de 40 °C o mayor) debe estar marcada de forma permanente en

una placa visible sobre el motor. De lo contrario, los calentadores de ambiente deben estar identificados para áreas Clase I, División 2.

En áreas Clase I, División 2, se permite el empleo de motores abiertos o cerrados que no sean a prueba de explosión, tales como motores de inducción de jaula de ardilla, sin escobillas, mecanismos de conexión y desconexión, u otros dispositivos similares que produzcan arcos eléctricos; aunque no estén identificados para Clase I, División 2.

NOTA 1: Es importante considerar la temperatura de superficies internas y externas que puedan estar expuestas a atmósferas inflamables.

NOTA 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes de arqueo eléctrico a través de discontinuidades y de sobrecalentamiento de las partes en envolventes de sección múltiple de los motores y generadores de gran capacidad. Tales motores y generadores pueden requerir puentes de unión equipotenciales entre las uniones de la envolvente y de la envolvente a tierra. Cuando se sospeche la presencia de gases o vapores inflamables, puede ser necesario purgar con aire limpio inmediatamente antes y durante los periodos de arranque.

501-130. Luminarias. Las luminarias deben cumplir con (a) o (b) siguientes:

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, las luminarias deben cumplir con lo siguiente:

1) Luminarias aprobadas. Cada luminaria debe estar aprobada como un ensamble completo para áreas Clase I, División 1, y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas, en watts, para las cuales están aprobadas. Las luminarias portátiles deben aprobarse específicamente como un ensamble completo para este uso.

2) Daño físico. Cada luminaria debe protegerse contra daño físico por medio de una guarda adecuada o por su propia ubicación.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben suspenderse y alimentarse por medio de tramos de tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado y las uniones roscadas deben llevar tornillos de fijación (prisioneros) u otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor que 30 centímetros deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales con medios efectivos a no más de 30 centímetros por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para áreas Clase I, División 1, colocado a no más de 30 centímetros del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) Soportes. Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para el soporte de luminarias deben estar aprobadas para áreas Clase I.

b) Areas Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, las luminarias deben cumplir con (1) hasta (6) siguientes:

1) Luminarias. Cuando las lámparas son de un tamaño o un tipo que pueda, en condiciones de funcionamiento normal, alcanzar temperaturas superficiales que excedan del 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado, las luminarias deben cumplir con (a)(1) anterior o deben ser de un tipo que haya sido probada para determinar la temperatura de funcionamiento marcada o la clase de temperatura (código T).

2) Daños físicos. Las luminarias se deben proteger contra daños físicos bien sea por su ubicación o por la utilización de protección adecuada. Cuando exista peligro de que las chispas o el metal caliente de las lámparas o las luminarias puedan encender concentraciones localizadas de vapores o gases inflamables, se deben instalar envolventes adecuadas u otro medio de protección eficaz.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes estar suspendidas mediante tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado u otros medios aprobados. Los tubos de longitud mayor que 30 centímetros deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales, con medios adecuados a no más de 30 centímetros por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado y colocado a no más de 30 centímetros del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) Equipos de alumbrado portátiles. Los equipos de alumbrado portátiles deben cumplir con (a)(1) anterior.

Excepción: Se permitirán equipos de alumbrado portátiles montados en cualquier posición sobre bases móviles y conectados con cordones flexibles, como establece 501-140, siempre que cumplan con 501-130(b)(2).

5) Interruptores. Los interruptores que formen parte de una luminaria ensamblada o de un portalámparas individual deben cumplir con lo indicado en 501-115(b)(1).

6) Equipo de arranque. El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga debe cumplir con lo indicado en 501-120(b).

Excepción: Los protectores térmicos incorporados en los balastros para lámparas fluorescentes protegidos térmicamente si la luminaria está aprobada para áreas de esta Clase y División.

501-135. Equipo de utilización

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todo el equipo de utilización debe estar aprobado para uso en áreas Clase I, División 1.

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, todo el equipo de utilización debe cumplir con lo siguiente:

1) Calentadores. El equipo de utilización calentado eléctricamente debe cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) El calentador no debe exceder 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o del vapor involucrado, en cualquier superficie que esté expuesta al gas o al vapor cuando el equipo está continuamente energizado a la máxima temperatura ambiente. Si no se provee un controlador de temperatura, estas condiciones se deben aplicar cuando el calentador es operado a 120 por ciento de su tensión nominal.

Excepción 1: Para los calentadores de ambiente contra la condensación con motor montado, véase la Sección 501-125(b).

Excepción 2: Cuando se utiliza un dispositivo limitador de corriente en el circuito del calentador para limitar su corriente a valores menores que los requeridos para elevar la temperatura superficial del calentador al 80 por ciento de la temperatura de ignición.

(2) El calentador debe estar identificado para áreas Clase I, División 1.

Excepción: Los calentadores de seguimiento por resistencia eléctrica identificados para áreas Clase I, División 2.

2) Motores. Los motores de accionamiento de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 501-125(b).

3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles. Los desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con lo indicado en 501-115(b).

501-140. Cordones flexibles Clase I, Divisiones 1 y 2.

a) Usos permitidos. Se permitirá instalar cordones flexibles:

(1) Para conectar equipos de alumbrado portátiles u otros equipos de utilización portátiles a la parte fija de su circuito de alimentación.

(2) Para esa parte del circuito en donde los métodos de alambrado fijo de 501-10(a) no pueden proporcionar el grado de movimiento necesario para los equipos de utilización fijos y móviles y el cordón flexible está protegido contra daños físicos, bien sea por su ubicación o por una protección adecuada y únicamente en un establecimiento industrial cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garanticen que solamente personas calificadas instalarán y darán servicio a la instalación.

(3) Para bombas eléctricas sumergibles con medios para retirarlas sin entrar en el foso mojado. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el foso mojado, y la fuente de alimentación.

(4) Para mezcladores eléctricos proyectados para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla de tipo abierto.

(5) Para ensambles portátiles provisionales que consistan de contactos, interruptores y otros dispositivos que no sean considerados equipo portátil de utilización pero que son individualmente aprobados para esos lugares.

b) Instalación. Cuando se utilicen cordones flexibles, éstos deben cumplir con todas las condiciones siguientes:

(1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo;

(2) Contener adicionalmente a los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra que cumpla con la sección 400-23;

(3) Estar sujetos por abrazaderas u otros medios adecuados, de manera que no se ejerza tensión mecánica sobre las terminales de conexión;

(4) En lugares de la División 1 y División 2 donde se requiere que las cajas, guarniciones o carcasas sean a prueba de explosión, el cordón debe terminar con un conector o enchufe aprobado para su uso en esos lugares o un cordón conector instalado con un sello aprobado para ese uso. En lugares División 2 donde no se requiere equipo a prueba de explosión, el cordón debe terminar con un conector o enchufe aprobado para su uso en esos lugares.

(5) Ser de longitud continua. Cuando aplique (a)(5) de esta sección, los cordones deben ser continuos desde la fuente de energía hasta el ensamble portátil temporal y del ensamble portátil temporal hasta el equipo de utilización.

NOTA: Para los cordones flexibles expuestos a líquidos que tienen efectos nocivos sobre el aislamiento de los conductores, ver 501**-**20.

501-145. Contactos y clavijas, Clase I, Divisiones 1 y 2. Los contactos y clavijas deben ser de un tipo que provean la conexión al conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y deben estar identificados para el área.

Excepción: Como es previsto en 501-105(b)(6).

501-150. Sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, todos los aparatos y equipos de los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones, cualquiera que sea su tensión, deben estar aprobados para áreas Clase I, División 1 y todo el alambrado debe cumplir con lo indicado en 501-10(a), 501-15(a) y 501-15(c).

b) Clase I, División 2. En las áreas Clase I, División 2, los sistemas de señalización, alarmas, control remoto y comunicaciones deben cumplir con (1) a (4) siguientes:

1) Contactos. Los desconectadores, interruptores automáticos, y contactos de cierre y apertura de estaciones de botones, relevadores, campanas y sirenas, deben estar en envolventes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en 501-105(a).

Excepción: Se permiten envolventes de uso general si los contactos de interrupción de corriente son alguno de los siguientes:

(1) Sumergidos en aceite; o

(2) Encerrados en cámaras herméticamente selladas contra la entrada de gases o vapores; o

(3) En circuitos no incendiarios; o

(4) Parte de un componente no incendiario.

2) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, dispositivos resistores, tubos electrónicos, rectificadores y equipo similar, deben cumplir con 501-105(b)(2).

3) Protectores. Se deben instalar envolventes para los dispositivos de protección contra descargas por rayos y para los fusibles. Se permite que tales envolventes sean del tipo de uso general.

4) Alambrado y sellado. Todo el alambrado debe cumplir con 501-10(b) y 501-15(b) y 501-15(c).

ARTICULO 502

AREAS CLASE II

A. Generalidades

502-1. Alcance. El Artículo 502 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado para todas las tensiones en lugares Clase II, División 1 y 2 donde puede haber riesgo de incendio o explosión debido a polvos combustibles.

502-5 Equipo a prueba de explosión. En lugares Clase II no se exigirán ni serán aceptables el equipo y el alambrado a prueba de explosión, a menos que también estén identificados para esos lugares.

502-6 Zona del equipo. El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20 se permitirá para lugares Clase II, División 1 para la misma atmósfera polvosa y con una clase de temperatura adecuada.

El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20, 21 ó 22 se debe permitir para lugares Clase II, División 2 para la misma atmósfera polvosa y con una clase de temperatura adecuada.

B. Alambrado

502-10 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con (a) o (b) siguientes.

a) Clase II, División 1.

1) Generalidades. En los lugares Clase II, División 1, se permitirán los métodos de alambrado indicados en los numerales (1) hasta 4):

(1) Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.

(2) Cable del tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de modo que se eviten esfuerzos mecánicos en los accesorios terminales.

(3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas proporcionen servicio a la instalación, se permitirán cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para uso en lugares Clase II, División 1, con una armadura metálica continua corrugada y hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, unos conductores de puesta a tierra de equipos separados de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación.

(4) Los accesorios y cajas deben estar equipados con refuerzos roscados para la conexión al tubo conduit o a las terminales de los cables y deben ser herméticas al polvo. Los accesorios y cajas en los que se hagan derivaciones, empalmes o conexiones, o que se utilicen en lugares del grupo E, deben estar identificados para lugares Clase II.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario utilizar conexiones flexibles, se permitirá uno o más de los siguientes elementos:

(1) Conectores flexibles herméticos al polvo.

(2) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.

(3) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.

(4) Cable del tipo MC y MC-HL con armadura entrelazada que tenga cubierta externa de un material polimérico adecuado y con accesorios terminales aprobados para lugares Clase II, División I.

(5) Cordones flexibles aprobados para uso extra rudo y provistos de accesorios herméticos al polvo. Cuando se utilicen cordones flexibles, éstos deben cumplir lo establecido en 502-140.

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se usa tubo conduit flexible, ver 502-30 (b).

b) Clase II División 2.

1) Generalidades. En lugares Clase II, División 2, se permitirán los siguientes métodos de alambrado:

(1) Todos los métodos de alambrado permitidos en 502-10(a).

(2) Tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubería metálica eléctrica, canalizaciones herméticas al polvo.

(3) Cables del tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.

(4) Cables del tipo PLTC y cables del tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725 incluyendo la instalación en charolas portacables, el cable debe estar terminado con accesorios aprobados.

(5) Cables del tipo ITC y cables del tipo ITC-ER de acuerdo con lo permitido en 727-4 y terminados con accesorios aprobados.

(6) Cables de los tipos MC, MI o TC deben ser instalados con cualquiera de los siguientes métodos de instalación: en una sola capa en charolas portacables de los tipos de escalera, ventilada o de canal ventilado, con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.

(7) En establecimientos industriales con acceso restringido al público donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que únicamente personas calificadas dan servicio a la

instalación y donde la tubería conduit metálica no proporciona suficiente resistencia a la corrosión se permite el uso de tubo conduit reforzado de resina termoajustable (RTRC), codos de fábrica y accesorios aprobados, todos marcados con el sufijo –XW y tubo conduit de PVC cédula 80, codos de fábrica y accesorios aprobados.

Excepción a (6): Se permitirá instalar el cable del tipo MC o MC-HL aprobado para uso en lugares Clase II División 1, sin las separaciones exigidas en (6).

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario hacer conexiones flexibles, se deben aplicar las disposiciones de 502-10(a)(2).

3) Alambrado no incendiario instalado en campo. Se permitirá alambrado no incendiario instalado en campo con cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en 504-2.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) En cables separados.

(2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.

(3) En cables multiconductores o canalizaciones donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.

4) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben ser herméticos al polvo.

502-15 Sellado en Clase II, Divisiones 1 y 2. Cuando una canalización proporcione comunicación entre una envolvente que debe ser a prueba de ignición de polvo con otra que no lo es, se deben instalar los medios adecuados para evitar la entrada de polvo, a través de la canalización, en la envolvente a prueba de ignición de polvo. Se permitirá utilizar uno de los siguientes medios:

(1) Un sello eficaz y permanente.

(2) Una canalización horizontal de longitud no inferior a 3.00 metros.

(3) Una canalización vertical de longitud no inferior a 1.50 metros que se extienda hacia abajo desde la envolvente a prueba de ignición de polvo.

(4) Una canalización instalada de manera equivalente a (2) ó (3) que se prologue sólo horizontalmente y hacia abajo desde la envolvente a prueba de ignición de polvo.

No se exigirán sellos cuando una canalización proporcione comunicación entre una envolvente que deba ser a prueba de ignición de polvo con otra ubicada en un lugar no clasificado.

Los accesorios de sellado deben ser accesibles.

No se exigirá que los sellos sean a prueba de explosión.

NOTA: Un método de sellado es la masilla para sellado eléctrico.

502-25 Partes expuestas sin aislar en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores, barras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger adicionalmente con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

502-30 Puesta a tierra y unión en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en lugares Clase II, División 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos (a) y (b) siguientes.

a) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase II y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

NOTA: Para requisitos adicionales de unión en lugares peligrosos (clasificados), ver 250-100.

b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión de equipo tipo alambre, cumpliendo con 250-102.

Excepción: En lugares Clase II, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa tubo conduit metálico flexible aprobado hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

502-35 Protección contra tensiones transitorias en lugares Clase II, Divisiones 1 y 2. Los apartarrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias instalados en lugares Clase II, División 1 deben estar en envolventes adecuadas. Los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

502-40 Circuitos derivados multiconductores. No se permitirán circuitos derivados multiconductores en los lugares Clase II, División 1.

Excepción: Cuando los dispositivos de desconexión del circuito abren en forma simultánea todos los conductores de fase del circuito multiconductor.

C. Equipo

502-100. Transformadores y capacitores

a) Areas Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

1) Cuando contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que contengan líquido que pueda arder deben instalarse solamente en bóvedas aprobadas, que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48 y además de los siguientes:

(1) Las puertas u otras aberturas que comuniquen con el área División 1, deben tener a ambos lados de la pared puertas cortafuegos de cierre automático y las puertas deben estar ajustadas cuidadosamente y equipadas con sellos adecuados (por ejemplo, cinta para la intemperie), para reducir al mínimo la entrada de polvo a la bóveda.

(2) Las aberturas y ductos de ventilación se deben comunicar sólo con el aire exterior, y

(3) Deben haber aberturas adecuadas para alivio de presión, que comuniquen con el aire exterior.

2) Cuando no contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y los capacitores que no contengan líquido que pueda arder deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48, o ser de un tipo aprobado para áreas Clase II como un ensamble completo, incluyendo sus terminales de conexión.

3) Grupo E. No se deben instalar transformadores o capacitores en lugares Clase II, División 1, Grupo E.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y capacitores deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

1) Cuando contengan líquido que pueda arder. Los transformadores y capacitores que contengan un líquido que pueda arder, deben instalarse en bóvedas que cumplan con lo indicado en 450-41 a 450-48.

2) Cuando contengan bifenilos policlorados (askarel). Véase 450-25.

3) Transformadores de tipo seco. Los transformadores de tipo seco se deben instalar en bóvedas, o deben tener sus devanados y terminales de conexión encerrados en cajas metálicas herméticas sin ventilación o alguna otra abertura y operar a tensiones eléctricas que no excedan de 600 volts.

502-115 Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo las estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares deben estar provistos con envolventes identificadas para esos lugares.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, las envolventes para fusibles, desconectadores, interruptores automáticos y controladores de motores, incluyendo pulsadores, relevadores y otros dispositivos similares, deben ser herméticas al polvo o de cualquier manera identificados para esos lugares.

502-120. Transformadores de control y resistencias

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y las resistencias, así como cualquier dispositivo de sobrecorriente o mecanismo de desconexión asociado con ellos, deben estar provistos con envolventes identificadas para esos lugares.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los transformadores y las resistencias, deben cumplir con (1) a (3) siguientes:

1) Mecanismos de desconexión. Los mecanismos de desconexión (incluyendo los dispositivos de sobrecorriente) asociados con transformadores de control, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben estar en envolventes herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

2) Bobinas y devanados. Los transformadores de control, solenoides y bobinas de impedancia que no estén encerrados en la misma envolvente que los mecanismos de desconexión, deben estar en envolventes metálicas herméticas sin orificios de ventilación o se deben instalar en envolventes herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

3) Resistencias. Las resistencias y dispositivos con resistencias deben estar en envolventes a prueba de ignición de polvo, que son herméticas al polvo o de cualquier manera identificadas para su uso en esos lugares.

502-125. Motores y generadores

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Estar identificados para el lugar.

(2) Estar totalmente encerrados y ventilados mediante tuberías, y que satisfagan las limitaciones de temperatura de 502-5.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben ser: totalmente encerrados sin ventilación, totalmente encerrados con tuberías de ventilación, totalmente encerrados enfriados por agua y aire, totalmente encerrados enfriados por ventilador o a prueba de ignición de polvo, cuya temperatura exterior máxima a plena carga cumpla con lo indicado en 500-8(d)(2) en operación normal al aire libre (libre de polvo acumulado) y no deben tener aberturas externas.

Excepción: Si se considera que la acumulación de polvo no conductor ni abrasivo es pequeña, y si la maquinaria es de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento de rutina, se pueden instalar:

(1) Máquinas normalizadas del tipo, abierto, sin contactos deslizantes ni mecanismos centrífugos de desconexión o de otro tipo (incluyendo dispositivos de sobrecorriente, de sobrecarga y sobretemperatura) o dispositivos con resistencias integradas.

(2) Máquinas normalizadas de tipo abierto con los contactos, los mecanismos de desconexión o dispositivos de resistencia, encerrados dentro de alojamientos herméticos al polvo sin ventilación u otras aberturas.

(3) Motores autolimpiantes del tipo de jaula de ardilla para uso textil.

502-128. Tuberías de ventilación. Las tuberías de ventilación de motores, generadores u otras máquinas eléctricas rotatorias o de envolventes de equipo eléctrico, deben ser de lámina metálica de espesor no menor que 0.5 milímetros o de otro material igualmente no combustible y deben cumplir con lo siguiente:

(1) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del local;

(2) Tener rejillas en los extremos exteriores para impedir la entrada de pájaros y animales pequeños, y

(3) Estar protegidos contra daños materiales, contra la oxidación y demás influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación deben cumplir también con las siguientes condiciones (a) y (b):

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, las tuberías de ventilación y sus conexiones a los motores o a las envolventes a prueba de ignición de polvo para otros equipos o aparatos, deben ser herméticas al polvo en toda su longitud. En las tuberías metálicas, las costuras y uniones deben cumplir con una de las condiciones siguientes:

(1) Estar remachadas y soldadas;

(2) Estar atornilladas y soldadas;

(3) Estar soldadas, o

(4) Ser herméticas al polvo por cualquier otro medio igualmente efectivo.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, las tuberías de ventilación y sus conexiones deben ser lo suficientemente herméticas como para impedir la entrada de cantidades apreciables de polvo al interior del equipo ventilado o envolvente, así como impedir el escape de chispas, llamas o materiales en combustión que puedan encender las acumulaciones de polvo o materiales combustibles en las cercanías. En las tuberías metálicas pueden utilizarse costuras plegadas y uniones remachadas o soldadas, y donde se necesite cierta flexibilidad, como en las conexiones a los motores eléctricos, se deben usar juntas deslizantes herméticamente ajustadas.

502-130. Luminarias.

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, las luminarias fijas y portátiles deben cumplir con (1) a (4) siguientes:

1) Luminarias. Cada luminaria debe estar identificada para el lugar y tener claramente marcada la potencia máxima para la cual fue diseñada.

2) Daños físicos. Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos por medio de una guarda adecuada, o por su propia ubicación.

3) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de tramos de tubo conduit metálico roscado tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos rígidos de tubo conduit de más de 30 centímetros de longitud, debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo de tubo o debe darse la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación hasta la caja del accesorio de soporte. Las uniones roscadas deben estar dotadas de tornillos de fijación u otros medios efectivos para evitar que se aflojen. Cuando el alambrado ubicado entre la caja o accesorio de salida y la luminaria colgante no vaya en un tubo, debe utilizarse cordón flexible aprobado para uso rudo, de acuerdo con 502-10(a)(2)(5). No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte de la luminaria.

4) Soportes. Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para soporte de las luminarias deben estar aprobados para áreas Clase II.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, las luminarias deben cumplir con (1) a (5) siguientes:

1) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe estar identificado para el lugar y debe estar marcada claramente la potencia máxima para la cual fue aprobada.

2) Alumbrado fijo. Las luminarias para alumbrado fijo deben tener envolventes herméticas al polvo o bien, identificadas para el lugar. Cada luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia máxima en watts de la lámpara que puede utilizarse sin que se exceda la temperatura de la superficie expuesta según lo indicado en 500-8(d)(2), bajo condiciones normales de operación.

3) Daños físicos. Las luminarias para alumbrado fijo deben estar protegidas contra daño físico con guardas adecuadas o por su propia ubicación.

4) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben suspenderse por medio de tramos de tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado, por cadenas con accesorios aprobados, o por otros dispositivos también aprobados. En tramos de tubo conduit de más de 30 centímetros debe añadirse un sistema permanente y efectivo de fijación contra desplazamientos laterales, a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo de tubo, o se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, debe colocarse a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación a la caja o a los accesorios de soporte. Cuando el alambrado entre la

caja o los accesorios de salida y la luminaria no esté dentro de un tubo, se permitirá utilizar cordón flexible aprobado para uso rudo si está terminado con un conector aprobado que mantenga la técnica de protección. No debe utilizarse el cordón flexible como medio de soporte de la luminaria.

5) Lámparas de descarga eléctrica. El equipo de arranque y control de las lámparas de descarga eléctrica debe cumplir con lo indicado en 502-120(b).

502-135. Equipo de utilización

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, todo el equipo de utilización debe estar identificado para el lugar.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, todo el equipo de utilización debe cumplir con (1) a (4) siguientes:

1) Calefactores. El equipo de utilización calentado eléctricamente debe estar identificado para el lugar.

Excepción: El panel de calefacción radiante con envolvente metálica debe ser hermético al polvo y marcado de acuerdo con lo establecido en 500-8(c)**.**

2) Motores. Los motores de equipo de utilización deben cumplir con lo indicado en 502-125(b).

3) Desconectadores, interruptores automáticos y fusibles. Las envolventes para desconectadores, interruptores automáticos y fusibles deben cumplir con 502**-**115(b).

4) Transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias. Los transformadores, solenoides, bobinas de impedancia y resistencias, deben cumplir con lo indicado en 502-120(b).

502-140. Cordones flexibles - Clase II, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles utilizados en áreas Clase II deben cumplir todo lo siguiente:

(1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo

Excepción: Cordones flexibles aprobados para uso rudo, como se permite en 502-130(a)(3) y (b)(4).

(2) Contener, además de los conductores de circuito, un conductor de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 400-23

(3) Estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que evite tensión mecánica en las terminales de conexión;

(4) En lugares División 1, el cordón debe terminar con un conector aprobado para el lugar o un conector de cordón aprobado instalado con un sello aprobado para el lugar. En lugares División 2 el cable deberá estar terminado con un conector a prueba de polvo.

502-145. Contactos y clavijas

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los contactos y clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar identificados para lugares Clase II.

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los contactos y clavijas deben ser del tipo que provea una conexión para el conductor de puesta a tierra del cordón flexible y deben estar diseñados de tal modo que la conexión al circuito de alimentación no se pueda establecer o interrumpir mientras las partes vivas están expuestas.

502-150. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores.

NOTA: Véase el Artículo 800 para los requisitos que rigen la instalación de circuitos de comunicaciones.

a) Clase II, División 1. En las áreas Clase II, División 1, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las condiciones (1) hasta (3) siguientes:

1) Contactos. Los interruptores, interruptores automáticos, relevadores, contactores, fusibles y los contactos que interrumpen corriente de campanas, altavoces y sirenas, así como los demás dispositivos en los cuales puedan producirse chispas o arcos, deben estar encerrados en envolventes identificadas para el lugar.

Excepción: Cuando los contactos de apertura estén sumergidos en aceite o cuando la interrupción de la corriente se produce dentro de una cámara sellada contra la entrada de polvo, las envolventes pueden ser del tipo para uso general.

2) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, transformadores, bobinas, rectificadores, válvulas electrónicas y demás equipo o aparatos generadores de calor, deben estar encerrados en envolventes identificadas para el lugar.

Excepción: Cuando las resistencias o equipo similar estén sumergidos en aceite, o contenidos en una cámara sellada a prueba de entrada de polvo, las envolventes pueden ser del tipo de uso general.

3) Maquinarias rotatorias. Los motores, generadores y demás maquinarias rotatorias eléctricas deben cumplir con 502-125(a).

b) Clase II, División 2. En las áreas Clase II, División 2, los sistemas de señalización, alarma, control remoto y sistemas de comunicaciones, medidores, instrumentos y relevadores deben cumplir con las condiciones (1) hasta (4) siguientes :

1) Contactores. Los contactores deben cumplir con lo indicado en 502-150(a)(1) o estar instalados dentro de envolventes herméticas al polvo o bien identificados para el lugar

Excepción: En los circuitos no inflamables se permite el uso de envolventes de uso general.

2) Transformadores y equipos similares. Los devanados y las terminales de conexión de los transformadores, bobinas y equipos similares deben cumplir con 502-120(b)(2).

3) Resistencias y equipo similar. Las resistencias, dispositivos de resistencia, tubos electrónicos, rectificadores y equipo similar deben cumplir con 502-120(b)(3) .

4) Máquinas rotatorias. Los motores, generadores y demás maquinarias eléctricas rotatorias deben cumplir con lo indicado en 502-125(b).

ARTICULO 503

AREAS CLASE III

A Generalidades

503-1. Alcance. El Artículo 503 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico y para el alambrado, para todas las tensiones en lugares Clase III, División 1 y 2 donde puedan existir riesgos de incendio o explosión debido a fibras/pelusas inflamables.

503-5 Generalidades. El equipo instalado en áreas Clase III debe ser capaz de operar a plena carga sin desarrollar en su superficie una temperatura capaz de causar una deshidratación excesiva o carbonización gradual de fibras o pelusas acumuladas. Los materiales orgánicos carbonizados o excesivamente secos tienen una alta probabilidad de encenderse por combustión espontánea. La máxima temperatura en la superficie bajo condiciones de operación, no debe exceder de 165 C para equipo no sujeto a sobrecargas, y 120 °C para equipo (tales como motores y transformadores) que puedan sobrecargarse.

503-6 Zona del equipo. El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20 y con una clase de temperatura no mayor que T120 °C (para equipo que puede ser sobrecargado) o no mayor que T165 °C (para equipo no sujeto a sobrecargas) se permitirán para lugares Clase III, División 1

El equipo aprobado y marcado de acuerdo con 506-9(c)(2) para lugares Zona 20, 21 ó 22 y con clase de temperatura no mayor que T120 °C (para equipo que pueda ser sobrecargado) o no mayor que T165 °C (para equipo no sujeto a sobrecargas) se permitirán en lugares Clase III, División 2.

B. Alambrado

503-10. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en 503-10(a) o (b) siguientes:

a) Clase III, División 1.

1) Generalidades. En lugares Clase III, División 1, el método de alambrado debe estar de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

(1) Tubo conduit metálico pesado, Tipo PVC, Tipo RTRC, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, canalizaciones herméticas al polvo o cables del tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.

(2) Cable Tipo PLTC y cable Tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725 incluyendo la instalación en charolas portacables. El cable debe terminarse con accesorios aprobados.

(3) Cable Tipo ITC y cable Tipo ITC-ER como está permitido en 727-4 y terminado con accesorios aprobados.

(4) Cables de los tipos MC, MI o TC deben ser instalados con cualquiera de los siguientes métodos de instalación: en una sola capa en charolas portacables de los tipos de escalera, ventilada o de canal ventilado, con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso.

Excepción para (4): Se puede permitir instalar el Cable Tipo MC o MC-HL aprobado para uso en lugares Clase II, División I, sin el espacio requerido en (a)(1)(4) anterior.

2) Cajas y accesorios. Todas las cajas y accesorios deben ser herméticas al polvo.

3) Conexiones flexibles. Donde es necesario emplear conexiones flexibles, se permite uno o más de las siguientes:

(1) Conectores flexibles herméticos al polvo,

(2) Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados,

(3) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados,

(4) Cable con armadura metálica tipo MC o MC-HL con cubierta metálica o de material polimérico e instalado con terminaciones a prueba de polvo.

(5) Cordones flexibles de conformidad con 503-140.

NOTA: Véase 503-30(b) para los requisitos de puesta a tierra cuando se utiliza tubo conduit flexible.

4) Alambrado no incendiario instalado en campo. Se permitirá el alambrado no incendiario instalado en campo con cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en 504-2.

Los circuitos separados de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) En cables separados.

(2) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.

(3) En cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

b) Clase III, División 2. En las áreas Clase III, División 2, el método de alambrado debe cumplir con el inciso (a) anterior.

Excepción: En las secciones, compartimentos, o áreas utilizadas solamente para almacenamiento y que no contengan maquinaria, puede utilizarse alambrado de línea abierta sobre aisladores de acuerdo con lo indicado en el Artículo 398, pero solamente a condición de que exista una protección como la requerida en 398-15(c) cuando los conductores no vayan por espacios en el techo y estén fuera del alcance de fuentes que puedan causar daños físicos.

503-25 Partes expuestas sin aislar en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas tales como conductores, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

Excepción: Lo especificado en 503-155.

503-30 Puesta a tierra y unión en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en lugares Clase III, División 1 y 2 deben estar puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos adicionales de (a) y (b) siguientes.

a) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes para unión con los accesorios adecuados,

u otros medios aprobados de unión. Estos medios para unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase III y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos para unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor del electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en 250-32 (b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

NOTA: Para requisitos adicionales de las uniones en lugares peligrosos (clasificados), ver 250-100.

b) Tipos de conductores para puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión y cumplir con 250-102.

Excepción: En lugares Clase III, Divisiones 1 y 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios aprobados para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

C. Equipo

503-100 Transformadores y capacitores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores y capacitores deben cumplir lo establecido en 502-100(b).

503-115. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles Clase III, Divisiones 1 y 2. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares, deben estar en envolventes herméticas al polvo.

503-120. Transformadores de control y resistencias, en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. Los transformadores, bobinas de impedancia y resistencias utilizadas como o en conjunto con equipos de control para motores, generadores y otros aparatos deben estar en envolventes herméticas al polvo conforme con las limitaciones de temperatura indicadas en 503-5.

503-125. Motores y generadores en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2. En áreas Clase III, Divisiones 1 y 2, los motores, generadores y otras máquinas rotatorias deben ser totalmente encerradas no ventiladas, totalmente encerradas con tubería de ventilación, o totalmente encerradas enfriadas por ventilador.

Excepción: En áreas donde sólo se dé una moderada acumulación de pelusas sobre, dentro o en la vecindad de una máquina eléctrica rotatoria, y donde dicha máquina sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite cualquiera de los siguientes:

(1) Motores autolimpiantes tipo jaula de ardilla para uso en textiles.

(2) Motores normales del tipo abierto sin contactos deslizantes u otro tipo de mecanismo de conmutación, incluyendo dispositivos de sobrecarga para el motor.

(3) Motores normales del tipo abierto con contactos, tales como mecanismos de conmutación o dispositivos de resistencia, encerrados dentro de envolventes herméticas sin ventilación u otras aberturas.

503-128. Tubería de ventilación, Clase III, Divisiones 1 y 2. Las tuberías de ventilación para motores, generadores, u otras máquinas rotatorias, o para envolventes de equipo eléctrico, deben ser de metal con espesor no menor que 0.5 milímetros o de un material no combustible igualmente resistente, y que cumpla con las condiciones siguientes:

(1) Conducir directamente a una fuente de aire limpio fuera del local;

(2) Tener rejillas en los extremos exteriores para impedir el paso de pequeños animales y aves, y

(3) Estar protegidos contra daño físico, oxidación u otras influencias corrosivas.

Las tuberías de ventilación deben ser suficientemente herméticas, incluidas sus conexiones, para reducir al mínimo la entrada de fibras o pelusas dentro de equipo o envolventes ventiladas, e impedir el escape de chispas, llamas o material encendido que pueda incendiar fibras o pelusas de material combustible en la vecindad. Para tubería metálica, se permiten costuras herméticas y uniones remachadas o soldadas; y pueden utilizarse juntas deslizantes ajustadas donde cierta flexibilidad es necesaria, como en las conexiones a los motores.

503-130. Luminarias en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2

a) Alumbrado fijo. Las luminarias para alumbrado fijo deben estar provistas con envolventes para las lámparas y portalámparas, diseñadas para reducir al mínimo la entrada de fibras, pelusas y partículas volátiles, e impedir la salida de chispas, material en combustión o metal caliente. Cada luminaria debe estar claramente marcada para indicar la potencia, en watts, de las lámparas que pueden utilizarse sin que se exceda la temperatura de 165 °C en las superficies expuestas bajo condiciones normales de operación.

b) Daño físico. Cada luminaria debe estar protegida contra daños físicos por medio de una guarda adecuada.

c) Luminarias colgantes. Las luminarias colgantes deben estar suspendidas por medio de un tramo de tubo conduit metálico roscado tipo pesado o semipesado, o con cadenas con accesorios aprobados. Para tramos de tubo mayores que 30 centímetros, deben disponerse tirantes permanentes y efectivos para impedir desplazamientos laterales a un nivel no mayor que 30 centímetros sobre la parte inferior del tramo del tubo, o debe darse la flexibilidad necesaria mediante un accesorio aprobado o conector flexible aprobado para este uso y para el área de montaje, colocado a no más de 30 centímetros desde el punto de fijación hasta la caja o al accesorio de soporte.

d) Equipo portátil de alumbrado. El equipo portátil de alumbrado debe tener agarraderas y estar protegido con guardas adecuadas. Los portalámparas deben ser del tipo sin interruptor, sin preparaciones para recibir clavijas. No deben tener partes metálicas portadoras de corriente expuestas, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente deben estar puestas a tierra. En todos los otros aspectos, el equipo portátil de alumbrado debe cumplir con 503-130(a).

503-135 Equipo de utilización en lugares Clase III, Divisiones 1 y 2.

a) Calentadores. Los equipos de utilización calentados eléctricamente deben estar identificados para lugares Clase III.

b) Motores. Los motores o equipos de utilización accionados por motor deben cumplir lo establecido en 503-125.

c) Interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles. Los interruptores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles deben cumplir lo establecido en 503-115.

503-140. Cordones flexibles Clase III, Divisiones 1 y 2. Los cordones flexibles deben cumplir con las condiciones siguientes:

(1) Ser del tipo aprobado para uso extra rudo;

(2) Tener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra conforme a lo indicado en 400-23;

(3) Estar soportados por abrazaderas u otros medios adecuados, de tal manera que eviten la tensión mecánica en las conexiones de las terminales, y

(4) Estar equipados con un conector de cordón hermético al polvo.

503-145. Contactos y clavijas Clase III, Divisiones 1 y 2. Los contactos y clavijas deben ser del tipo con conexión de puesta a tierra y estar diseñadas para minimizar la acumulación o entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, e impedir el escape de chispas o partículas fundidas.

Excepción: En áreas donde solamente se dé una moderada acumulación de pelusa sobre, dentro o en la vecindad de un contacto, y donde tal contacto sea de fácil acceso para limpieza y mantenimiento de rutina, se permite utilizar contactos montados para minimizar la entrada de fibras, pelusas o partículas volátiles, de uso general con conexión de puesta a tierra.

503-150. Sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación clase III, Divisiones 1 y 2. Los sistemas de señalización, alarma, control remoto y altavoces de intercomunicación,

deben cumplir con los requisitos del Artículo 503 relativos a métodos de alambrado, desconectadores, transformadores, resistencias, motores, luminarias y componentes relacionados.

503-155. Grúas, montacargas y equipo eléctrico similar - Clase III, Divisiones 1 y 2. Cuando se instalen para operar sobre fibras combustibles o acumulaciones de las pelusas, las grúas viajeras y montacargas para el manejo de materiales, limpiadoras viajeras para máquinas textiles, y equipo similar, deben cumplir con 503-155(a) hasta (d) siguientes:

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación a los conductores de contacto deben estar aislados de todos los otros sistemas y estar equipados con un detector de tierra aceptable que active una alarma y automáticamente desenergice a los conductores de contacto en caso de una falla a tierra, o que produzca una alarma visual y audible mientras los conductores de contacto estén energizados y la falla a tierra persista.

b) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben ubicarse o resguardarse para ser inaccesibles a personal no calificado y estar protegidos contra contactos accidentales con objetos extraños.

c) Colectores de corriente. Los colectores de corriente deben acomodarse o resguardarse para confinar el chisporroteo normal e impedir el escape de chispas o partículas calientes. Para reducir el chisporroteo, deben colocarse dos o más superficies de contacto separadas en cada conductor de contacto. Deben tenerse medios confiables para mantener libres de la acumulación de pelusa o de partículas volátiles a los conductores de contacto y escobillas de corriente.

d) Equipo de control. El equipo de control debe cumplir con lo indicado en 503-115 y 503-120.

503-160. Banco y cargador de baterías - Clase III, Divisiones 1 y 2. Los cargadores de baterías deben localizarse en cuartos separados, construidos o recubiertos con suficiente material no combustible, diseñados de tal forma que eviten la acumulación en cantidades combustibles de pelusa o partículas volátiles y deben estar adecuadamente ventilados.

ARTICULO 504

SISTEMAS INTRINSECAMENTE SEGUROS

504-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de aparatos intrínsecamente seguros (I.S.), alambrado y sistemas para áreas Clase I, II y III.

504-2. Definiciones.

Aparatos asociados: Aparatos en los que los circuitos en sí no son necesariamente intrínsecamente seguros, pero que afectan la energía en circuitos intrínsecamente seguros y de los cuales se depende para mantener la seguridad intrínseca. Los aparatos asociados pueden ser:

(1) Aparatos eléctricos que tengan un tipo de protección alterna para uso en áreas peligrosas (clasificadas) apropiadas; o

(2) Aparatos eléctricos no protegidos así, los cuales no deben utilizarse dentro de un área peligrosa (clasificada).

NOTA 1: Los aparatos asociados tienen conexiones identificadas intrínsecamente seguras para aparatos intrínsecamente seguros, y también pueden tener conexiones para aparatos no intrínsecamente seguros.

NOTA 2: Un ejemplo de aparato asociado es una barrera intrínsecamente segura, la cual es una red diseñada para limitar la energía (corriente y tensión), disponible para el circuito protegido en áreas peligrosas (clasificadas), bajo condiciones específicas de falla.

Aparato intrínsecamente seguro: Aparato en el cual todos los circuitos son intrínsecamente seguros.

Aparato sencillo: Componente eléctrico o combinación de componentes de construcción sencilla con parámetros eléctricos bien definidos que no genera más de 1.5 volts, 100 miliamperes y 25 miliwatts, o un componente pasivo que no disipa más de 1.3 watts y es compatible con la seguridad intrínseca del circuito en el cual se utiliza.

NOTA: Los siguientes aparatos son ejemplos de aparatos sencillos:

(1) Componentes pasivos, por ejemplo, interruptores, cajas de empalme, dispositivos resistivos de temperatura y dispositivos semiconductores sencillos como los LED.

(2) Fuentes de energía almacenada que constan de componentes sencillos en circuitos sencillos con parámetros bien definidos, por ejemplo, condensadores o inductancias, cuyos valores se consideran al determinar la seguridad global del sistema.

(3) Fuentes de energía generada, por ejemplo, termopares y fotoceldas, que no generan más de 1.5 volts, 100 miliamperes y 25 miliwatts.

Circuito intrínsecamente seguro: Circuito en el cual cualquier chispa o efecto térmico es incapaz de causar la ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en aire bajo condiciones de prueba determinadas.

Sistema intrínsecamente seguro: Un ensamble de aparatos intrínsecamente seguros interconectados con aparatos asociados y cables de conexión en los que aquellas partes del sistema que puedan ser utilizadas en un área peligrosa (clasificada), son circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA: Un sistema intrínsecamente seguro puede incluir más de un circuito intrínsecamente seguro.

504-3. Aplicación de otros Artículos. A excepción de lo modificado por este Artículo, todos los Artículos aplicables de esta NOM deben cumplirse.

504-4. Equipos. Todo aparato intrínsecamente seguro y aparatos asociados deben estar aprobados.

Excepción: Un aparato simple, como se describe en el diagrama de control, no requiere estar aprobado.

504-10. Instalación de equipo

a) Diagrama de control. Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y otros equipos, deben instalarse de acuerdo con lo indicado en los diagramas de control.

Excepción: Un aparato simple que no interconecta circuitos intrínsecamente seguros.

NOTA 1: La identificación del diagrama de control está marcada sobre el aparato.

NOTA 2: Aparatos asociados con un valor Um marcado de menos de 250 volts pueden requerir de protección adicional contra sobretensión en las entradas para limitar las posibles tensiones de falla hasta un valor inferior al Um marcado en el producto.

b) Ubicación. Los aparatos intrínsecamente seguros y aparatos asociados pueden instalarse en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual han sido aprobados. Se permite el uso de envolventes de usos generales para aparatos intrínsecamente seguros.

Debe permitirse la instalación de los aparatos asociados en áreas peligrosas (clasificadas) para las cuales se han identificado o si se protegen por otros medios permitidos en los Artículos 501 a 503 y 505.

Se permitirá instalar aparatos sencillos en cualquier lugar peligroso (clasificado) en el cual la temperatura máxima superficial del aparato sencillo no exceda la temperatura de ignición de los gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos combustibles, o fibras/partículas inflamables que estén presentes.

Para aparatos sencillos, la temperatura máxima superficial se puede determinar a partir de los valores de la potencia de salida del aparato asociado o del aparato al cual está conectado para obtener la clase de temperatura. La clase de temperatura se puede determinar mediante:

(1) Referencia a la Tabla 504-10(b).

(2) Cálculo usando la fórmula siguiente:

$$T = P_o R_t + T_{amb}$$

Donde,

T = es la temperatura superficial

P_o = es la potencia de salida marcada en el aparato asociado o el aparato intrínsecamente seguro.

R_t = es la resistencia térmica del aparato sencillo

T_{amb} = es la temperatura ambiente (normalmente 40 ºC) y la Tabla 500-8(c) de referencia.

Además, los componentes con un área superficial menor que 10 cm^2 (excluyendo las puntas de conductores) se pueden clasificar como T5 si su temperatura superficial no excede de 150 ºC.

Tabla 504-10 (b).- Evaluación para la clasificación T4 de acuerdo con el tamaño y la temperatura del componente

Area superficial total, excluyendo las puntas de	Requisito para la clasificación T4 (con base en la temperatura

conductores	ambiente de 40 ºC)
<20 mm2	Temperatura superficial ≤275 °C
≥20 mm²≤10 cm2	Temperatura superficial ≤200 °C
≥20 mm2	Potencia que no excede 1.3 W*

* Basada en una temperatura ambiente de 40 °C. Reducir a 1.2 watts con temperatura ambiente de 60 ºC o a 1.0 watt con temperatura ambiente de 80 ºC

NOTA: Los siguientes aparatos son ejemplos de aparatos sencillos:

(1) Componentes pasivos, por ejemplo, interruptores, cajas de empalme, dispositivos resistivos de temperatura y dispositivos semiconductores sencillos como los LED.

(2) Fuentes de energía generada, por ejemplo, termopares y fotoceldas, que no generan más de 1.5 volts, 100 miliamperes y 25 miliwatts.

504-20. Métodos de alambrado. Se permite instalar aparatos intrínsecamente seguros y su alambrado, utilizando cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para áreas no clasificadas, incluyendo aquellos cubiertos en los Capítulos 7 y 8. La aplicación de sellos debe ser como se indica en 504-70, y la separación debe ser como la indicada en 504-30.

504-30. Separación de conductores intrínsecamente seguros

a) De conductores de circuitos no intrínsecamente seguros

1) En canalizaciones, charolas portacables y cables. Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros no deben colocarse en canalizaciones, charolas portacables o cables con conductores que no sean de circuito intrínsecamente seguros.

Excepción 1: Cuando los conductores de circuitos intrínsecamente seguros estén separados de los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros por una distancia de al menos 50 milímetros y asegurados, o mediante una división metálica puesta a tierra o mediante una división de aislamiento adecuado.

NOTA: Divisiones de lámina metálica de 0.90 milímetros de espesor o mayores, se consideran normalmente aceptables.

Excepción 2: Cuando: (1) todos los conductores de circuitos intrínsecamente seguros o (2) todos los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros estén en cables con cubierta o armadura metálica puesta a tierra, donde esos elementos metálicos sean capaces de transportar la corriente de falla a tierra.

NOTA: Los cables que cumplen con los requisitos indicados en los Artículos 330 y 332 son típicos de aquéllos considerados aceptables.

Excepción 3: Se permitirá instalar circuitos intrínsecamente seguros en lugares de División 2 o Zona 2 en una canalización, charola portacables o cable junto con circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo, si se instalan de acuerdo con 504-30(b).

Excepción 4: Se permitirá instalar circuitos intrínsecamente seguros que pasen de un lugar de División 2 o Zona 2 para alimentar un aparato ubicado en un lugar de División 1, Zona o Zona 1 en una canalización, charola portacables o cable junto con circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo, si se instalan de acuerdo con 504-30 (b).

NOTA: Los circuitos de alambrado no incendiario instalados en campo se describen en 501-10(b)(3), 502-10(b)(3), 503-10(b)(3), 505-15(c)(1)(g) y 506-15(c)(7).

2) Dentro de envolventes. Los conductores de los circuitos intrínsecamente seguros deben estar asegurados de tal manera que cualquier conductor que pueda zafarse de su terminal no pueda hacer contacto con otra terminal. Los conductores deben estar separados de los conductores de los circuitos que no son intrínsecamente seguros por uno de los métodos (1) a (4) siguientes:

(1) Separación mínima de 50 milímetros de los conductores de cualquier circuito no intrínsecamente seguro. (2) Separación de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros mediante una división metálica puesta a tierra de 0.91 milímetros de espesor o más. (3) Separación de los conductores de los circuitos no intrínsecamente seguros mediante una división aislante aprobada.

(4) Cuando: (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro, estén en cables con revestimiento metálico o con armadura metálica puesta a tierra, donde el recubrimiento o blindaje tiene la capacidad para transportar la corriente de falla a tierra.

NOTA 1: Se consideran como casos típicos aceptables los cables que cumplan los requisitos de los Artículos 330 y 332.

NOTA 2: Un método típico para cumplir con este requisito es el uso de compartimientos de alambrado separados para las terminales de los circuitos intrínsecamente seguros y los no intrínsecamente seguros.

NOTA 3: Para asegurar la separación necesaria del alambrado se pueden utilizar barreras físicas, tales como divisiones metálicas puestas a tierra aprobadas, divisiones aislantes aprobadas o ductos de alambrado de acceso restringido aprobados, separados de otros ductos por un mínimo de 19 milímetros.

3) Otros (que no estén en sistemas de canalizaciones o charolas portacables). Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no estén en canalizaciones o charolas portacables, deben estar sujetos y separados 50 milímetros como mínimo de los conductores y cables de cualquier circuito no intrínsecamente seguro.

Excepción: Donde: (1) todos los conductores del circuito intrínsecamente seguro estén en cables del tipo MI o MC, o (2) todos los conductores del circuito no intrínsecamente seguro estén instalados en canalizaciones o en cables del tipo MI o MC cuya cubierta o blindaje sea capaz de transportar la corriente de falla a tierra.

b) De conductores de circuitos intrínsecamente seguros diferentes. La separación entre dos terminales para la conexión en campo del cableado de diferentes circuitos intrínsecamente seguros debe ser al menos 6 milímetros, a menos que esté permitida la reducción de este espacio en los diagramas del proyecto. Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben estar en cables separados, o deben estar separados entre sí por cualquiera de los siguientes medios:

1) Que los conductores de cada circuito estén dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.

2) Que los conductores de cada circuito tengan un aislamiento con un espesor mínimo de 0.25 milímetros.

Excepción: A menos que estén identificados de otra manera.

504-50. Puesta a tierra

a) Aparatos intrínsecamente seguros, envolventes y canalizaciones. Deben ponerse a tierra, los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados, pantallas metálicas, envolventes y canalizaciones, si son metálicas.

NOTA: Puede ser necesaria una unión suplementaria al electrodo de puesta a tierra para algunos aparatos asociados, por ejemplo, las barreras de diodos zener, si se especifica en el diagrama de control.

b) Aparatos asociados y blindajes de los cables. Los aparatos asociados y los blindajes de los cables se deben poner a tierra de acuerdo con el plano de control exigido. Ver 504-10(a).

c) Conexión al electrodo de puesta a tierra. Cuando se requiera la conexión a un electrodo de puesta a tierra, este electrodo debe ajustarse a las especificaciones indicadas en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) y (a)(4) y lo establecido en 250-30(a)(4). No se deben usar las secciones 250-52(a)(5), (a)(7) y (a)(8) si están disponibles cualquiera de los electrodos especificados en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).

504-60. Unión.

a) Areas peligrosas. En áreas peligrosas (clasificadas), los aparatos intrínsecamente seguros deben estar unidos en el área peligrosa (clasificada) de acuerdo con lo indicado en 250-100.

b) Areas no clasificadas. En áreas no clasificadas, donde se utilicen canalizaciones metálicas para alambrado de sistemas intrínsecamente seguros en áreas peligrosas (clasificadas), los aparatos asociados deben estar unidos de acuerdo con lo indicado en 501-30(a), 502-30(a), 503-30(a), 505-25 o 506-25 según sea aplicable.

504-70. Sellado. Los cables y tubo conduit que deban sellarse de acuerdo con lo indicado en 501-15, 502-15, 505-16 y 506-16, deben sellarse para reducir al mínimo el paso de gases, vapores y polvos. No se exigirá que dicho sellado sea a prueba de explosión o a prueba de flama, pero deben estar identificados para el propósito de reducir al mínimo el paso de gases, polvos o vapor en condiciones de funcionamiento normal y deben ser accesibles.

Excepción: No se requieren sellos para envolventes que contengan únicamente aparatos intrínsecamente seguros, excepto por lo requerido en 501-17.

504-80. Identificación. Las etiquetas requeridas por esta sección deben ser adecuadas para el ambiente donde se instalen, considerando la exposición a productos químicos y a la luz solar.

a) Terminales. Los circuitos intrínsecamente seguros deben identificarse en las terminales y empalmes, de modo que se evite la interferencia no intencional con los circuitos durante las pruebas y mantenimiento.

b) Alambrado. Las canalizaciones, charolas portacables, y otros métodos de alambrado para sistemas intrínsecamente seguros, deben identificarse con etiquetas permanentemente adheridas con la leyenda "Alambrado intrínsecamente seguro" o su equivalente. Las etiquetas deben estar ubicadas de modo que sean visibles después de la instalación y colocadas de tal manera que puedan ser fácilmente localizadas a todo lo largo de la instalación. Las etiquetas de los circuitos intrínsecamente seguros deben aparecer en cada sección del sistema de alambrado que esté separado por envolventes, paredes, divisiones o pisos. El espaciamiento entre las etiquetas no debe ser mayor que 7.50 metros.

Excepción: Se permite identificar los circuitos subterráneos, cuando sean accesibles después de salir del suelo.

NOTA 1: Los métodos de alambrado permitidos en áreas no clasificadas pueden utilizarse para sistemas intrínsecamente seguros en áreas peligrosas (clasificadas). Sin etiquetas que identifiquen la aplicación del alambrado, no se puede determinar si la instalación cumple con esta NOM.

NOTA 2: En áreas no clasificadas, la identificación es necesaria para evitar que en un futuro, se agregue inadvertidamente a canalizaciones existentes un alambrado no intrínsecamente seguro.

c) Código de color. Se permite el uso de un código de color para identificar a los conductores intrínsecamente seguros cuando sean de color azul claro, siempre y cuando no se utilicen otros conductores con este mismo color. Asimismo, debe permitirse el código de color para identificar a las canalizaciones, charolas portacables y cajas registro de empalme, cuando estén coloreados de color azul claro y contengan únicamente alambrado intrínsecamente seguro.

ARTICULO 505

AREAS CLASE I, ZONAS 0, 1 Y 2

505-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para el sistema de clasificación por zonas, como una alternativa al sistema de clasificación por divisiones tratado en el Artículo 500, para equipo eléctrico y electrónico y alambrado en todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables.

NOTA: Véase los Artículos 500 a 504 para los requisitos de equipo eléctrico y electrónico y alambrado para todas las tensiones en áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, Divisiones 1 ó 2; Clase II, Divisiones1 ó 2; y Clase III, Divisiones 1 ó 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables, polvos o fibras combustibles.

505-2 Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se aplican las siguientes definiciones.

A prueba de llama "d": Tipo de protección en el cual la envolvente soportará sin sufrir daño, una explosión interna de una mezcla inflamable que ha penetrado a su interior a través de cualquier junta o abertura estructural en la envolvente y sin causar la ignición de una atmósfera explosiva externa compuesta de uno o más gases o vapores para los cuales se ha diseñado.

Encapsulación "m": Tipo de protección en el cual las partes eléctricas que podrían encender una atmósfera explosiva, tanto por chispa como por calentamiento, están encerradas en un compuesto, de manera que esta atmósfera explosiva no se pueda encender.

NOTA: La encapsulación se designa como tipo de protección “ma” para uso en lugares de Zona 0. La encapsulación se designa como tipo de protección “m” o “mb” para uso en lugares de Zona 1.

Equipo eléctrico y electrónico: Materiales, accesorios, dispositivos, aparatos y similares que forman parte de una instalación eléctrica o se conectan a ella.

NOTA: El equipo portátil o transportable que tiene su fuente de alimentación interna, como por ejemplo el equipo operado por batería, potencialmente podría convertirse en una fuente de ignición en lugares peligrosos (clasificados).

Inmersión en aceite "o": Tipo de protección en la cual el equipo eléctrico está sumergido en un líquido de protección de manera tal que una atmósfera explosiva, que pueda estar sobre el líquido o fuera de la envolvente, no se pueda encender.

Lugares no clasificados: Lugares que se determina que no son Clase I, División 1; Clase I, División 2; Clase I, Zona 0; Clase I, Zona 1; Clase I, Zona 2; Clase II, División 1; Clase II, División 2; Clase III, División 1; Clase III, División 2 o cualquier combinación de éstas.

Presurización “p”: Tipo de protección para el equipo eléctrico que utiliza la técnica de protección contra el ingreso de la atmósfera externa, que puede llegar a ser explosiva, dentro de una envolvente, manteniendo un gas de protección en su interior a una presión mayor que la de la atmósfera externa.

Relleno con polvo "q": Tipo de protección en el cual las partes eléctricas capaces de encender una atmósfera explosiva están fijas en una posición y completamente rodeadas por un material de relleno (polvo de vidrio o de cuarzo) para prevenir la ignición de una atmósfera explosiva externa.

Tipo de Protección "n": Tipo de protección en el cual el equipo eléctrico, en operación normal, no tiene la capacidad para encender una atmósfera explosiva de gas circundante, y no es probable que ocurra una falla capaz de causar la ignición.

Sistema de detección de gas combustible: Técnica de protección que utiliza detectores estacionarios de gas en establecimientos industriales.

Seguridad aumentada "e": Tipo de protección aplicada al equipo eléctrico que no produce arcos ni chispas en servicio normal y bajo condiciones anormales específicas, en el cual se aplican medidas adicionales para incrementar la seguridad contra la posibilidad de temperaturas excesivas y de la ocurrencia de arcos y chispas.

Seguridad intrínseca “i”: Tipo de protección en el cual ninguna chispa o efecto térmico es capaz de causar la ignición de una mezcla de material inflamable o combustible en el aire, bajo condiciones de prueba prescritas.

NOTA 1: La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ia" para uso en lugares de Zona 0. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ib" para uso en lugares de Zona 1. La seguridad intrínseca se designa como tipo de protección "ic" para uso en lugares de Zona 2.

NOTA 2: Los aparatos asociados intrínsecamente seguros, designados como [ia], [ib] o [ic], se conectan a un aparato intrínsecamente seguro ("ia“, "ib" o “ic” respectivamente), pero se ubican fuera del lugar peligroso (clasificado) a menos que también esté protegido por otro tipo de protección (como por ejemplo a prueba de llama).

505-3. Otros Artículos. Todas las demás reglas aplicables contenidas en esta NOM deben aplicarse al alambrado y equipo eléctrico instalado en áreas peligrosas (clasificadas).

Excepción. Lo modificado por este Artículo y por el Artículo 504.

505-4 Generalidades.

a) Documentación para las ocupaciones industriales. Todas las áreas en ocupaciones industriales designadas como lugares peligrosos (clasificados) deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

NOTA: Con respecto a los ejemplos de planos de clasificación de áreas, ver apéndice B2.

b) Normas de referencia. Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en otras publicaciones.

NOTA 1: Para la evaluación de la conformidad de esta NOM los evaluadores deben estar familiarizados con la experiencia de la industria y con las normas aplicables a la clasificación de las distintas áreas, a la determinación de la ventilación adecuada y a la protección contra los riesgos producidos por la electricidad estática y los rayos.

NOTA 2: Para información adicional sobre la clasificación de áreas peligrosas, clasificación de materiales inflamables y requisitos de instalaciones que por su naturaleza son áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

NOTA 3: Para información adicional sobre la clasificación protección contra riesgos producidos por la electricidad estática y las descargas atmosféricas en áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

NOTA 4: Para información adicional sobre la clasificación ventilación en áreas peligrosas (clasificadas); véase el apéndice B.

NOTA 5: Para información adicional sobre la clasificación sistemas eléctricos para áreas peligrosas (clasificadas) en plataformas marinas petroleras y de gas; véase el apéndice B.

505-5 Clasificación de lugares.

a) Clasificación de áreas o lugares. Las áreas deben clasificarse dependiendo de las propiedades de los vapores, gases o líquidos inflamables que pueden estar presentes y de la posibilidad de que esté presente una concentración o cantidad inflamable o combustible. Donde solamente se usan o manipulan materiales pirofóricos, estas áreas no deben ser clasificadas.

Cada cuarto, sección o superficie debe considerarse individualmente para determinar su clasificación.

NOTA 1: Véase 505-7 para las restricciones sobre clasificación de áreas.

NOTA 2: Aplicando el ingenio en el diseño de las instalaciones eléctricas de las áreas peligrosas (clasificadas), con frecuencia puede ubicarse la mayor parte de los aparatos en áreas menos peligrosas o no peligrosas, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

Los recintos y áreas que contienen sistemas de refrigeración con amoniaco equipados con ventilación mecánica adecuada se pueden clasificar como lugares “no clasificados”

b) Lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2. Los lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 son aquellos en los cuales gases o vapores inflamables están presentes en el aire o pueden estarlo, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de Clase I, Zonas 0, 1 y 2 deben incluir a aquellos que se especifican en 505(b)(1), (b)(2) y (b)(3).

1) Clase I, Zona 0. Un lugar de Clase I, Zona 0 es un lugar:

(1) En el que continuamente están presentes concentraciones de gases o vapores inflamables, o

(2) En el que están presentes durante largos períodos de tiempo concentraciones de gases o vapores inflamables.

NOTA 1: Esta clasificación incluye el interior de tanques o recipientes ventilados que contengan líquidos inflamables volátiles; el interior de envolventes para recubrimiento o aplicación por rociado mal ventilados, en los que se utilicen solventes volátiles inflamables; la parte entre el exterior y el interior del techo de un tanque de techo flotante que contenga líquidos volátiles inflamables; el interior de recipientes, fosos y tanques abiertos que contengan líquidos volátiles inflamables; el interior de un ducto de escape que se usa para ventilar concentraciones inflamables de gases o vapores; y el interior de envolventes mal ventiladas que contengan normalmente instrumentos de ventilación que usan o analizan fluidos inflamables y la ventilación al interior de las envolventes.

NOTA 2: No es una buena práctica instalar equipos eléctricos en lugares de la Zona 0, excepto cuando el equipo sea esencial para el proceso o cuando no sean viables otros lugares [ver 505-5(a) NOTA 2.]. Si fuera necesario instalar sistemas eléctricos en lugares de Zona 0, es una buena práctica instalar sistemas intrínsecamente seguros como los descritos en el Artículo 504.

2) Clase I, Zona 1. Un lugar de Clase I, Zona 1 es un lugar:

(1) En el que es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación, o

(2) En el que frecuentemente puede haber concentraciones de gases o vapores inflamables debido a operaciones de reparación o mantenimiento, o por fugas, o

(3) En el que se opera equipo o se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la ruptura u operación defectuosa del equipo podría producir la liberación de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y causar además la falla simultánea de los equipos eléctricos, de un modo que cause que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición, o

(4) Que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 0, desde la que podrían pasarse concentraciones inflamables de vapores, excepto si ese paso se previene mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y se suministran medios eficaces de protección contra fallas de la ventilación.

NOTA 1: Se considera como operación normal la situación en la cual el equipo de planta opera dentro de sus parámetros de diseño. Las fugas menores de materiales inflamables pueden ser parte de operaciones normales. Las fugas menores incluyen aquellas provenientes de los empaques o sellos mecánicos de las bombas. No se consideran como operaciones normales las fallas que provocan reparación o parada total (tales como las rupturas de los sellos de las bombas y empaques de las bridas y los derrames producidos por accidentes).

NOTA 2: Esta clasificación incluye normalmente los lugares en los que se transfieren líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro. Las áreas cercanas a las operaciones de aplicación por rociado y pintura, en las que se utilizan solventes inflamables; los compartimientos o salas de secado adecuadamente ventilados en los que se evaporan solventes inflamables; los lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de grasas y aceites que utilicen solventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y teñido que utilizan líquidos inflamables volátiles; los cuartos de generadores de gas ventilados adecuadamente, y otras áreas de las plantas de producción de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante la operación normal, pero no clasificados como Zona 0.

3) Clase I, Zona 2. Un lugar de Clase I, Zona 2 es un lugar:

(1) En el que no es probable que haya concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables en condiciones de operación normales y, si las hay, será durante un corto período de tiempo, o

(2) En el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables, gases inflamables o vapores inflamables, pero en el cual los líquidos, gases o vapores están normalmente confinados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados de los que sólo pueden escapar como resultado de una rotura o ruptura accidental del recipiente o sistema, o como consecuencia de la operación anormal del equipo con el cual los líquidos o gases se manipulan, procesan o utilizan, o

(3) En el que normalmente las concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables se previenen mediante ventilación mecánica de presión positiva pero que pueden resultar peligrosas como consecuencia de la falla u operación anormal del equipo de ventilación, o

(4) Que está adyacente a un lugar de Clase I, Zona 1 desde el que podrían pasarse concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada, desde una fuente de aire limpio y equipado de medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA: La clasificación de la Zona 2 incluye normalmente los lugares donde se utilizan líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables pero que resultarían peligrosos sólo en caso de accidente o de alguna condición de operación inusual.

505-6 Grupos de materiales. Para efectos de pruebas, aprobación y clasificación por áreas, las distintas mezclas de aire (no enriquecidas con oxígeno) se deben agrupar como se exige en (a), (b) y (c) siguientes.

NOTA: El Grupo I está proyectado para su uso en tipos de atmósferas que contienen grisú (una mezcla de gases, compuesta principalmente por metano, que se encuentra bajo tierra, usualmente en minas). Esta NOM no se aplica a instalaciones subterráneas en minas. Ver 1.2.2(d)

El Grupo II se debe subdividir en los subgrupos IIC, IIB y IIA, como se indica en 505-6(a), (b) y (c) de acuerdo con la naturaleza del gas o vapor, para técnicas de protección "d,", "ia,", "ib,", “[ia],”, e “[ib],” y, donde sea aplicable, "n" y "o".

NOTA 1: La subdivisión de gas y vapor como se describe anteriormente se basa en la separación segura experimental máxima (MESG), en la corriente mínima de ignición (MIC) o en ambas.

NOTA 2: La verificación del equipo eléctrico que utiliza técnicas de protección "e,", "m,", "p," y "q,", debido a la técnica de diseño, no exige pruebas que involucren la MESG o la MIC. Por tanto, no se exige subdividir el Grupo II para estas técnicas de protección.

NOTA 3: Es necesario que los significados de los diferentes marcados de los equipos y la clasificación del Grupo II se observen cuidadosamente para prevenir confusión con la Clase I, Divisiones 1 y 2, Grupos A, B, C y D.

a) Grupo IIC. Atmósferas que contienen acetileno, hidrógeno o gases inflamables o vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tienen una separación segura experimental máxima (MESG) menor o igual a 0.50 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) menor o igual a 0.45.

NOTA: El grupo IIC equivale a una combinación de Clase I, Grupo A y Clase I, Grupo B, tal como se describió en 500-6(a)(1) y (a) (2).

Grupo IIB. Atmósferas que contienen acetaldehído, etileno o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tienen una distancia segura experimental máxima (MESG) mayor de 0.50 milímetros y menor o igual a 0.90 milímetros, o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor de 0.45 y menor o igual a 0.80.

NOTA: El grupo IIB equivale al Grupo C de la Clase I, tal como se ha descrito en 500-6(a)(3).

Grupo IIA. Atmósferas que contienen acetona, amoniaco, alcohol etílico, gasolina, metano, propano o gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables, o vapores producidos por líquidos combustibles mezclados con aire, que pueden encenderse o explotar, que tengan una distancia segura experimental máxima (MESG) mayor que 0.90 milímetros o una relación de corriente mínima de ignición (relación MIC) mayor de 0.80.

NOTA: El grupo IIA equivale al Grupo D de la Clase I, tal como se ha descrito en 500-6(a)(4).

505-7 Precaución especial. El Artículo 505 exige que la construcción e instalación del equipo garanticen el desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de operación y mantenimiento.

NOTA 1: Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento del equipo eléctrico en lugares peligrosos (clasificados).

NOTA 2: Las condiciones ambientales bajas exigen consideración especial. El equipo eléctrico que dependa de las técnicas de protección descritas en 505-8(a) puede no ser conveniente para su uso a temperaturas inferiores a – 20 ºC, a menos que estén identificados para servicio a baja temperatura. Sin embargo, a temperaturas ambiente bajas, tal vez no existan concentraciones inflamables de vapores en un lugar clasificado como Clase I, Zonas 0, 1 ó 2 a temperatura ambiente normal.

a) Implementación del sistema de clasificación por zonas. La clasificación de las áreas, la ingeniería y el diseño, la selección de equipo y los métodos de alambrado, la instalación y la inspección deben ser realizados por personas calificadas.

b) Clasificación doble. En los casos de áreas dentro del mismo predio clasificadas separadamente, se permitirá que los lugares de Clase I, Zona 2 terminen junto a, pero que no se traslapen a los lugares de Clase I, División 2. Los lugares de Clase I, Zona 0 o Zona 1 no deben terminar junto a lugares de Clase I, División 1 o División 2.

c) Reclasificación permitida. Se permitirá que un lugar de Clase I, División 1 o División 2 se reclasifique como un lugar de Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2, siempre que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente de gas o vapor inflamable se reclasifique según los requisitos de este Artículo.

d) Obstáculos sólidos. El equipo a prueba de llama con juntas bridadas no se debe instalar de manera que las aberturas bridadas estén más cerca que las distancias mostradas en la Tabla 505-7(d), de cualquier obstáculo sólido que no sea parte del equipo (tales como objetos de acero, paredes, protectores contra la intemperie, abrazaderas de montaje, tubería u otro equipo eléctrico), a menos que el equipo esté aprobado para una distancia de separación menor.

Tabla 505-7(d).- Distancia mínima de las obstrucciones

desde aberturas bridadas a prueba de llamas "d".

	Distancia mínima
Grupo de gases	**milímetros**

IIC	40
IIB	30
IIA	10

e) Presencia simultánea de gases inflamables y polvo combustible o fibras/partículas suspendidas inflamables. Donde haya o pueda haber gases inflamables, polvo combustible o fibras/partículas suspendidas inflamables al mismo tiempo, se debe considerar la presencia simultánea durante la selección e instalación del equipo eléctrico y el método de alambrado, incluyendo la determinación de la temperatura de operación del equipo eléctrico.

505-8 Técnicas de protección. Técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en áreas peligrosas (clasificadas) deben ser de (a) hasta (i).

a) A prueba de llama "d". Se permitirá aplicar esta técnica de protección para equipos instalados en áreas Clase I, Zona 1 o Zona 2.

b) Purgado y presurizado. Se permite aplicar esta técnica de protección para equipos instalados en áreas Clase I, Zonas 1 o Zona 2 para los cuales estén identificados.

c) Seguridad intrínseca. Se permitirá aplicar esta técnica de protección a los equipos instalados en áreas Clase I Zonas 0, Zona 1 o Zona 2 para los cuales estén aprobados.

d) Tipo de Protección "n.". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 2. El tipo de protección "n," también se subdivide en nA, nC y nR.

NOTA 1: Véase la Tabla 505-9(c)(2)(4) para la descripción de las subdivisiones del tipo de protección "n".

e) Inmersión en aceite "o.". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

f) Seguridad aumentada "e.". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

g) Encapsulado "m". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I, Zona 0, Zona 1 o Zona 2 para los cuales estén identificados.

NOTA 1: Véase la Tabla 505-9(c)(2)(4) para la descripción de las subdivisiones por encapsulación.

h) Relleno con polvo "q.". Se permite aplicar esta técnica de protección a equipos instalados en áreas Clase I Zona 1 o Zona 2.

i) Sistema de detección de gas combustible. Se permitirá un sistema de detección de gas combustible como un medio de protección en establecimientos industriales con acceso restringido al público y donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que únicamente personas calificadas atenderán la instalación. Donde se instale dicho sistema, se permitirá el equipo especificado en (1), (2) o (3) siguientes. El tipo de equipo de detección, su aprobado, lugares de instalación, los criterios de alarma y de parada total, así como la frecuencia de calibración deben estar documentados cuando se usan los detectores de gas combustible como una técnica de protección.

1) Ventilación inadecuada. En los lugares de Clase I, Zona 1 que se clasifican así debido a la inadecuada ventilación, se permitirán los equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, Zona 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

2) Interior de un edificio. En un edificio ubicado en un lugar Clase I, Zona 2 o con una abertura hacia este lugar, cuando el interior no contiene una fuente de gas o vapor inflamable, se permitirá usar equipos eléctricos para lugares no clasificados. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

3) Interior de un panel de control. En el interior de un panel de control que contenga instrumentación que utilice o mida líquidos, gases o vapores inflamables, se permitirá usar equipos eléctricos adecuados para lugares Clase I, Zona 2. El equipo de detección de gas combustible debe estar aprobado para lugares Clase I, Zona 1, para el grupo adecuado de materiales y para la detección del gas o vapor específico que se va a encontrar.

505-9 Equipo.

a) Apropiado. El equipo identificado se debe determinar como apropiado mediante uno de los siguientes:

(1) Equipo aprobado o marcado.

(2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba aprobado o de una entidad de inspección involucrada en la evaluación de producto.

(3) Evidencia aceptable para la autoridad competente tal como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir certificados que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

b) Aprobado.

(1) Se permitirá utilizar equipo aprobado para la Zona 0 en la Zona 1 o Zona 2 para el mismo gas o vapor, siempre que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo de protección marcado. Se permitirá que el equipo que esté aprobado para uso en un lugar de la Zona 1 se utilice en un lugar de la Zona 2 para el mismo gas o vapor, siempre que esté instalado de acuerdo con los requisitos para el tipo de protección marcado.

(2) Se permitirá que el equipo sea aprobado para un gas o vapor específico, mezclas específicas de gases o vapores o cualquier combinación específica de gases o vapores.

NOTA: Un ejemplo común es el equipo marcado para “IIB. + H2”.

c) Marcado. Los equipos se deben marcar de acuerdo con (1) o (2) siguientes.

1) Equipo de división. Se permitirá que el equipo identificado para Clase I, División 1 o Clase I, División 2, además de estar marcado de acuerdo con 500-8(c), esté marcado con todo lo siguiente:

(1) Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (según sea aplicable).

(2) Grupos de clasificación de gas aplicable, de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(1)(2).

(3) Clasificación de temperatura de acuerdo con 505-9(d)(1).

Tabla 505-9(c)(1)(2).- Grupos de clasificación de gas

Grupo de gases	Comentario
IIC	Ver 505-6(a)
IIB	Ver 505-6(b)
IIA	Ver 505-6(c)

2) Equipo de zona. El equipo que cumpla una o más de las técnicas de protección descritas en 505-8 se debe marcar con toda la siguiente información, en el orden presentado:

(1) Clase.

(2) Zona.

(3) Símbolo "AEx".

(4) Técnicas de protección, de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(2)(4).

(5) Grupos de clasificación de gas aplicable de acuerdo con la Tabla 505-9(c)(1)(2).

(6) Clasificación de temperatura de acuerdo con 505-9(d)(1).

Excepción 1: Se exigirá que los aparatos asociados que NO son adecuados para su instalación en un lugar peligroso (clasificado) esté marcado únicamente con la información indicada en los numerales (3), (4) y (5), pero AMBOS, el símbolo AEx (3) y el símbolo para el tipo de protección (4) deben estar encerrados dentro de los mismos corchetes, por ejemplo [AEx ia] IIC.

Excepción 2: No se exigirá que los aparatos sencillos, tal como se definen en 504-2, tengan marcada la temperatura de operación ni la clase de temperatura.

El equipo eléctrico con tipo de protección "e", "m","ma", “mb”, “px”, “py”, "pz", o "q", se deben marcar como Grupo II. El equipo eléctrico con tipo de protección "d", "ia", "ib", “ic”, “[ia]”, “[ib]” o “[ic]” se debe marcar como Grupo IIA, IIB, o IIC, o para un gas o vapor específico. El equipo eléctrico con tipo de protección "n" se debe marcar como Grupo II, a menos que contenga dispositivos de corte encerrados, componentes no incendiarios

o equipos o circuitos de energía limitada, en cuyo caso se debe marcar como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico. Los equipos eléctricos con otros tipos de protección se deben marcar como Grupo II, a menos que el tipo de protección utilizado por el equipo exija que se deba marcar como Grupo IIA, IIB o IIC o para un gas o vapor específico.

NOTA 1: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos intrínsecamente seguros para la instalación en lugares de Clase I, Zona 0 es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6". La explicación del marcado exigido se ilustra en la Figura 505-9(c)(2).

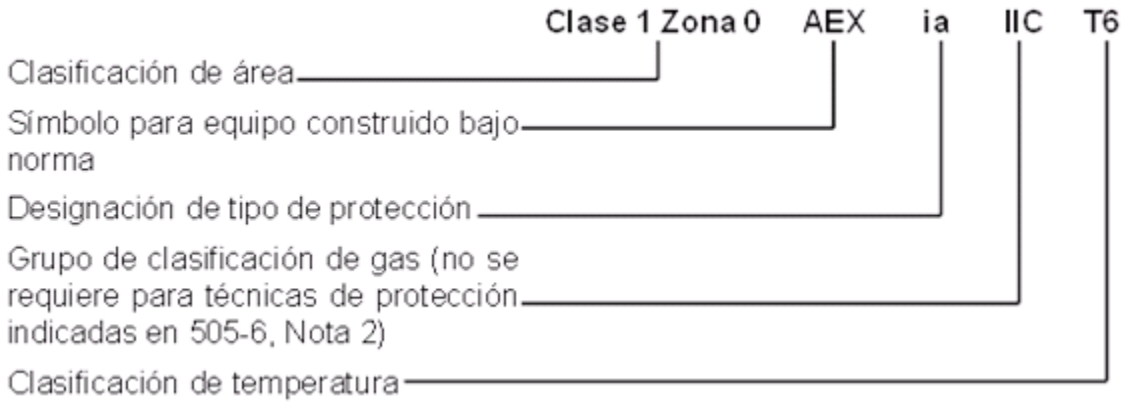
NOTA 2: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos asociados intrínsecamente seguros montados en una envolvente a prueba de llama para la instalación en lugares de Clase I, Zona 1 es "Clase I, Zona 1 AEx d[ia] IIC T4".

NOTA 3: Un ejemplo del marcado que se exige para aparatos asociados intrínsecamente seguros que NO son para la instalación en lugares peligrosos (clasificados) es "[AEx ia] IIC".

NOTA 4: El EPL (nivel de protección de equipo por sus siglas en inglés) puede aparecer en la placa del producto. Los EPL están designados por: G para gas; D para polvo y M para minería y van seguidos de una letra (a, b, o c) para dar al usuario un mayor entendimiento en cuanto a si el equipo ofrece un nivel de protección ya sea: (a) "muy alto"; (b) "alto" o (c) "mejorado" contra la ignición de una atmósfera explosiva. Por ejemplo, un motor AEx d IIC T4 (que es adecuado en cuanto a su protección, para usarlo en Zona 1) puede adicionalmente estar marcado con: EPL de "Gb" para indicar que fue provisto con un alto nivel de protección, tal como el AEx d IIC T4 Gb.

NOTA 5: El equipo instalado fuera de un área Zona 0, conectado eléctricamente conectado a un equipo ubicado dentro de un área Zona 0, puede estar marcado Clase I, Zona 0/1. El "/" indica que el equipo contiene un elemento de separación y puede ser instalado en la frontera entre áreas Zona 0 y Zona 1.

d) Temperatura Clase I. El marcado de temperatura que se especifica a continuación no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico que se va a encontrar.



NOTA Figura 505-9(c)(2) Marcado del equipo de zona

Tabla 505-9(c)(2)(4).- Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona *
d	Envolvente a prueba de llama	1
db	Envolvente a prueba de llama	1
e	Seguridad aumentada	1
eb	Seguridad aumentada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
ic	Seguridad intrínseca	2
[ia]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ib]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ic]	Aparatos asociados	No clasificados**
m	Encapsulado	1
ma	Encapsulado	0
mb	Encapsulado	1
nA	Equipos que no producen chispas	2

nAc	Equipos que no producen chispas	2
nC	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, por otra técnica que no sean las envolventes con respiración restringida	2
nCc	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, por otra técnica que no sean las envolventes con respiración restringida	2
nR nRc	Envolventes con respiración restringida	2
O	Inmersión en aceite	1
ob	Inmersión en aceite	1
px	Presurización	1
pxb	Presurización	1
py	Presurización	1
pyb	Presurización	1
pz	Presurización	2
pzc	Presurización	2
q	Relleno con polvo	1
qb	Relleno con polvo	1

* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

** Se permitirá instalar aparatos asociados en un lugar peligroso (clasificado) si están protegidos adecuadamente usando otro tipo de protección.

1) Clasificación de temperatura. El equipo debe estar marcado indicando la temperatura de funcionamiento o la clase de temperatura referenciada para un ambiente a 40 °C, o la temperatura ambiente más alta si el equipo está dimensionado y marcado para una temperatura ambiente mayor que 40 °C. Si se da la clase de temperatura, se debe indicar usando la clase de temperatura (código T) que se muestra en la Tabla 505-9(d)(1).

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente entre – 20 °C y + 40 °C debe tener un marcado de no temperatura ambiente.

El equipo eléctrico diseñado para uso en un intervalo de temperatura ambiente diferente de - 20 °C a +

40 °C se considera que es especial y entonces su intervalo de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb", junto con el intervalo especial de temperatura ambiente en grados Celsius.

NOTA: Como ejemplo, dicho marcado podría ser “-30 °C a + 40 °C”.

Excepción 1: No se exigirá que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de tubo conduit, y los equipos del tipo generador de calor que tengan una temperatura máxima no mayor de 100 ºC, tengan marcada la temperatura de operación o la clase de temperatura.

Excepción 2: Se permitirá que los equipos identificados para lugares Clase I, División 1 o División 2 de acuerdo con 505-20(b) y (d) estén marcados de acuerdo con 500-8(c) y la Tabla 500-8(c).

Tabla 505-9 (d)(1).- Clasificación de la temperatura superficial

máxima para equipos eléctricos del grupo II

Clase de temperatura (código T)	Máxima temperatura de la superficie (°C)
T1	
T2	
T3	
T4	
T5	
T6	8

e) Roscado. Las conexiones roscadas deberán ser NPT o métricas. Los tubos conduit y accesorios se deben apretar firmemente con llave para prevenir las chispas cuando a través del sistema de tubos conduit fluya una corriente de falla y asegurar la integridad a prueba de explosiones o llamas del sistema de tubo conduit, donde sea aplicable. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en campo se debe instalar de acuerdo con (1) o (2) y (3) siguientes:

1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca NPT. Para equipos provistos con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios con roscas tipo NPT se deben utilizar accesorios de tubo conduit o accesorios para cables.

Las entradas NPT en los equipos a prueba de fuego o a prueba de explosiones se harán con al menos cinco hilos totalmente introducidos.

Excepción: Para equipo aprobado a prueba de explosión o a prueba de llama, las entradas NPT roscadas en fábrica se deben hacer con por lo menos 4 ½ hilos totalmente introducidos.

2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca métrica. Para estos equipos las entradas se deben identificar como métricas. Para la conexión a un tubo conduit o accesorios con rosca NPT, se deben usar adaptadores. Para entradas métricas en equipo a prueba de explosión o a prueba de llama deben tener una clase de ajuste de al menos 6g/6H y estar hechas con al menos cinco hilos totalmente introducidos para los grupos C, D, IIB o IIA y no menos de ocho hilos totalmente introducidos para los grupos A, B, IIC, o IIB + H_2.

3) Entradas que no se usen. Todas las entradas que no se usen deben ser cerradas con tapones aprobados para el lugar y deben mantener el tipo de protección. El tapón debe cumplir con (1) o (2) anteriores.

f) Cables de fibra óptica. Cuando un cable de fibra óptica contenga conductores capaces de conducir corriente (cable de fibra óptica compuesto), dicho cable se debe instalar de acuerdo con los requerimientos de 505-15 y 505-16.

505-15 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección y deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes:

a) Clase I, Zona 0. En lugares Clase I, Zona 0 sólo se permitirán los métodos de alambrado intrínsecamente seguros según el Artículo 504.

NOTA: El Artículo 504 solamente incluye la técnica de protección "ia".

b) Clase I, Zona 1.

1) Generalidades. En lugares Clase I, Zona 1 se permitirán todos los métodos de alambrado indicados de (a) hasta (f) siguientes:

a. Todos los métodos de alambrado permitidos por **a)** anterior.

b. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con una armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y unos conductores separados de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación.

   Los cables Tipo MC y MC-HL deben instalarse de acuerdo con lo previsto en el artículo 330, Parte B.

c. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, y donde el cable no esté sujeto a daños físicos, cables del tipo ITC-HL aprobados para uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. El cable Tipo ITC-HL se debe instalar de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727.

NOTA: Ver 727-4 y 727-5 con relación a las restricciones del uso del cable tipo ITC.

d. Cables del tipo MI con accesorios terminales aprobados para lugares de Clase I, Zona 1 o División 1. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se eviten esfuerzos de tensión en los accesorios terminales.

e. Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado.

f. Se permitirá tubo conduit del tipo PVC y tubo conduit del tipo RTRC, cuando esté embebido en concreto con un espesor mínimo de 5 centímetros y esté enterrado cuando menos 60 centímetros, medidos desde la parte superior del tubo conduit hasta el nivel del suelo. Se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado para los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el suelo. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

2) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se permitirán accesorios flexibles para lugares Clase I, Zona 1 o División 1 o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 505-17 terminado con un conector de cordón aprobado, que mantenga el tipo de protección de la terminal del compartimiento.

c) Clase I, Zona 2.

1) Generalidades. En los lugares Clase I, Zona 2 se permitirán los métodos de alambrado siguientes:

a. Todos los métodos de alambrado permitidos en 505-15(b).

b. Cables tipo, MC, MV o TC con accesorios terminales aprobados, incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. Los cables del tipo MV de un solo conductor deben ser blindados o con armadura metálica.

c. Cables tipo ITC e ITC-ER según lo permitido en 727-4 y terminado con accesorios aprobados

d. Cables tipo PLTC y PLTC-ER que cumplan lo establecido en el Artículo 725, incluyendo la instalación en sistemas de charolas portacables. El cable PLTC se debe instalar con accesorios terminales aprobados.

e. Electroductos (busway) con empaques, ductos eléctricos encerrados con empaques.

f. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación y donde el tubo conduit metálico no brinda suficiente resistencia a la corrosión, se permitirá el tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC), codos elaborados en fábrica y accesorios asociados, todos aprobados y marcados con el sufijo –XW, y tubo conduit de PVC Cédula 80, codos elaborados en fábrica y accesorios asociados. En donde se exigen sellos para las condiciones de límites como los que se definen en 505-16(c)(1)(b), el método de alambrado de la Zona 1 se debe extender en el área de la Zona 2 hasta el sello, que se debe ubicar en el lado de la Zona 2 del límite entre Zona 1 – Zona 2.

g. Se permitirá protección intrínsecamente segura tipo “ic” utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas con protección intrínsecamente segura tipo “ic” se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en el plano de control, se permitirán en un circuito intrínsecamente seguro tipo “ic” siempre que tal aparato no interconecte el sistema intrínsecamente seguro tipo “ic” con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en 504-2.

Los circuitos separados de intrínsecamente seguros tipo “ic” se deben instalar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) En cables separados.

(2) En cables multiconductores, en los que los conductores de cada circuito están dentro de una armadura metálica puesta a tierra.

(3) En cables multiconductores, en los que los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.

2) Conexiones flexibles. Cuando debe haber disposiciones para una flexibilidad limitada, se permitirá usar accesorios metálicos flexibles, tubo conduit metálico flexible con accesorios aprobados, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordón flexible de acuerdo con las disposiciones de 505-17, terminado con un conector de cordón aprobado que mantenga el tipo de protección de la terminal del compartimiento.

NOTA: Para los requisitos de puesta a tierra cuando se use tubo conduit flexible, ver 505-25(b).

505-16 Sellado y drenaje. Los sellos en los sistemas de tubo conduit y cables deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (e) siguientes. Se debe usar un compuesto sellante en los accesorios terminales de los cables del tipo MI para prevenir que entre humedad o algún líquido en el aislamiento del cable.

NOTA 1: Los sellos se utilizan en los sistemas de tubo conduit y cables para reducir al mínimo el paso de gases y vapores y prevenir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del tubo conduit. Dicho paso a través del cable del tipo MI se previene en forma inherente a su construcción. A menos que sean diseñados y probados específicamente para el propósito, los sellos de tubo conduit y cables no están diseñados para prevenir el paso de líquidos, gases o vapores a una presión diferencial continua a través del sello. Incluso aunque haya diferencias de presión a través del sello, equivalentes a algunos centímetros de agua, puede haber un paso lento de gases o vapores a través del sello y a través de los conductores que pasan por él. Ver (c)(2)(b) de esta sección. Las temperaturas extremas y los líquidos y vapores muy corrosivos pueden afectar la capacidad del sello para cumplir su función prevista. Ver (d)(2) de esta sección.

NOTA 2: A través de los intersticios entre los hilos de los conductores trenzados de tamaño mayor de 33.6 mm² (2 AWG) se pueden introducir gases o vapores y propagarse las llamas. Un medio para reducir las entradas y prevenir la propagación de las llamas consiste en utilizar conductores de construcción especial, por ejemplo de hilos compactados, o sellando los hilos individuales.

a) Zona 0. En lugares Clase I, Zona 0, los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1), (2) y (3) siguientes.

1) Sellos del tubo conduit. Se deben proporcionar sellos a una distancia no mayor de 3.00 metros de donde el tubo conduit sale de un lugar de Zona 0. No debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, excepto reductores aprobados en el sello, en el tramo de tubo conduit entre el sello y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar.

Excepción: No se exigirá que esté sellado un tubo conduit rígido continuo que pase completamente a través del lugar de Zona 0 sin accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación del tubo conduit continuo están en lugares no clasificados.

2) Sellos del cable. Se deben proporcionar sellos en los cables en el primer punto de terminación después de entrar en el lugar de Zona 0.

3) No se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama. No se exigirá que los sellos sean a prueba de explosión o a prueba de llama.

b) Zona 1. En lugares Clase I, Zona 1 los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1) hasta (8) siguientes.

1) Envolventes con protección del tipo "d" o "e". Se debe instalar un sello a una distancia máxima de 5 centímetros en cada tubo conduit que entra en una envolvente con protección del tipo "e" o "d".

Excepción 1: Cuando la envolvente con protección del tipo "d" está marcada para indicar que no requiere sello.

Excepción 2: Para protección del tipo "e", se permitirán tubos conduit y accesorios que utilicen únicamente juntas de canalizaciones o accesorios NPT a NPT aprobados para la protección del tipo "e", entre la envolvente y el sello, y no se exigirá que el sello esté a una distancia de 5 centímetros de la entrada.

NOTA: Ejemplos de accesorios que usan roscas que no son NPT incluyen los coples de tubo conduit, codos con casquillo, uniones y drenajes de ventilación.

Excepción 3: No se exigirá sello para los tubos conduit instalados entre envolventes con protección del tipo "e" que usan únicamente uniones de canalización o accesorios de tubo conduit NPT a NPT aprobados para la protección del tipo "e".

2) Equipo a prueba de explosión. Se deben suministrar sellos de tubo conduit en cada tubo conduit que entra a un equipo a prueba de explosión, de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

a. En cada entrada de tubo conduit a una envolvente a prueba de explosión cuando (1) la envolvente contiene aparatos tales como interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas que se consideren como una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento, o (2) la entrada es de designador métrico de 53 (tamaño comercial 2) o más grande y la envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones. Para los propósitos de esta sección, se debe considerar como alta temperatura cualquiera que exceda el 80 por ciento de la temperatura de autoignición en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

Excepción: Tubo conduit que entra en una envolvente en donde los interruptores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o las resistencias cumplen una de las siguientes condiciones:

(1) Están encerrados dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores.

(2) Están sumergidos en aceite.

(3) Están encerrados dentro de una cámara a prueba de explosión sellada en fábrica ubicado dentro de la envolvente identificado para ese lugar y marcado con las palabras "sellado en fábrica" o equivalente, a menos que la entrada de la envolvente sea de designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o más grande. No se debe considerar que las carcasas selladas en fábrica sirvan como sello para otra envolvente adyacente a prueba de explosión que se exige que tenga un sello de conduit.

b. Los sellos de conduit se deben instalar a una distancia máxima de 45 centímetros de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y la envolvente a prueba de explosión sólo se permitirán uniones, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso similares a los tipos en L, en T y en cruz, todos ellos a prueba de explosión y que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo conduit.

c. Cuando dos o más envolventes a prueba de explosión para los cuales se exigen sellos de conduit por 505-16 (b)(2), están conectadas mediante niples o tramos de tubo conduit de máximo 90 centímetros de longitud, se debe considerar suficiente un solo sello de conduit en cada conexión con niple o tramo de tubo conduit, si está ubicado a máximo 45 centímetros de cualquiera de las carcasas.

3) Envolventes presurizadas. Se deben suministrar sellos de conduit en cada entrada de tubo conduit en una envolvente presurizada, en donde el tubo conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de conduit se deben instalar a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente presurizada.

NOTA: La instalación del sello lo más cerca posible de la envolvente reducirá problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo conduit presurizado.

4) Límite de la Clase I, Zona 1. Se deben suministrar sellos de tubo conduit en cada tramo de tubo conduit que salga de un lugar de Clase I, Zona 1. Se permitirá ubicar el accesorio de sellado en cualquier lado del límite de dicho lugar, a una distancia no mayor de 3.00 metros de dicho límite y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor dentro de la porción de tubo conduit de la Zona 1 que se comunique con el tubo conduit que está más allá del sello. En el tramo comprendido entre el sello del tubo conduit y el punto en el que el tubo conduit sale del lugar de Zona 1, no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, excepto los reductores a prueba de explosión, en el sello del tubo conduit.

Excepción: No se exigirá sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, coples, cajas o accesorios y que atraviesen completamente un lugar de Clase I, División 1 y que no tengan accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación del tubo conduit continuo están en lugares no clasificados.

5) Cables con capacidad para transmitir gases o vapores. En los tubos conduit que contengan cables con forro continuo hermético a los gases y vapores, a través de cuyo núcleo central puedan transmitir gases o vapores, se deben sellar en el lugar de Zona 1 después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor con aislamiento individual y a la cubierta externa.

Excepción: Los cables multiconductores con un forro continuo hermético a los gases y vapores, a través de cuyo núcleo central se puedan transmitir gases o vapores, se pueden considerar como un solo conductor, sellando el cable en el tubo conduit a una distancia no mayor de 45 centímetros de la envolvente y el extremo del cable dentro de la envolvente con un medio aprobado para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de las llamas dentro del núcleo del cable, o por otros métodos aprobados. Para cables con pantalla y cables de pares trenzados no se exigirá quitar el material de blindaje ni separar el par trenzado.

6) Cables sin capacidad para transmitir gases o vapores. Si el cable no tiene la capacidad para transmitir gases o vapores a través de su núcleo central, cada cable multiconductor en tubo conduit se debe considerar como un solo conductor. Estos cables se deben sellar de acuerdo con 505-16(d).

7) Cables que entran en las carcasas. Se deben suministrar sellos de cable para cada cable que entre en envolventes a prueba de explosión o a prueba de llama. El sello debe cumplir con 505-16(d).

8) Límite de la Clase I, Zona 1. Los cables se deben sellar en el punto en el cual salen del lugar de Zona 1.

Excepción: Cuando el cable está sellado en su punto de terminación.

c) Zona 2. En lugares Clase I, Zona 2 los sellos se deben ubicar de acuerdo con (1) y (2) siguientes.

1) Sellos de conduit. Los sellos de conduit se deben ubicar de acuerdo con (a) y (b)

a. Para las conexiones con envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama, se debe instalar un sello de conduit de acuerdo con (b)(1) y (b)(2) siguientes. Todas las porciones del tramo de tubo conduit o niple entre el sello y dicha envolvente deben cumplir lo establecido en (b) siguiente.

b. En cada tramo de tubo conduit que pase de lugares Clase I, Zona 2 a lugares no clasificados. Se permitirá que el accesorio de sellado esté a cualquier lado del límite de dicho lugar y a una distancia no mayor de 3.00 metros de dicho límite, y debe estar diseñado e instalado para reducir al mínimo la cantidad de gas o vapor en la porción de tubo conduit dentro de la Zona 2 que se comunique con el tubo conduit que está más allá del sello. Entre el accesorio de sellado y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar de la Zona 2, se debe usar tubo conduit metálico pesado o tubo conduit semipesado de acero roscado, y se debe usar una conexión roscada en el accesorio de sellado. Excepto por los reductores a prueba de explosión aprobados en el sello del tubo conduit, no debe haber uniones, coples, cajas o accesorios entre el sello de conduit y el punto en el cual el tubo conduit sale del lugar de Zona 2. Los tubos conduit se deben sellar para minimizar la cantidad de gas o vapor dentro de la parte del tubo conduit que está en la Clase 1, Zona 2 que comunica al tubo conduit más allá del sello. Tales sellos no se requerirán a prueba de llama o explosión pero deben estar identificados para el propósito de minimizar el paso de gases bajo condiciones normales de operación y deben ser accesibles.

Excepción 1: No se exigirá sellar los tubos conduit metálicos que no contengan uniones, coples, cajas ni accesorios, que atraviesen completamente un lugar de Clase I, Zona 2 y que no tengan accesorios a menos de 30 centímetros más allá de cada límite, si los puntos de terminación de los tubos conduit continuos están en lugares no clasificados.

Excepción 2: No se exigirá sellar, en el punto donde pasan desde un lugar de Clase I Zona 2 hasta un lugar no clasificado, los sistemas de tubos conduit que terminan en lugares no clasificados, cuando se hace una transición del método de alambrado a charola portacables, agrupación de cables encerrados, electroductos (busway) ventiladas, cable del tipo MI o a un cable no instalado en ninguna charola portacables o sistema de canalización. El lugar no clasificado debe ser exterior, o se permitirá que sea interior si el sistema de tubos conduit está todo en un solo cuarto. Los tubos conduit no deben terminar en una envolvente que contenga fuentes de ignición en condiciones normales de funcionamiento.

Excepción 3: No se exigirá un sello en el límite en los sistemas de tubos conduit que pasen desde una envolvente o cuarto no clasificado, como resultado de la presurización, hasta un lugar de Clase I, Zona 2.

Excepción 4: No se exigirá sellar los segmentos del sistema de tubos conduit sobre el piso, cuando pasen desde un lugar de Clase I, División 2 a un lugar no clasificado, si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Ninguna parte del segmento del sistema de tubos conduit que pasa a través de un lugar Zona 0 o Zona 1, tiene uniones, coples, cajas o accesorios dentro de una distancia de 30 centímetros del lugar Zona 0 o Zona 1.

(2) El segmento del sistema de tubos conduit está localizado completamente en el exterior.

(3) El segmento del sistema de tubos conduit no está conectado directamente a bombas encapsuladas, conexiones de proceso o de servicio para mediciones de presión, de caudal o de análisis, etc., que dependan de un sólo sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles al sistema de tubos conduit.

(4) El segmento del sistema de tubos conduit contiene únicamente tubos conduits metálicos, uniones, coples, cajas de paso y accesorios roscados en el lugar no clasificado.

(5) El segmento del sistema de tubos conduit está sellado en su entrada a cada envolvente o a accesorios terminales de carcasas que contengan terminales, empalmes o derivaciones en lugares Zona 2.

2) Sellos de cable. Los sellos de cable se deben colocar de acuerdo con (a), (b) y (c) siguientes.

a. Envolventes a prueba de explosión o a prueba de llama. Los cables que entren en envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama se deben sellar en el punto de entrada. El sello debe cumplir con 505-16(d). Los cables multiconductores con un forro continuo hermético a los gases y al vapor, con capacidad para transmitir gases o vapores a través del núcleo del cable, se deben sellar en el lugar de Zona 2, después de quitar la cubierta y cualquier otro recubrimiento, de modo que el compuesto sellante rodee a cada conductor con aislamiento individual de una manera tal que reduzca al mínimo el paso de gases y vapores. Los cables multiconductores en tubo conduit se deben sellar como se describe en 505-16(b)(4).

Excepción 1: No se exigirá sello en el límite para los cables que pasen desde una envolvente o cuarto no clasificado como resultado de una presurización tipo Z, hasta un lugar de Zona 2.

Excepción 2: En cables con pantalla y cables de pares trenzados no se exigirá remover el material de blindaje ni separar los pares trenzados, siempre que la terminación esté hecha por medios aprobados para reducir al mínimo la entrada de gases o vapores y prevenir la propagación de la llama dentro del núcleo del cable.

b. Cables que no transmiten gases ni vapores. No se exigirá sellar los cables con forro continuo hermético al vapor y a los gases y que no transmitan gases ni vapores a través del núcleo del cable por encima de la cantidad permitida para los accesorios de sellado, excepto lo exigido en 505-16(c)(2)(a). El tramo mínimo de dichos cables no debe ser inferior a la longitud que limite el flujo de gases o vapores a través del núcleo de cable a la tasa permitida para los accesorios de sellado, 200 cm^3/h de aire a una presión de 1500 pascales (0.02 kg/cm^2).

NOTA: El núcleo del cable no incluye los intersticios entre los hilos trenzados de los conductores.

c. Cables con capacidad de transmitir gases o vapores. No se exigirá sellar los cables que tienen un forro continuo hermético al vapor y a los gases, que puedan transmitir gases o vapores a través del núcleo, excepto lo exigido en 505-16(c)(2)(a), a menos que el cable esté conectado a dispositivos o equipos de procesos que puedan originar una presión mayor que 1500 pascales (0.02 kg/cm^2) ejercida en el extremo del cable, en cuyo caso se debe instalar un sello, barrera u otro medio que impida la migración de vapores o gases inflamables hacia un lugar no clasificado.

Excepción: Se permitirá que los cables con un forro ininterrumpido hermético a gases y vapores pase sin sellos a través de un lugar Clase I, Zona 2.

d. Cables sin forro continuo hermético a gases y vapores. Los cables sin forro continuo hermético a gases y vapores se deben sellar en el límite de los lugares de Zona 2 y no clasificado, de manera que se reduzca al mínimo el paso de gases o vapores hacia el lugar no clasificado.

NOTA: El forro del cable puede ser de material metálico o no metálico.

d) Clase I, Zonas 0, 1 y 2. Donde se exijan sellos en los lugares Clase I, Zonas 0, 1 y 2, deben cumplir con lo establecido en (1) hasta (5) siguientes.

1) Accesorios. Las envolventes para conexiones o equipos deben tener medios integrales para su sellado, o se deben utilizar accesorios de sellado aprobados para el lugar. Los accesorios de sellado deben estar aprobados para uso con uno o más compuestos específicos y deben ser accesibles.

2) Compuesto. El compuesto debe proporcionar un sello contra el paso de gases o vapores a través del accesorio de sellado, no debe ser afectado por la atmósfera o los líquidos circundantes, y su punto de fusión no debe ser inferior a 93 °C.

3) Espesor del compuesto. En un sello terminado, el espesor mínimo del compuesto sellante no debe ser menor al tamaño comercial del accesorio de sellado, y en ningún caso menor de 16 milímetros.

Excepción: No se exigirá que los accesorios de sellado para cables tengan un espesor mínimo igual al tamaño comercial del accesorio.

4) Empalmes y derivaciones. No se deben hacer empalmes ni derivaciones en accesorios proyectados únicamente para sellamiento con compuesto, y los accesorios en los que se hayan hecho empalmes y conexiones no se deben rellenar con compuesto.

5) Porcentaje de ocupación de los conductores. El área de la sección transversal de los conductores permitidos en un sello no debe exceder el 25 por ciento del área de la sección transversal del tubo conduit metálico pesado del mismo tamaño comercial, a menos que esté aprobado específicamente para un porcentaje de ocupación mayor.

e) Drenaje

1) Equipo de control. Cuando exista la probabilidad de que puedan quedar atrapados líquidos u otros vapores condensados dentro de las envolventes para equipos de control o en cualquier punto de un sistema de canalización, se deben proporcionar medios aprobados para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico de dichos líquidos o vapores condensados.

2) Motores y generadores. Cuando se estime que existe la probabilidad de que se acumulen líquidos o vapores condensados dentro de los motores o generadores, las uniones y los sistemas de tubos conduit se deben instalar de forma que se reduzca al mínimo la entrada de líquidos. Si se juzga necesario un medio para prevenir la acumulación o para permitir el drenaje periódico, dicho medio debe instalarse en la fábrica y se debe considerar como parte integral de la máquina.

505-17 Cordones flexibles en lugares Clase I, Zonas 1 y 2. Se permitirá un cordón flexible para la conexión entre el equipo portátil de alumbrado u otro equipo de utilización portátil y la porción fija de su circuito de alimentación. También se permitirá usar cordón flexible para la porción del circuito donde los métodos de alambrado fijos de 505-15(b) no pueden proporcionar el grado necesario de movimiento para el equipo eléctrico de utilización fijo y móvil, en un establecimiento industrial donde las condiciones de mantenimiento y supervisión de ingeniería garantizan que únicamente personas calificadas instalarán y atenderán la instalación y el cordón flexible esté protegido contra daños por su ubicación o por una protección adecuada. La longitud del cordón flexible debe ser continua. Cuando se usen cordones flexibles, éstos deben cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo.

(2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en 400-23.

(3) Estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.

(4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado de una manera que prevenga la tensión mecánica en las conexiones de los terminales.

(5) Estar equipados con conector de cordón aprobado para mantener el tipo de protección en donde el cordón flexible entre en cajas, accesorios o envolventes que se exige que sean a prueba de explosión o a prueba de llama.

(6) El cordón que entre en una envolvente con seguridad incrementada “e” debe terminar con un conector aprobado de cordón para seguridad incrementada “e”.

NOTA: Ver 400-7 con respecto a los usos permitidos de los cordones flexibles.

Las bombas eléctricas sumergibles con medios para su retiro sin entrar en el foso mojado se deben considerar como equipo de utilización portátil. Se permitirá la extensión del cordón flexible dentro de una canalización adecuada entre el pozo y la fuente de alimentación.

Los mezcladores eléctricos proyectados para entrar y salir de tanques o recipientes de mezcla del tipo abierto se deben considerar equipo de utilización portátil.

NOTA: Ver 505-18 con respecto a los cordones flexibles sujetos a líquidos con efectos dañinos en el aislamiento del conductor.

505-18 Conductores y aislamiento del conductor.

a) Conductores. Para el tipo de protección “e”, los conductores de alambrado de campo deben ser de cobre. Todo conductor (incluidos los de repuesto) que entren en equipos del tipo “e” debe terminar en una terminal del tipo “e”.

b) Aislamiento del conductor. Cuando los líquidos o vapores condensados puedan acumularse sobre o entrar en contacto con el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por un recubrimiento de plomo o por otro medio aprobado.

505-19 Partes expuestas sin aislar. No debe haber partes expuestas sin aislar, como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que funcionen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con un tipo de protección ia, ib o nA que sea adecuado para el lugar.

505-20. Requisitos para los equipos

a) Zona 0. En áreas Clase I, Zona 0 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción: Se permite utilizar equipos intrínsecamente seguros aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

b) Zona 1. En áreas Clase I, Zona 1 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción 1: Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 o aprobados para uso en áreas Zona 0 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada

Excepción 2: Se permitirá usar equipos identificados para Clase I, Zona 1 o Zona 2 y con protección del tipo “p”.

c) Zona 2. En áreas Clase I, Zona 2 se permiten únicamente equipos específicamente aprobados y marcados como adecuados para uso en esas áreas.

Excepción 1: Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Zona 0 o Zona 1 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos identificados para Clase I, Zona 1 o Zona 2 y con protección del tipo “p”.

Excepción 3: Se permite utilizar equipos aprobados para uso en áreas Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas, o como se permite en 505-9(b)(2) y con una temperatura nominal adecuada.

Excepción 4: En áreas Clase I Zona 2 se permite la instalación de motores abiertos o motores cerrados que no son a prueba de explosión ni a prueba de llama, como los motores de inducción de jaula de ardilla, sin escobillas, sin mecanismos de conmutación o dispositivos similares que producen arcos eléctricos, que no están identificados para uso en un área Clase 1, Zona 2.

NOTA 1: Es importante considerar la temperatura de las superficies interna y externa que pueden estar expuestas a la atmósfera inflamable.

NOTA 2: Es importante considerar el riesgo de ignición debido a las corrientes que producen arcos a través de discontinuidades y de sobrecalentamiento de partes en envolventes de múltiples secciones de motores y generadores de gran tamaño. Estos motores y generadores pueden necesitar puentes de unión equipotencial en las juntas de la envolvente y de la envolvente a tierra. Si se sospecha la presencia de gases o vapores inflamables, se puede necesitar una purga con aire limpio inmediatamente antes y durante los periodos de arranque.

d) Instrucciones del fabricante. El equipo eléctrico instalado en áreas peligrosas (clasificadas) se debe instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

505-21 Circuitos derivados multiconductores. No se permitirán circuitos derivados multiconductores en los lugares Clase I, Zona 1.

Excepción: Cuando los dispositivos de desconexión del circuito abren en forma simultánea todos los conductores de fase del circuito multiconductor.

505-22 Motores y generadores de seguridad incrementada "e". En áreas Clase I, Zona 1, los motores y generadores de seguridad incrementada "e", de todas las capacidades de tensión, deben estar aprobados para áreas Zona 1 y deben cumplir con (1) hasta (8) siguientes:

(1) Los motores se deben marcar con la relación de corriente, I_A/I_N y un tiempo t_E.

(2) Los motores deben tener los controladores identificados con el número de modelo o de identificación, potencia nominal de salida (en kilowatts o en caballos de fuerza), corriente de plena carga en amperes, relación de corriente de arranque (I_A/I_N) y tiempo (t_E) de los motores que van a proteger; el marcado del controlador también debe incluir el tipo específico de protección contra sobrecarga (y ajuste, si es aplicable) que está aprobado con el motor o generador.

(3) Las conexiones se deben hacer con las terminales específicas aprobadas con el motor o generador.

(4) Se permite que las cajas de las terminales sean de un material sólido, no metálico y no combustible, siempre que estén equipadas con medios internos para puesta a tierra entre la carcasa del motor y la conexión de puesta a tierra del equipo, incorporados dentro de la caja.

(5) Las disposiciones de la parte C del Artículo 430 se deben aplicar, independientemente de la tensión del motor.

(6) Los motores se deben proteger contra sobrecarga por un dispositivo separado que responda a la corriente del motor. Este dispositivo se debe seleccionar para que dispare, o se debe ajustar de acuerdo con la aprobación del motor y su protección contra sobrecarga.

(7) Las Secciones 430-32(c) y 430-44 no se deben aplicar a estos motores, y

(8) La protección contra sobrecarga del motor no se debe bloquear o quitar durante el periodo de arranque.

505-25 Puesta a tierra y unión. La puesta a tierra y la unión deben cumplir con el Artículo 250 y con los requisitos (a) y (b) siguientes.

a) Uniones. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

NOTA: Para los requisitos adicionales de unión en lugares peligrosos (clasificados), ver 250-100.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles o tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos, deben incluir puentes de unión de equipos del tipo de alambre que cumpla con 250-102.

Excepción: En lugares Clase I, Zona 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

a. Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios aprobados para puesta a tierra.

b. La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.

c. La carga no es una carga de utilización de potencia.

505-26 Sellado de procesos. Esta sección es aplicable a los equipos conectados al proceso, que incluyen, pero no están limitados a, bombas encapsuladas, bombas sumergibles, a instrumentos de análisis y medición de flujo, de presión o de temperatura. Un sello de proceso es un dispositivo que previene la migración de fluidos del proceso del confinamiento designado al interior del sistema eléctrico externo. El equipo eléctrico conectado al proceso que tenga un solo sello de proceso, tal como un sello de compresión, diafragma o tubo para prevenir la entrada de fluidos inflamables o combustibles a la canalización o al sistema de cables capaces de transmitir fluidos, debe ser provisto de medios adicionales para mitigar una falla simple del sello del proceso. Los medios adicionales pueden incluir, pero no están limitados a lo siguiente:

(1) Una barrera que pueda soportar las condiciones de presión y temperatura del proceso a los que estaría sujeta en caso de falla simple del sello del proceso. Debe haber una abertura o drenaje entre el sello del proceso y la barrera. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso, que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.

(2) La instalación de un ensamble de cables aprobados Tipo MI, dimensionado a no menos del 125 por ciento de la presión del proceso y no menos del 125 por ciento de la temperatura máxima del proceso (en grados Celsius), entre el cable o la canalización y el sello del proceso.

(3) Una abertura o drenaje localizado entre el sello del proceso y el sello de la canalización o cable. La abertura o drenaje debe estar suficientemente dimensionado para prevenir una sobrepresión mayor de 1500 pascales (0.02 kg/cm^2) en el sello de la canalización o del cable. Debe haber una indicación de la falla del sello del proceso que puede ser una señal visible de la fuga, una alarma sonora o cualquier otra forma de monitoreo.

No se requerirán otros medios adicionales de sellado para el equipo eléctrico conectado al proceso que no depende de un solo sello de proceso o esté aprobado y marcado “sello sencillo” o “sello dual”.

ARTICULO 506

LUGARES EN ZONAS 20, 21 Y 22 PARA POLVOS COMBUSTIBLES

O FIBRAS/PARTICULAS SUSPENDIDAS INFLAMABLES

506-1 Alcance. Este artículo trata de los requisitos para el sistema de clasificación por zonas como alternativa al sistema de clasificación por división del que tratan los artículos 500, 502 y 503 para equipo eléctrico y electrónico y del alambrado para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) en Zona 20, Zona 21 y Zona 22, donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debido a polvos combustibles o fibras/partículas suspendidas inflamables. Los polvos metálicos combustibles no están cubiertos por los requisitos de este artículo.

NOTA 1: Ver los Artículos 500 a 505 con respecto a los requisitos de los equipos eléctricos y electrónicos y del alambrado, para todas las tensiones en lugares peligrosos (clasificados) de Clase I, División 1 o División 2; Clase II, División 1 o División 2; Clase III, División 1 o División 2 y Clase I, Zona 0 o Zona 1 o Zona 2 en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debidos a gases, vapores o líquidos inflamables, o polvos o fibras combustibles.

NOTA 2: Zona 20, Zona 21 y Zona 22 son clasificaciones de área que se basan en el sistema de clasificación de área de IEC (International Electrotechnical Commission) modificado,

NOTA 3: Los peligros únicos asociados con agentes explosivos, pirotécnicos y de demolición no se tratan en este artículo.

506-2 Definiciones. Para los fines de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones:

A prueba de ignición de polvo: Equipo encerrado de manera que no permite el ingreso de polvos, ni que los arcos, chispas o el calor generado o liberado dentro de la envolvente, produzcan la ignición de las acumulaciones exteriores o las suspensiones atmosféricas de un polvo especificado sobre o en la cercanía de la envolvente.

Alambrado no incendiario instalado en campo: Alambrado que entra o sale de la envolvente de un equipo y, bajo condiciones normales de funcionamiento del equipo, no tiene la capacidad de producir la ignición de la mezcla inflamable de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire debido a la presencia de arcos o efectos térmicos. El funcionamiento normal incluye la apertura, cortocircuito o puesta tierra del alambrado instalado en campo.

Aparato con alambrado no incendiario instalado en campo: Aparato proyectado para ser conectado al alambrado no incendiario instalado en campo.

Aparatos asociados, con alambrado no incendiario instalado en campo: Aparato en el cual los circuitos no necesariamente son no incendiarios en sí mismos, pero que afectan la energía en los circuitos no incendiarios de alambrado instalado en campo y en los que se confía para mantener los niveles de energía no incendiaria. Los aparatos asociados con alambrado no incendiario instalado en campo pueden ser cualquiera de los siguientes:

(1) Aparatos eléctricos que tienen un tipo alternativo de protección para ser usado apropiadamente en el lugar peligroso (clasificado).

(2) Aparatos eléctricos sin dicha protección que no se deben utilizar en un lugar peligroso (clasificado).

NOTA: Los aparatos asociados con alambrado no incendiario instalado en campo tienen conexiones para aparatos asociados con alambrado no incendiario instalado en campo diseñadas para aparatos con alambrado no incendiario instalado en campo y también pueden tener conexiones para otros aparatos eléctricos.

Circuito no incendiario: Circuito, diferente al alambrado en campo, en el cual todo arco o efecto térmico producido bajo las condiciones de funcionamiento previstas del equipo, no tiene la capacidad, bajo condiciones de prueba especificadas, de producir la ignición de la mezclas inflamables de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire.

Equipo no incendiario: Equipo que tiene circuitería eléctrica/electrónica y que no tiene la capacidad, bajo condiciones de funcionamiento normal, de producir la ignición de una mezcla inflamable especificada de gas y aire, vapor y aire o polvo y aire, debido a la formación de arcos o de medios térmicos.

Hermético al polvo: Envolventes construidas de forma que el polvo no ingrese bajo condiciones de prueba especificadas.

Lugar peligroso (clasificado) de Zona 20: Area en la cual hay presencia continua o por largos periodos de tiempo de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas, según la clasificación en 506-5 (b)(1).

Lugar peligroso (clasificado) de Zona 21: Area en la cual es probable que haya presencia ocasional, en condiciones de funcionamiento normal, de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas, según la clasificación en 506-5 (b)(2).

Lugar peligroso (clasificado) de Zona 22: Area en la cual no es probable que haya presencia, en condiciones de funcionamiento normal, de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, en cantidades suficientes para ser peligrosas, según la clasificación en 506-5 (b)(3).

Polvo combustible: Cualquier material finamente dividido con diámetro de 420 micrometros o menor y presente riesgo de fuego o explosión cuando esté disperso y se enciende en el aire.

Presurizado: Proceso de suministrar a una envolvente un gas protector con o sin flujo continuo a una presión suficiente para prevenir la entrada de polvo combustible o de fibras/partículas inflamables.

Protección por encapsulación "mD": Tipo de protección donde las partes que podrían causar la ignición de una mezcla de polvo o fibras/partículas combustibles en aire, están protegidas mediante una envolvente de un compuesto, de manera que la atmósfera explosiva no pueda ser encendida.

NOTA 2: La encapsulación se designa como nivel de protección "maD" para uso en lugares de Zona 20. La encapsulación se designa como nivel de protección "mbD" para uso en lugares de Zona 21.

Protección mediante envolvente "tD": Tipo de protección para atmósferas de polvo explosivo donde el aparato eléctrico tiene una envolvente que brinda protección contra el ingreso de polvo y medios para limitar las temperaturas superficiales.

Protección mediante presurización "pD": Tipo de protección contra el ingreso de una mezcla de polvo o fibras/partículas combustibles en aire en una envolvente que contiene equipo eléctrico, al suministrar y mantener una atmósfera de gas protector dentro de la envolvente a una presión por encima de la atmósfera externa.

Protección mediante seguridad intrínseca "iD": Tipo de protección donde ninguna chispa o efecto térmico puede causar ignición de una mezcla de polvo, fibras o partículas combustibles en aire, bajo condiciones de prueba prescritas.

506-4 Generalidades.

a) Documentación para ocupaciones industriales. Todas las áreas designadas como lugares peligrosos (clasificados) deben estar documentadas adecuadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar el equipo eléctrico en el lugar.

b) Normas de referencia. Información importante relacionada con los temas tratados en el Capítulo 5 se puede encontrar en apéndice B.

506-5 Clasificaciones de lugares.

a) Clasificaciones de lugares. Los lugares se deben clasificar con base en las propiedades de los polvos combustibles o fibras/partículas inflamables que pueda haber en ellos, y por la posibilidad de que estén presentes combustibles, concentraciones de combustibles o cantidades de combustibles. Para determinar la clasificación, cada recinto, sección o área se debe considerar individualmente. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares están fuera del alcance de este artículo.

b) Lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22. Los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 son aquellos en los que hay o puede haber polvos combustibles o fibras/partículas inflamables en el aire o en capas, en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 deben incluir los especificados en (1), (2) y (3) siguientes.

NOTA: Aplicando el ingenio en el diseño de la disposición de las instalaciones eléctricas para lugares peligrosos (clasificados), frecuentemente se pueden ubicar la mayor parte de los equipos en un nivel menor de clasificación, y así reducir el número de equipos especiales necesarios.

1) Zona 20. Un lugar de Zona 20, es un lugar en el cual:

a. Están presentes continuamente concentraciones inflamables de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables.

b. En el cual están presentes por largos periodos de tiempo concentraciones de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables.

NOTA 2: La clasificación de Zona 20 incluye los lugares dentro de sistemas de contenedores de polvo, tolvas, silos, etc., ciclones y filtros, sistemas de transporte de polvo, excepto algunas partes de bandas y cadenas transportadoras, etc.; mezcladores, molinos, secadores, equipo de empaque, etc.

2) Zona 21. Un lugar de Zona 21 es un lugar:

a. En el que es probable que haya presencia ocasional, en condiciones de funcionamiento normal, de concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, o

b. En el cual, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables; o

c. En el cual se operan equipos o se realizan procesos, de tal naturaleza que la ruptura o funcionamiento defectuoso de equipos pueden liberar concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico de manera que provoque directamente que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición; o

d. Que está adyacente a un lugar de Zona 20 desde el que podrían pasarse concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y con medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA 2: Esta clasificación usualmente incluye lugares afuera de los contenedores de polvo y en la cercanía inmediata de las puertas de acceso sometidas a remoción o apertura frecuente con propósitos de operación cuando hay presencia interna de mezclas combustibles; los lugares afuera de los contenedores de polvo en la proximidad de los puntos de llenado y vaciado, bandas de alimentación, puntos de muestreo, estaciones de descarga para camiones, puntos de descarga sobre bandas, etc. donde no se aplican medidas para prevenir la formación de mezclas combustibles; lugares afuera de los contenedores de polvo donde se acumula el polvo y es probable que, debido a operaciones del proceso, se altere la capa de polvo y forme mezclas combustibles; lugares dentro de los contenedores de polvo donde existe la probabilidad de que se formen nubes de polvo explosivo (pero no continuamente, ni por largos periodos de tiempo y tampoco frecuentemente) como, por ejemplo, silos (si se llenan o vacían sólo ocasionalmente) y el lado sucio de los filtros cuando se dan intervalos largos de auto limpieza.

3) Zona 22. Un lugar de Zona 22 es un lugar:

a. En el cual no es probable la presencia, en condiciones de funcionamiento normal, de concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables y, si se presentan, sólo persistirán por un periodo corto, o

b. En el cual se manipulan, procesan o utilizan polvo combustible o fibras/partículas inflamables, pero en el que normalmente el polvo combustible o fibras/partículas inflamables están confinados dentro de recipientes cerrados de sistemas cerrados, de donde pueden escapar únicamente como resultado del funcionamiento anormal del equipo con el cual se manipulan, procesan o utilizan los polvos o las fibras/partículas; o

c. Que está adyacente a un lugar de Zona 21 desde el que podrían pasar concentraciones de polvo combustible o fibras/partículas inflamables, a menos que ese paso se prevenga mediante una ventilación de presión positiva adecuada desde una fuente de aire limpio y con medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NOTA 2: Esta clasificación usualmente incluye las salidas de las aberturas de los filtros de bolsa, dado que en caso de mal funcionamiento puede haber emisión de mezclas combustibles; lugares cerca de equipos que se deben abrir a intervalos no frecuentes o equipos que, según la experiencia, pueden crear fugas fácilmente donde, debido a la presión mayor a la atmosférica, el polvo pueda salirse del local; equipos

neumáticos, conexiones flexibles que se puedan dañar, etc.; lugares de almacenamiento para costales que contengan productos en polvo, puesto que se pueden presentar fallas en los costales durante su manipulación causando un escape de polvo; y lugares donde se forman capas de polvo controlables que probablemente originen mezclas explosivas de polvo y aire. Sólo cuando se retire la capa de polvo antes de que se puedan formar mezclas peligrosas de polvo y aire, el área se podrá designar como no peligrosa.

NOTA 3: Los lugares que normalmente se clasifican como Zona 21 pueden clasificarse como Zona 22 cuando se emplean medidas para prevenir la formación de mezclas explosivas de polvo y aire. Tales medidas incluyen ventilación por extracción. Las medidas se deben utilizar en la vecindad de los puntos de llenado y vaciado (de costales), bandas de alimentación, puntos de muestreo, estaciones de descarga para camiones, puntos de descarga sobre bandas, etc.

506-6 Precaución especial. El Artículo 506 exige que la construcción e instalación del equipo garanticen el desempeño seguro bajo condiciones adecuadas de uso y mantenimiento.

NOTA: Es importante que las autoridades a cargo de la inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor al normal con relación a la instalación y el mantenimiento del equipo eléctrico en lugares peligrosos (clasificados).

a) Implementación del sistema de clasificación por zonas. La clasificación de las áreas, la ingeniería y el diseño, la selección de equipo y los métodos de alambrado, la instalación y la inspección deben ser realizados por personas calificadas.

b) Clasificación doble. En los casos de áreas dentro del mismo predio clasificadas independientemente, se permitirá que los lugares de Zona 22 estén junto a, pero que no se traslapen con los lugares de Clase II o Clase III, División 2. Los lugares de Zona 20 o Zona 21 no deben estar junto a lugares de Clase II o Clase III, División 1 o División 2.

c) Reclasificación permitida. Se permitirá que un lugar de Clase II o Clase III, División 1 o División 2 se reclasifique como un lugar de Zona 20, Zona 21 o Zona 22, siempre que todo el espacio que se clasifica debido a una sola fuente de polvo combustible o fibras/partículas inflamables se reclasifique según los requisitos de este artículo.

d) Presencia simultánea de gases inflamables y polvos o fibras/partículas combustibles. Cuando gases inflamables y polvos o fibras/partículas combustibles están presentes o puedan estarlo al mismo tiempo, la presencia simultánea se debe tomar en consideración durante la selección e instalación del equipo eléctrico y de los métodos de alambrado, incluyendo la determinación de la temperatura segura de funcionamiento del equipo eléctrico.

506-8 Técnicas de protección. Las técnicas de protección aceptables para los equipos eléctricos y electrónicos instalados en lugares peligrosos (clasificados) deben ser como las descritas de (a) hasta (k) siguientes.

a) A prueba de ignición de polvo. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

b) Presurizado. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

c) Intrínsecamente segura. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados. La instalación del alambrado y de aparatos intrínsecamente seguros debe estar de acuerdo con los requisitos del Artículo 504.

d) Hermético al polvo. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para las cuales estén identificados.

e) Protección por encapsulación "mD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

NOTA: Para la descripción de las subdivisiones de encapsulación véase 506-9(c)(2)(3).

f) Circuito no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para las cuales estén identificados.

g) Equipo no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 22 para las cuales estén identificados.

h) Protección mediante envolvente "tD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

i) Protección mediante presurización "pD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

j) Protección mediante seguridad intrínseca "iD". Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 para las cuales estén identificados.

506-9 Requisitos del Equipo.

a) Apropiado. El equipo identificado se debe determinar como apropiado mediante uno de los siguientes:

(1) Equipo aprobado o marcado.

(2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de prueba aprobado o de una entidad de inspección involucrada en la evaluación de producto.

(3) Evidencia aceptable para la autoridad competente tal como la autoevaluación del fabricante o el criterio de ingeniería del propietario.

NOTA: La documentación adicional para el equipo puede incluir certificados que demuestren la conformidad con las normas aplicables al equipo, que indiquen las condiciones especiales de uso y otra información pertinente.

b) Aprobado.

(1) Se permitirá utilizar equipo aprobado para la Zona 20 en un lugar de Zona 21 o Zona 22 para el mismo polvo o fibras/partículas inflamables. El equipo que esté aprobado para uso en un lugar de Zona 21 se puede utilizar en un lugar de Zona 22 para el mismo polvo o fibras/partículas.

(2) Se permitirá aprobar el equipo para polvo o fibras/partículas inflamables específicos o cualquier combinación específica de polvo y fibras/partículas.

c) Marcado.

1) Equipo de división. Se permitirá que el equipo identificado para Clase II, División 1 o Clase II, División 2, además de estar marcado de acuerdo con 500-8(c), esté marcado con la información que se indica en (1) y (2) siguientes:

(1) Zona 20, 21 o 22 (según sea aplicable).

(2) Clasificación de temperatura de acuerdo con 506-9(d).

2) Equipo de zona. El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección descritas en 506-8 se debe marcar con la siguiente información, en el orden presentado:

(1) Zona

(2) Símbolo "AEx".

(3) Técnicas de protección, de acuerdo con la Tabla 506-9(c)(2)(3).

(4) Clasificación de temperatura, marcada como un valor de temperatura, en grados Celsius, precedida por la letra T.

(5) Marca de temperatura ambiente de acuerdo con 506-9(d).

NOTA: El EPL (nivel de protección de equipo por sus siglas en inglés) puede aparecer en la placa del producto. Los EPL están designados por: G para gas; D para polvo y M para minería y van seguidos de una letra (a, b, o c) para dar al usuario un mayor entendimiento en cuanto a si el equipo ofrece un nivel de protección ya sea: (a) "muy alto"; (b) "alto" o (c) "mejorado" contra la ignición de una atmósfera explosiva. Por ejemplo; un motor AEx pb IIIB T165 °C (el cual es conveniente para su aplicación en Zona 21) puede estar marcado con un EPL de "Db" adicionalmente, AEx p IIB T165 °C Db

Tabla 506-9(c)(2)(3).- Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona *
iaD	Protección mediante seguridad intrínseca	20
ia	Protección mediante seguridad intrínseca	20
ibD	Protección mediante seguridad intrínseca	21
ib	Protección mediante seguridad intrínseca	21
[iaD]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ia]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ibD]	Aparatos asociados	No clasificados**
[ib]	Aparatos asociados	No clasificados**
maD	Protección mediante encapsulación	20
ma	Protección mediante encapsulación	20
mbD	Protección mediante encapsulación	21
mb	Protección mediante encapsulación	21
pD	Protección mediante presurización	21
p	Protección mediante presurización	21
pb	Protección mediante presurización	21
tD	Protección mediante envolventes	21
ta	Protección mediante envolventes	21
tb	Protección mediante envolventes	21
tc	Protección mediante envolventes	22

* No se considera el uso cuando se utiliza una combinación de técnicas.

** Se permite instalar aparatos asociados en un lugar peligroso (clasificado) si está protegido adecuadamente usando otro tipo de protección.

NOTA: La letra “D” en la designación del tipo de protección era empleado antes de incluir los Grupos IIIA, IIIB y IIIC; que ahora se usa para distinguir entre el tipo de protección empleado para Grupo II (gases) y Grupo III (polvos)

d) Clasificación de temperatura. El equipo debe estar marcado para indicar la temperatura de funcionamiento con referencia a una temperatura ambiente de 40 °C. El equipo eléctrico diseñado para uso en un rango de temperatura ambiente entre -20 °C y +40 °C no necesitará marcado adicional de temperatura ambiente. El equipo eléctrico diseñado para uso en un rango de temperatura ambiente diferente de -20 °C y +40 °C se considera que es especial y entonces su rango de temperatura ambiente se debe marcar en el equipo, incluyendo el símbolo "Ta" o "Tamb" junto con el intervalo especial de temperatura ambiente. Como ejemplo, dicho marcado podría ser “-30 ºC ≤ Ta ≤ +40 ºC”. El equipo eléctrico adecuado para temperaturas ambiente superiores a 40 ºC debe estar marcado con la temperatura ambiente máxima y con la temperatura de funcionamiento a esa temperatura ambiente.

Excepción 1: No se exigirá que los equipos del tipo no generador de calor, como por ejemplo los accesorios de tubos conduit, tengan marcada la temperatura de funcionamiento.

Excepción 2: Se permitirá que los equipos identificados para lugares Clase II, División 1 o Clase II, División 2 de acuerdo a lo permitido en 506-20(b) y (c) estén marcados de acuerdo con 500-8(c) y la Tabla 500-8(c).

e) Roscado. Las entradas roscadas deberán ser NPT o métricas. Los tubos conduit y accesorios se deben apretar firmemente con llave para prevenir las chispas cuando fluya una corriente de falla a través del sistema de tubos conduit y para asegurar la integridad del sistema de tubos conduit. El equipo provisto de entradas roscadas para conexiones de alambrado en campo se debe instalar de acuerdo con (1) o (2) y (3) siguientes:

1) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca NPT. Para los equipos provistos con entradas roscadas para tubo conduit o accesorios con roscas tipo NPT se debe utilizar accesorios de tubo conduit o accesorios para cables, todos ellos aprobados.

2) Equipo dotado con entradas roscadas para accesorios o tubo conduit con rosca métrica. En los equipos con entradas métricas roscadas, tales entradas se deben identificar como métricas, o se deben suministrar con el equipo los adaptadores aprobados para permitir la conexión a tubo conduit o accesorios con rosca NPT. Se deben usar adaptadores para la conexión a tubo conduit o accesorios con rosca NPT. Se permitirá usar accesorios aprobados para cable que tengan rosca métrica. Las entradas con rosca métrica deben estar hechas con al menos cinco cuerdas totalmente introducidas.

3) Orificios sin usar. Todos los orificios que no se usen deben ser cerrados con tapones de metal aprobados. Los tapones deben cumplir con (1) o (2) anteriores.

f) Cables de fibra óptica. Cuando un cable de fibra óptica contenga conductores capaces de conducir corriente (cable de fibra óptica compuesto), dicho cable se debe instalar de acuerdo con 506-15 y 506-16, según sean aplicables.

506-15 Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben mantener la integridad de las técnicas de protección y deben cumplir con (a), (b) o (c) siguientes.

a) Zona 20. En lugares de Zona 20 se permitirán los métodos siguientes:

(1) Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit semipesado de acero roscado.

(2) Cables tipo MI con accesorios terminales aprobados para el lugar. Los cables del tipo MI se deben instalar y sostener de manera que se prevenga el esfuerzo mecánico en los accesorios terminales.

Excepción: Se permitirá usar cable MI y sus accesorios, aprobados para lugares de Clase II, División 1.

(3) En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, se permitirán cables tipo MC y MC-HL aprobados para uso en lugares de Zona 20, con una armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, unos conductores de puesta a tierra de equipos separados de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. Los cables tipo MC y MC-HL deben instalarse de acuerdo con lo previsto en el Artículo 330, Parte B.

Excepción: Se permitirá usar los cables tipo MC y MC-HL y sus accesorios, aprobados para lugares de Clase II, División 1.

NOTA: Ver 330-12 con relación a las restricciones en el uso del cable del tipo MC o MC-HL.

(4) En establecimientos industriales con acceso restringido al público donde las condiciones de mantenimiento y operación aseguran que solamente personas calificadas atienden la instalación y donde el cable no está sujeto a daño físico, se permitirán cables Tipo ITC-HL aprobados para uso en lugares Zona 1 o Clase 1, División 1 con una envoltura metálica continua hermético al gas/vapor y una cubierta de material polimérico adecuada, y terminado con accesorios aprobados para esa aplicación. El cable Tipo ITC-HL debe ser instalado de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727.

(5) Los accesorios y cajas deben estar identificados para uso en lugares Zona 20

Excepción: Se permitirá usar cajas y accesorios aprobados para lugares Clase II, División 1.

(6) Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se debe usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados o cordón flexible aprobado para uso extra rudo y con accesorios aprobados. Cuando se usen cordones flexibles, éstos también deben cumplir con 506-17 y terminados con un conector de cordón aprobado que mantenga el tipo de protección del compartimiento. Cuando las conexiones flexibles estén sometidas a aceite o a otras condiciones corrosivas, el aislamiento de los conductores debe ser de un tipo aprobado para esa condición, o debe estar protegido por medio de un recubrimiento adecuado.

Excepción: Se permitirá usar tubo conduit flexible y tubo conduit flexible y accesorios para cordón, aprobados para lugares Clase II, División 1.

NOTA: Ver 506-25 con respecto a los requisitos de puesta a tierra cuando se usa tubo conduit flexible.

b) Zona 21. En los lugares de Zona 21 se permitirán los métodos de alambrado que se indican en (1) y (2) siguientes:

(1) Todos los métodos de alambrado permitidos en (a) anterior.

(2) Se pueden usar accesorios y cajas herméticas al polvo con copas roscadas para la conexión al tubo conduit, en las cuales no se hagan empalmes, derivaciones, o conexiones terminales, y que no se usen en lugares donde haya polvo metálico.

c) Zona 22. En lugares de Zona 22 se permitirán los métodos de alambrado indicados en (1) hasta (8).

(1) Todos los métodos de alambrado permitidos en (b) anterior.

(2) Tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubería metálica eléctrica, canalizaciones herméticas al polvo.

(3) Cables tipo MC o MC-HL o MI con accesorios terminales aprobados.

(4) Cables tipo PLTC y Tipo PLTC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725, incluyendo la instalación en charolas portacables. El cable debe ser terminado con accesorios terminales aprobados

(5) Cables tipo ITC y Tipo ITC-ER de acuerdo con lo previsto en el Artículo 727-4 y terminado con accesorios terminales aprobados.

(6) Cables tipo MC, MC-HL, MI, MV o TC instalados en una sola capa en charola portacables del tipo escalera, ventilada o de canal ventilado, y con un espacio entre dos cables adyacentes no menor al diámetro del cable más grueso, debe ser el método de alambrado empleado. Los cables del tipo MV de un solo conductor deben ser con pantalla o con armadura metálica.

(7) Se permitirá el alambrado no incendiario instalado en campo utilizando cualquiera de los métodos de alambrado permitidos para lugares no clasificados. Los sistemas de alambrado no incendiario instalado en campo se deben instalar de acuerdo con los planos de control. Los aparatos sencillos, que no se muestran en los planos de control, se permitirán en un circuito de alambrado no incendiario instalado en campo siempre que el aparato sencillo no interconecte el circuito de alambrado no incendiario instalado en campo con ningún otro circuito.

NOTA: El aparato sencillo se define en 504-2.

La separación de los circuitos de alambrado no incendiario instalado en campo debe estar de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

a. Estar en cables separados.

b. Estar en cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito están dentro de una pantalla metálica puesta a tierra.

c. Estar en cables multiconductores, donde los conductores de cada circuito tienen aislamiento con espesor mínimo de 0.25 milímetros.

(8) Las cajas y los accesorios deben ser herméticos al polvo.

506-16 Sellado. Se deben suministrar sellos cuando sea necesario para evitar la entrada de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, o para mantener el tipo de protección. El sello debe estar identificado como capaz de prevenir el ingreso de polvos combustibles o fibras/partículas inflamables, y mantener el tipo de protección, pero no es necesario que sea a prueba de explosión o a prueba de llama.

506-17 Cordones flexibles. Los cordones flexibles utilizados en lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 deben cumplir con todas las siguientes condiciones:

(1) Ser de un tipo aprobado para uso extra rudo.

(2) Contener, además de los conductores del circuito, un conductor de puesta a tierra de equipos que cumpla lo establecido en 400-23.

(3) Estar conectados a las terminales o a los conductores de alimentación de una manera aprobada.

(4) Estar sostenidos por abrazaderas u otro medio adecuado que prevenga la tensión mecánica en las conexiones terminales.

(5) Estar equipados con conectores de cordón aprobados para mantener la técnica de protección del compartimiento terminal.

506-20 Instalación del equipo.

a) Zona 20. En lugares de Zona 20, únicamente se permitirá usar equipos aprobados y marcados como adecuados para esos lugares.

Excepción: Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 y con una clase de temperatura adecuada.

b) Zona 21. En lugares de Zona 21 sólo se permitirán equipos aprobados y marcados como adecuados para uso en esos lugares.

Excepción 1: Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos presurizados identificados para lugares Clase II, División 1.

c) Zona 22. En lugares de Zona 22 sólo se permitirán equipos aprobados y marcados como adecuados para uso en esos lugares.

Excepción 1: Se permitirá usar aparatos aprobados para uso en lugares Clase II, División 1 o Clase II, División 2 y con una clase de temperatura adecuada.

Excepción 2: Se permitirá usar equipos presurizados identificados para lugares Clase II, División 1 o División 2.

d) Instrucciones del fabricante. El equipo eléctrico instalado en lugares peligrosos (clasificados) se debe instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante (si las hay).

e) Temperatura. La temperatura marcada según se especifica en 506-9(c)(2)(5) debe cumplir con (1) o (2) siguientes:

(1) Para polvos combustibles, debe ser inferior a la temperatura más baja entre la temperatura de ignición de la nube o de la capa del polvo combustible específico. Para polvos orgánicos que puedan deshidratarse o carbonizarse, la temperatura marcada no debe exceder del menor de los valores entre la temperatura de ignición o 165 °C.

(2) Para fibras/partículas inflamables, debe ser menor que 165 °C para equipos que no están sometidos a sobrecarga, o 120 ºC para equipos (tales como motores o transformadores de potencia) que pueden ser sobrecargados.

506-21 Circuitos derivados multiconductores. No se permitirán circuitos derivados multiconductores en los lugares de Zona 20 y Zona 21.

Excepción: Cuando los dispositivos de desconexión del circuito abren en forma simultánea todos los conductores de fase del circuito multiconductor.

506-25 Puesta a tierra y unión. La puesta a tierra y la unión deben cumplir con el Artículo 250 y con los requisitos de (a) y (b) siguientes.

a) Uniones. No se debe depender de tipos de contacto como pasacables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de uniones, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares de Zona 20, Zona 21 y Zona 22 y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán hasta el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicado en el lado carga del medio de desconexión.

NOTA: Con respecto a los requisitos adicionales de las uniones en lugares peligrosos (clasificados), ver 250-100.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos deben incluir un puente de unión de equipos del tipo de cable que cumpla con 250-102.

Excepción: En lugares de Zona 22, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos de 1.80 metros o menos de longitud, con los accesorios para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperes o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

ARTICULO 510

AREAS PELIGROSAS (CLASIFICADAS) ESPECIFICAS

510-1. Alcance. Los Artículos 511 al 517 establecen requisitos para locales o partes de locales que son o que pueden ser peligrosos debido a la concentración atmosférica de líquidos, gases o vapores inflamables, o debido a la acumulación o depósitos de materiales que pueden ser de fácil ignición.

510-2. Generalidades. Las reglas generales de esta NOM y lo especificado en los Artículos 500 al 504 se aplican al alambrado eléctrico y equipo en locales dentro del alcance de los Artículos 511 al 517, excepto como esas reglas son modificadas en los Artículos 511 al 517. Cuando en un lugar específico existan condiciones inusuales, una persona calificada debe decidir sobre la aplicación de las reglas específicas.

ARTICULO 511

ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES, TALLERES DE SERVICIO Y DE REPARACION DE VEHICULOS AUTOMOTORES

511-1. Alcance. Estos lugares incluyen los locales empleados para trabajos de servicio y reparación de vehículos automotores (incluyendo automóviles, autobuses, camiones, tractores, etc.) en los cuales los líquidos volátiles inflamables o gases inflamables son utilizados como combustible o fuente de energía.

511-2 Definiciones.

Talleres para reparaciones mayores: Edificios, o partes de un edificio, en donde se llevan a cabo reparaciones mayores en vehículos automotores, como por ejemplo: reconstrucción de motores, pintura, trabajos de carrocería y hojalatería y reparaciones que exigen el drenaje del tanque de combustible del automotor; se incluyen los espacios asociados utilizados para oficinas, estacionamiento o salas de exhibición.

Talleres para reparaciones menores: Un edificio o parte de un edificio, utilizado para labores de lubricación, inspección y mantenimiento menor automotriz, como por ejemplo afinación del motor, reemplazo de partes, cambios de fluidos (por ejemplo: aceite, anticongelante, líquido para la transmisión, líquido de frenos, refrigerantes para el aire acondicionado), reparación del sistema de frenos, rotación de las llantas y trabajos similares de mantenimiento de rutina, se incluyen los espacios asociados utilizados para oficinas, estacionamiento o salas de exhibición.

511-3 Clasificación de áreas, generalidades. Cuando se almacenan, manipulan o transfieren combustibles gaseosos o líquidos de clase I, el alambrado eléctrico y el equipo eléctrico de utilización debe estar diseñado de acuerdo con los requisitos para lugares peligrosos (clasificados) de clase I, División 1 ó 2, clasificados de acuerdo con 500-5 y 500-6, y este Artículo. Un lugar de clase I no se debe prolongar más allá de una pared sin aberturas, un techo u otra división sólida que no tenga aberturas.

a) Garajes para estacionamiento. Se permitirá que los garajes para estacionamiento utilizados para almacenamiento o estacionamiento sean no clasificados.

b) Talleres para reparación, con surtidor. Los garajes para reparaciones mayores y menores que surten combustibles para motores en los tanques de combustible de los vehículos, incluyendo líquidos inflamables con un punto de inflamación por debajo de 38 °C tales como la gasolina o combustibles gaseosos, como por ejemplo el gas natural, gas LP o hidrógeno, deben tener las funciones y componentes del surtidor clasificadas de acuerdo con la Tabla 514-3(b)(1) además de cualquier clasificación exigida en esta sección. Cuando se surten líquidos de Clase I, que no sean combustibles, el área a una distancia máxima de 90 centímetros de cualquier punto de llenado o surtido, que se extiende en todas las direcciones, debe ser un lugar de Clase I, División 2.

c) Talleres para reparaciones mayores. Cuando no se van a surtir líquidos inflamables con un punto de inflamación por debajo de 38 °C tales como la gasolina o combustibles gaseosos como por ejemplo gas natural, gas LP o hidrógeno, sino que se llevan a cabo actividades de reparación que involucran la transferencia de tales fluidos o gases, se deben aplicar las reglas de clasificación que se indican en (1), (2) y (3) siguientes.

1) Areas en el piso.

a. Con ventilación. El área del piso debe ser no clasificada cuando existe ventilación mecánica que suministra un mínimo de cuatro cambios de aire por hora o 0.3 metros cúbicos por minuto por metro cuadrado de área del piso. La ventilación debe ser suficiente para cambiar el aire en la totalidad del área del piso, y la toma de aire debe estar a una altura máxima de 30 centímetros del piso.

b. Sin ventilación. Toda el área del piso hasta un nivel de 45 centímetros por encima del piso se debe clasificar como Clase I, División 2, si la ventilación no cumple lo que se especifica en (a) anterior.

2) Areas en el plafón. Cuando no se transfieren combustibles gaseosos más ligeros que el aire (como gas natural e hidrógeno), los lugares deben ser no clasificados.

3) Areas de los fosos en lugares para lubricación y mantenimiento. Cualquier foso, área de trabajo por debajo del nivel del suelo, o área de trabajo debajo del piso se debe clasificar de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

a. Con ventilación. El área del piso debe ser no clasificada cuando existe ventilación mecánica que permita extraer el aire del foso a un ritmo de 0.3 metros cúbicos por minuto por metro cuadrado de área del piso, todo el tiempo que el edificio está ocupado, o cuando los vehículos están estacionados en o encima de esa área y la toma de aire de la ventilación está a una altura máxima de 30 centímetros del piso del foso.

b. Sin ventilación. Cuando no se proporcione ventilación que cumpla lo especificado en (a) anterior, cualquier foso o depresión por debajo del nivel del piso debe ser un lugar Clase I, División 1 hasta el nivel del piso.

d) Garajes para reparaciones menores. Cuando no se van a surtir o transferir líquidos inflamables con un punto de inflamación por debajo de 38 °C tales como la gasolina o combustibles gaseosos, como gas natural o hidrógeno, se deben aplicar las reglas de clasificación de (1), (2) y (3) siguientes a los locales para lubricación y mantenimiento.

1) Areas en el piso. Las áreas en el piso en garajes para reparaciones menores, sin fosos, áreas de trabajo por debajo del suelo o áreas de trabajo debajo del piso deben ser no clasificadas. Cuando las áreas en el piso incluyen fosos, áreas de trabajo por debajo del suelo o áreas de trabajo debajo del piso en los locales para lubricación o mantenimiento, se deben aplicar las reglas de clasificación que se indican en (a) o (b) siguientes.

a. Con ventilación. El área del piso debe ser no clasificada cuando existe ventilación mecánica que suministra un mínimo de cuatro cambios de aire por hora o 0.3 metros cúbicos por minuto por metro cuadrado de área del piso. La ventilación debe ser suficiente para cambiar el aire en la totalidad del área del piso, y la toma de aire debe estar a una altura máxima de 30 centímetros del piso.

b. Sin ventilación. El área del piso hasta un nivel de 45 centímetros por encima de cualquier foso, área de trabajo por debajo del suelo o área de trabajo debajo del piso, no ventiladas, y que se extienda a una distancia de 90 centímetros horizontalmente desde el borde de cualquier foso, área de trabajo por debajo del suelo o área de trabajo debajo del piso, se debe clasificar como de Clase I, División 2.

2) Areas en el cielo raso. Cuando no se van a transferir combustibles gaseosos más livianos que el aire (tales como el gas natural o el hidrógeno) dichos lugares deben ser no clasificados.

3) Areas de los fosos en lugares para lubricación y mantenimiento. Cualquier foso, área de trabajo por debajo del nivel del suelo, o área de trabajo debajo del piso se debe clasificar de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

a. Con ventilación. El área del piso debe ser no clasificada cuando existe ventilación mecánica que permita extraer el aire del foso a un ritmo de 0.3 metros cúbicos por minuto por metro cuadrado de área del piso, todo el tiempo que el edificio está ocupado, o cuando los vehículos están estacionados en o encima de esa área y la toma de aire de la ventilación está a una altura máxima de 30 centímetros del piso del foso.

b. Sin ventilación. Cuando no hay ventilación que cumpla lo especificado en (a) anterior, cualquier foso o depresión por debajo del nivel del piso debe ser un lugar Clase I, División 2 hasta el nivel del piso.

e) Modificaciones en la clasificación.

1) Areas específicas adyacentes a lugares clasificados. Las áreas adyacentes a lugares clasificados en las cuales no es probable que sean liberados vapores inflamables, como por ejemplo en cuartos de almacenamiento, cuartos para tableros de distribución y otros lugares similares, deben ser no clasificadas cuando estén ventiladas a un ritmo de cuatro o más cambios de aire por hora, o diseñadas con presión positiva de aire, o cuando están divididas de manera eficaz mediante paredes o divisiones.

2) Líquido con base de alcohol para el lavado del parabrisas. El área utilizada para almacenar, manipular o surtir el líquido con base de alcohol para el lavado del parabrisas en los vehículos automotores en los garajes para reparaciones, debe ser no clasificada, a menos que se clasifique de otra manera de acuerdo con las disposiciones de 511-3.

511-4 Alambrado y equipos en lugares Clase I.

a) Alambrado en lugares Clase I. En los lugares Clase I, como se clasifican en 511-3, el alambrado debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

b) Equipos en lugares Clase I. En los lugares Clase I, como se definen en 511-3, los equipos deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501.

1) Unidades surtidoras de combustible. Cuando dentro de los edificios haya surtidores de combustible (excepto de gas LP, que están prohibidos), se deben cumplir los requisitos del Artículo 514.

Cuando haya ventilación mecánica en el área de suministro, los controles deben estar enclavados de modo que el surtidor no pueda funcionar sin ventilación, como se prescribe en 500-5 (b)(2).

2) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado deben estar dotados de manijas, portalámparas, gancho y protectores adecuados sólidos sujetos al portalámparas o a la manija. Todas las superficies exteriores que puedan entrar en contacto con las terminales de las baterías, las

terminales del alambrado u otros objetos, deben ser de material no conductor o estar protegidas eficazmente con aislamiento. Los portalámparas no deben tener interruptores ni ofrecer ningún medio para enchufar clavijas. La carcasa exterior debe ser de un compuesto moldeado u otro material adecuado. A menos que la lámpara y su cordón estén sostenidos o dispuestos de manera que no se puedan utilizar en los lugares clasificados en 511-3, deben ser de un tipo aprobado para su uso en lugares Clase I, División 1.

511-7. Alambrado y equipos instalados sobre los lugares Clase I.

a) Alambrado en espacios sobre lugares Clase I.

1) Alambrado fijo sobre lugares Clase I. Todo el alambrado fijo sobre lugares Clase I debe estar en canalizaciones metálicas, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tuberías eléctricas no metálicas, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, o deben ser sistemas de alambrado fabricados del tipo MC, MC-HL, AC o MI o cables PLTC de acuerdo con lo establecido en el Artículo 725, o cables de los tipos TC o ITC de acuerdo con el artículo 727. Se permitirá utilizar canalizaciones en pisos celulares metálicos o celulares de concreto sólo para alimentar salidas en plafones o extensiones hasta el área bajo el piso, pero dichas canalizaciones no deben tener terminales de conexión dentro o a través de ningún lugar de Clase I sobre el suelo.

2) Aparatos colgantes. Para los aparatos colgantes se debe utilizar un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso pesado.

b) Equipos eléctricos instalados sobre los lugares Clase I.

1) Equipos eléctricos fijos. Los equipos eléctricos en una posición fija se deben ubicar por encima del nivel de cualquier lugar definido de Clase I o deben estar identificados para ese lugar.

a. Equipos que pueden formar arcos. Los equipos que estén a menos de 3.70 metros sobre el nivel del piso y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como cortacircuitos, interruptores, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos (excepto contactos, lámparas y portalámparas) que tengan contactos de establecer e interrumpir el circuito o contactos deslizantes, deben ser del tipo totalmente encerrados o construidos de modo que se impida el escape de chispas o partículas de metal caliente.

b. Alumbrado fijo. Las lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, ubicados sobre las líneas por las que normalmente transitan vehículos o que pudieran estar de otro modo expuestas a daños físicos, deben estar ubicados a no menos de 3.70 metros sobre el nivel del suelo, a menos que sean del tipo totalmente encerrado o estén construidas de modo que se impida el escape de chispas o partículas de metal caliente.

511-9 Sellado. Se deben instalar sellos que cumplan los requisitos de 501-15 y 501-15 (b)(2) y se debe aplicar a los límites, tanto horizontales como verticales, de los lugares definidos Clase I.

511-10 Equipos especiales

a) Cargadores de baterías. Los cargadores de baterías y sus equipos de control, y las baterías que estén siendo cargadas, no deben localizarse dentro de las áreas clasificadas en 511-3.

b) Carga de vehículos eléctricos

1) Generalidades. Todo equipo y alambrado eléctrico debe ser instalado de acuerdo con lo indicado en el Artículo 625, a excepción de lo indicado en (2) y (3) siguientes. Los cordones flexibles deben estar aprobados para uso extra rudo.

2) Ubicación de los conectores. No debe colocarse ningún conector dentro de un área Clase I como se define en 511-3.

3) Conectores de clavijas para vehículos. Cuando el cordón esté suspendido, debe ser colocado de tal modo que el punto inferior de la catenaria quede al menos a 15 centímetros por encima del piso. Cuando un exista un dispositivo automático para jalar tanto al cordón como a la clavija más allá del rango de daño físico, no se requiere ningún conector adicional en el cable o en la caja de salida.

511-12. Interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal. Todos los contactos monofásicos de 120 volts para 15 y 20 amperes, instalados en áreas donde haya equipo de diagnóstico eléctrico, herramientas de mano eléctricas, o equipo portátil de alumbrado, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección del personal.

511-16 Requisitos de puesta a tierra y unión.

a) Requisitos generales de puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, cubiertas o armaduras metálicas en los cables, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos fijos o portátiles, independientemente de su tensión, deben ser puestas a tierra.

b) Circuitos de alimentación con conductores puestos a tierra y de puesta a tierra en lugares Clase I. La puesta a tierra en los lugares Clase I debe cumplir con 501-30.

1) Circuitos que alimentan a equipos portátiles o colgantes. Cuando un circuito alimente aparatos portátiles o colgantes y tenga un conductor puesto a tierra como exige el Artículo 200, los contactos, clavijas de conexión, conectores y dispositivos similares deben ser del tipo con polo a tierra y el conductor puesto a tierra del cordón flexible debe estar conectado al casquillo roscado de cualquier portalámpara o a la terminal del conductor puesto a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado.

2) Medios aprobados. Se deben proporcionar medios aprobados para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de las luminarias colgantes, luminarias portátiles y equipos de utilización portátiles.

ARTICULO 513

HANGARES PARA AERONAVES

513-1. Alcance. Este Artículo se debe aplicar a edificaciones o estructuras en cuyo interior se guardan o almacenan aeronaves que contengan líquidos Clase I (inflamables) o líquidos Clase II (combustibles) cuyas temperaturas estén por encima de sus puntos de inflamación, en las cuales las aeronaves pueden ser sometidas a servicio, reparación o alteraciones. No se debe aplicar a lugares utilizados exclusivamente para aeronaves que nunca han tenido combustible o aeronaves sin combustible.

513-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, se deben aplicar las siguientes definiciones.

Hangar para pintura de aeronaves. Hangar para aeronaves construido con el propósito expreso de aplicaciones de pintura por rociado/revestimiento/inmersión y dotado con ventilación dedicada de entrada y salida.

Equipo móvil: Equipos con componentes eléctricos adecuados para ser movidos únicamente con ayudas mecánicas o que están dotados de ruedas para ser desplazados por personas o dispositivos que los impulsen.

Equipo portátil: Equipo con componentes eléctricos adecuados para ser movidos por una sola persona sin necesidad de ayudas mecánicas.

513-3. Clasificación de áreas

a) Por debajo del nivel del piso. Cualquier fosa o depresión por debajo del nivel del piso del hangar se considera como área Clase I, División 1, o Zona 1 hasta el nivel de dicho piso.

b) Areas no separadas ni ventiladas. Toda el área del hangar, incluyendo las áreas adyacentes y de acceso, que no estén adecuadamente separadas del hangar, se clasifican como áreas Clase I, División 2 o Zona 2 hasta una altura de 45 centímetros sobre el nivel del piso.

c) Area próxima a las aeronaves.

1) Hangares para almacenamiento y mantenimiento de aeronaves. Las áreas circundantes hasta una distancia de 1.50 metros medida horizontalmente desde los motores o tanques de combustible de las aeronaves, deben ser clasificadas áreas Clase I, División 2 o Zona 2 y deben extenderse verticalmente desde el piso hasta un nivel de 1.50 metros por arriba de la superficie superior de las alas y de las envolventes de los motores.

2) Hangares para pintura de aeronaves. Las áreas a una distancia máxima de 3.00 metros horizontalmente desde las superficies de la aeronave, desde el piso y hasta 3.00 metros por encima de la aeronave, se deben clasificar como lugares Clase I, División 1 o Clase I, Zona 1. Las áreas a una distancia horizontal desde la superficie de la aeronave, entre 3.00 y 9.00 metros, y desde el piso hasta 9.00 metros por encima de la superficie de la aeronave se deben clasificar como lugares Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2.

d) Areas adecuadamente separadas o ventiladas. Las áreas adyacentes en las cuales no es probable la emisión de vapores o líquidos inflamables, tales como cuartos de depósito, cuartos de control eléctrico y otros lugares similares, no se clasifican como peligrosas cuando se ventilan adecuadamente y cuando se separan efectivamente del hangar por medio de muros o divisiones.

513-4. Alambrado y equipo en áreas Clase I.

a) Generalidades. Todo alambrado y equipo que sea o pueda ser instalado u operado dentro de cualquiera de las áreas Clase I definidas en 513-3, debe cumplir con los requisitos aplicables del Artículo 501 o el Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

Las clavijas y contactos en áreas Clase I deben estar aprobados para áreas Clase I o diseñados de modo que no sean energizados mientras se estén conectando o desconectando.

b) Andamios, plataformas y pasillos de mantenimiento. El alambrado, las salidas y el equipo eléctrico (incluidas las lámparas) colocados sobre andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento, o unidos a ellos, que están ubicados o se puedan ubicar en lugares Clase I, como se define en 513-3(c), deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

513-7. Alambrado y equipos no instalados en áreas Clase I

a) Alambrado fijo. Todo alambrado fijo en un hangar, pero que no esté dentro de áreas Clase I como se definen en 513-3, debe instalarse en canalizaciones metálicas o con cables tipo MI, TC o MC.

Excepción: El alambrado instalado en áreas no clasificadas como se definen en 513-3(d), se permite que sea cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3.

b) Alambrado Colgante. Para alambrado colgante se debe utilizar cordón flexible adecuado al tipo de servicio y aprobado para uso rudo o extra rudo. Cada cordón debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipo separado.

c) Equipos que pueden formar arcos. En lugares por encima de los descritos en 513-3, los equipos que estén a menos de 3.00 metros por encima de las alas y de las envolventes de los motores de las aeronaves y que puedan producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como las lámparas y portalámparas de alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, contactos, tableros de carga, generadores, motores u otros equipos con contactos deslizantes o de establecer e interrumpir, deben ser del tipo totalmente encerrado o estar construidos de modo que impidan la salida de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: Se permitirá utilizar equipos del tipo de propósito general en las áreas descritas en 513-3(d).

d) Portalámparas. Para el alumbrado incandescente fijo no se deben usar portalámparas de casquillo metálico recubierto de fibra.

e) Andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento. Cuando los andamios, plataformas o pasillos de mantenimiento no estén ubicados o no sea probable que sean ubicados en lugares Clase I, como los define 513-3(c), el alambrado y los equipos deben cumplir lo establecido en 513-7, excepto que cuando tales alambrados y equipos estén a no más de 45 centímetros sobre el piso en cualquier posición, deben cumplir con 513-4(b). Los contactos y clavijas de conexión deben ser de un tipo de seguridad que no se desconectan fácilmente.

f) Andamios móviles. Los andamios móviles con equipos eléctricos que cumplan con 513-7(e) deben llevar por lo menos una señal de advertencia fijada permanente con la siguiente inscripción o equivalente:

PRECAUCION: MANTENGASE A UNA DISTANCIA DE 1.50 METROS

DE LAS AREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES

DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES

513-8 Alambrado subterráneo.

a) Alambrado y equipos empotrados, bajo losas o subterráneos. Todo el alambrado instalado en o debajo del piso del hangar debe cumplir con los requisitos para los lugares de Clase I, División 1. Cuando dicho alambrado esté en bóvedas, fosos o ductos, se debe proporcionar un drenaje adecuado.

b) Canalizaciones ininterrumpidas, empotradas, bajo losas o subterráneas. Las canalizaciones ininterrumpidas que están empotradas en el piso del hangar o enterradas debajo del piso del hangar se deben considerar que están dentro de un lugar Clase I por encima del piso, independientemente del punto en el cual la canalización desciende bajo el piso o asciende sobre él.

513-9. Sellado. Se deben colocar sellos aprobados de acuerdo con lo indicado en 501-15 o 505-16 según sean aplicables. Los requisitos de sellado especificados se deben aplicar tanto a los límites horizontales como a los verticales de los lugares definidos como de Clase I.

513-10.- Equipo especial.

a) Sistemas eléctricos de las aeronaves.

1) Desenergización del sistema eléctrico de la aeronave. Los sistemas eléctricos de las aeronaves se deben desenergizar cuando estén dentro de un hangar, y siempre que sea posible, mientras reciba mantenimiento y servicio.

2) Baterías de aeronaves. Las baterías de las aeronaves no deben cargarse cuando estén instaladas en una aeronave ubicada completa o parcialmente dentro de un hangar.

b) Carga de las baterías de una aeronave y equipos. Los cargadores de baterías y su equipo de control no deben localizarse u operarse dentro de cualquier área Clase I definida en 513-3, y deben colocarse de preferencia en un local separado del edificio o en alguna área de las descritas en 513-3(d). Los cargadores móviles deben llevar al menos una señal fija de advertencia con una leyenda similar a:

"PRECAUCION, MANTENGASE A MAS DE 1.50 metros

DE LAS AREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES

DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES"

Las mesas, bastidores, soportes y alambrado, no deben estar localizados dentro de áreas Clase I, y además deben cumplir con los requisitos del Artículo 480.

c) Fuentes de alimentación externas para energizar las aeronaves

1) A no menos de 45 centímetros sobre el piso. Los dispositivos eléctricos externos dedicados a suministrar energía a las aeronaves deben estar diseñados y montados de tal modo que todo su equipo eléctrico y sus alambrados fijos estén por lo menos a 45 centímetros por encima del nivel del piso, y no deben operarse en áreas Clase I como las definidas en 513-3(c).

2) Marcado de las unidades móviles. Las fuentes de alimentación móviles deben llevar por lo menos una señal de advertencia permanentemente fija con una leyenda similar a:

"PRECAUCION, MANTENGASE A MAS DE 1.50 metros

DE LAS AREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES

DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES"

3) Cordones. Los cordones flexibles para las fuentes de energía de las aeronaves y de equipo auxiliar en tierra, deben ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso extra rudo y deben incluir un conductor de puesta a tierra de equipo.

d) Equipos móviles de mantenimiento con componentes eléctricos

1) Generalidades. El equipo móvil de mantenimiento (tales como aspiradoras, compresores de aire, ventiladores y similares), que tengan equipo y alambrado eléctrico inadecuado para áreas Clase I, División 2 o Zona 2 deben estar diseñados y montados de tal modo que el alambrado fijo y el equipo queden por lo menos a 45 centímetros sobre el nivel del piso. Este equipo móvil no debe funcionar en las áreas Clase I definidas en 513-3(c) y deben llevar por lo menos una señal fija de advertencia con una leyenda como:

"PRECAUCION, MANTENGASE A MAS DE 1.50 metros

DE LAS AREAS DE LOS MOTORES Y TANQUES

DE COMBUSTIBLE DE LAS AERONAVES"

2) Cordones y conectores. Los cordones flexibles para equipo móvil deben ser adecuados para el tipo de servicio y aprobados para uso extra rudo, e incluir un conductor de puesta a tierra de equipo. Las clavijas y contactos deben estar identificados para el área en que sean instalados y tener un medio para la conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.

3) Usos restringidos. El equipo que no esté identificado como adecuado para áreas Clase I, División 2, no debe hacerse funcionar en áreas donde puedan efectuarse maniobras de mantenimiento que tengan la probabilidad de liberar líquidos inflamables o vapores.

e) Equipos portátiles.

1) Equipos portátiles de alumbrado. Los equipos portátiles de alumbrado que se utilicen dentro de un hangar deben estar identificados para el lugar en el cual se usen. Para luminarias portátiles, se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio e identificado para uso extra rudo. Cada uno de estos cordones debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos separado.

2) Equipos de utilización portátiles. Los equipos de utilización portátiles que se usen o se puedan usar dentro de un hangar deben ser del tipo adecuado para uso en lugares Clase I, División 2 o Zona 2. Para los equipos de utilización portátiles se debe emplear un cordón flexible adecuado para el tipo de servicio y aprobado para uso extra rudo. Cada uno de estos cordones debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos separado.

513-12 Protección para el personal mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra. Los contactos monofásicos de 125 volts para 15 y 20 amperes, 60 hertz instalados en áreas donde se utilicen equipos eléctricos de diagnóstico, herramientas eléctricas de mano o equipos de alumbrado portátiles, deben tener protección para las personas mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra.

513-16 Requisitos de puesta a tierra y unión.

a) Requisitos generales de puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las armaduras metálicas o pantallas metálicas de cables, así como todas las partes metálicas no destinadas a conducir corriente de equipo eléctrico fijo o portátil, cualquiera que sea su tensión, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra en áreas Clase I debe cumplir con lo indicado en 501-30 para lugares Clase I, Divisiones 1 y 2, y 505-25 para lugares Clase I, Zona 0, 1 y 2.

b) Circuitos de alimentación con conductores puestos a tierra y de puesta a tierra en lugares Clase I

1) Circuitos que alimentan equipos portátiles o colgantes. Cuando un circuito alimente aparatos portátiles o colgantes e incluya un conductor puesto a tierra, como se establece en el Artículo 200, los contactos, las clavijas de conexión, los conectores y dispositivos similares deben ser del tipo de puesta a tierra, y el conductor puesto a tierra del cordón flexible se debe conectar al casquillo roscado de cualquier portalámparas o al conductor puesto a tierra de cualquier equipo de utilización alimentado.

2) Medios aprobados. Se debe proporcionar un medio aprobado para mantener la continuidad del conductor de puesta a tierra entre el sistema de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente de las luminarias colgantes, luminarias portátiles y equipos de utilización portátiles.

ARTICULO 514

GASOLINERAS Y ESTACIONES DE SERVICIO

514-1 Alcance. Este artículo se debe aplicar a gasolineras y estaciones de servicio, para motores, motores marinos, dentro de edificios y para flotillas de vehículos.

514-2. Definición

Gasolineras y estaciones de servicio: Parte de una propiedad donde se almacenan y despachan combustibles para motores desde un equipo fijo a los tanques de combustible de vehículos automotores o marítimos, o a recipientes aprobados, incluyendo todo el equipo utilizado en conexión con ellas.

NOTA 1: Consulte los Artículos 510 y 511 con respecto al alambrado y equipos eléctricos para otras áreas utilizadas como lugares para lubricación, zonas de servicio, zonas de reparaciones, oficinas, salas de ventas, cuarto de compresores y lugares similares.

514-3. Clasificación de lugares.

a) Lugares no clasificados. Cuando una persona calificada determine que en un local no se van a manejar líquidos inflamables que tengan un punto de inflamación por debajo de los 38 ºC, como la gasolina, no se requiere que esa área se clasifique como peligrosa.

b) Lugares Clasificados

1) Areas Clase I. La Tabla 514-3(b)(1) debe ser aplicada donde sean almacenados, manejados o surtidos líquidos Clase I y usada para describir y clasificar las estaciones de servicio, talleres de servicio, de reparación y estacionamiento comercial para vehículos automotores, que están definidos en el Artículo 511. La Tabla 515-3 debe aplicarse en la clasificación de tanques superficiales. Un área Clase I, no se debe extender más allá de una pared no perforada, techo u otra división sólida.

2) Areas para gas natural comprimido, gas natural licuado y gas licuado de petróleo. La Tabla 514-3(b)(2) debe aplicarse y utilizarse para delinear y clasificar superficies en donde se almacene, maneje o surta gas natural comprimido, gas natural licuado o gas licuado de petróleo. Cuando los surtidores de gas natural comprimido o gas natural licuado se instalen debajo de algún tipo de techumbre, éste debe estar diseñado de forma tal que evite la acumulación o confinación de vapores de fácil ignición, o todo el equipo eléctrico instalado bajo la techumbre debe ser aprobado para áreas peligrosas (clasificadas) de Clase I, División 2. Los surtidores para gas licuado de petróleo deben instalarse a no menos de 1.50 metros de cualquier otro surtidor para líquidos de Clase I.

Tabla 514-3(b)(1).- Areas peligrosas (clasificadas) Clase I: Estaciones de servicio y gasolineras

Area	División Grupo D	Zona Grupo IIA	Extensión del área peligrosa (clasificada)[1]
Surtidores (dispensarios) (excepto del tipo elevado)[2]			
Bajo el contenedor del surtidor (dispensario)	1	1	Todo el espacio dentro y bajo el la fosa del surtidor o el contenedor.
Dispensario	2	2	Alrededor de 45.00 centímetros de la envolvente del dispensario o la parte de la envolvente del contenedor del dispensario que contiene componentes para manejo de líquidos que se extiende horizontalmente en todas direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
Exterior	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde la envolvente del dispensario
Interior			
Con ventilación mecánica	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones de la envolvente del dispensario.
Con ventilación natural			Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 7.50 metros horizontalmente en todas las direcciones de la envolvente del dispensario
Surtidores (dispensarios) — Tipo elevado	1	1	Espacio dentro de la envolvente del dispensario y todo el equipo eléctrico integral con la manguera del dispensario o la pistola de despacho.
	2	2	Dentro de 45.00 centímetros de la envolvente del dispensario, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel del piso, que se extiende 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde un punto verticalmente por debajo del exterior de la envolvente del dispensario.
Bombas remotas			
Exteriores	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o caja debajo del nivel de piso, cualquier parte de la cual esté a menos de 3 metros horizontalmente desde cualquier punto exterior de la bomba.
	2	2	Dentro de 1.00 metro de cualquier borde de la bomba, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel de piso, que se extiende 3.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier punto exterior de la bomba.
Interiores	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa.
	2	2	Dentro de 1.50 metros de cualquier punto exterior de la bomba, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Hasta 1.00 metro sobre el nivel de piso, que se extiende 7.50 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier punto exterior de la bomba.
Tiendas, bodegas, baños incluyendo estructuras (tales como las módulos de servicio) sobre o adyacentes a los surtidores (dispensarios).	No clasificada	No clasificada	Excepto como se indica a continuación
	1	1	Todo el volumen, si hay alguna abertura en el cuarto dentro la extensión de una área División 1 o Zona 1.
	2	2	Todo el volumen, si hay alguna abertura en el cuarto dentro la extensión de una área División 2 o Zona 2.

Area	División Grupo D	Zona Grupo IIA	Extensión del área peligrosa (clasificada)[1]
Tanque sobre piso			
En el interior del tanque	1	0	Todo el volumen interior
Carcasa, terminales, techo, área de dique	1	1	Todo el espacio dentro del dique, donde la altura del dique supere la distancia del tanque a la pared interior del dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
	2	2	Todo el espacio dentro del dique, donde la altura del dique no supere la distancia de la pared del tanque al interior de la pared del dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
Venteo	2	2	Dentro de 3.00 metros de la carcasa, terminales o techo del tanque
	1	1	Dentro de 1.50 metros de extremo abierto de venteo, que se extiende en todas las direcciones
	2	2	Entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de venteo, que se extiende en todas las direcciones
Tanque subterráneo			
En el interior del tanque	1	0	Todo el volumen interior
Boquillas de llenado	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o una caja debajo del nivel de piso, cualquier parte que esté dentro de una área peligrosa (clasificada) División 1 o División 2 o dentro de una área peligrosa (clasificada) Zona 1 o Zona 2.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros por encima del nivel de piso, que se extiende 1.50 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier conexión hermética de llenado y se extiende 3 metros horizontalmente en todas las direcciones desde cualquier conexión enroscada de llenado.
Venteo	1	1	Dentro de 1.50 metros desde el extremo abierto de venteo, que se extiende en todas las direcciones
	2	2	Entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de venteo, que se extiende en todas las direcciones
Sistema de procesamiento de vapor			
Fosas	1	1	Todo el espacio dentro de una fosa o una caja debajo del nivel de piso, cualquier parte de la cual: (1) se encuentra dentro de una área peligrosa (clasificada) División 1 o División 2, (2) se encuentra dentro de una área peligrosa (clasificada) Zona 1 o Zona 2; (3) aloja cualquier equipo utilizado para transferir o procesar vapores.
Equipos con envolventes de protección	2	2	Todo el espacio dentro de la envolvente.
Equipo sin envolventes de protección	2	2	Dentro de 45.00 centímetros de equipos que contengan gases o líquidos inflamables, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros sobre el nivel del piso a menos de 3.00 metros horizontalmente de los equipos de procesamiento de vapor
- Envolventes de equipos	1	1	Todo el espacio dentro de la envolvente, si hay vapor o líquido inflamable en condiciones normales de operación.
	2	2	Todo el espacio dentro de la envolvente, si no hay vapor o líquido inflamable en condiciones normales de operación.
- Extracción por vacío	2	2	Dentro de 45.00 centímetros del ventilador, que se extiende horizontalmente en todas las direcciones y hacia abajo a nivel de piso.
	2	2	Hasta 45.00 centímetros por encima del nivel de piso, que se extiende 3.00 metros horizontalmente en todas las direcciones.
Bóveda	1	1	Espacio interior completo, si líquidos Clase I están almacenados dentro.

[1] Para las aplicaciones marítimas, nivel del suelo significa la superficie de un muelle que se encuentra arriba del agua.

[2] Ver Figura 514-3.

Tabla 514-3(b)(2).- Areas clasificadas, equipo eléctrico para surtidores de combustible

Surtidor	Extensión de la superficie clasificada	
	Clase I, División 1	Clase I, División 2
Gas natural comprimido	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor	1.50 metros en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas natural licuado	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor y 1.50 metros en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor	Desde 1.50 metros hasta 3.00 metros en todas las direcciones desde la cubierta del surtidor
Gas de petróleo licuado	Todo el espacio dentro de la cubierta del surtidor; 45 centímetros desde la superficie exterior de la cubierta del surtidor hasta una elevación de 1.20 metros arriba de la base del surtidor; toda la fosa o espacio abierto por debajo del surtidor y dentro de 6.00 metros horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor cuando la fosa o trinchera no está ventilada mecánicamente.	Hasta 45 centímetros sobre el nivel del piso y dentro de 6.00 metros horizontalmente de cualquier arista de la cubierta del surtidor, incluyendo fosas y trincheras dentro de esta área cuando se provee con ventilación mecánica adecuada

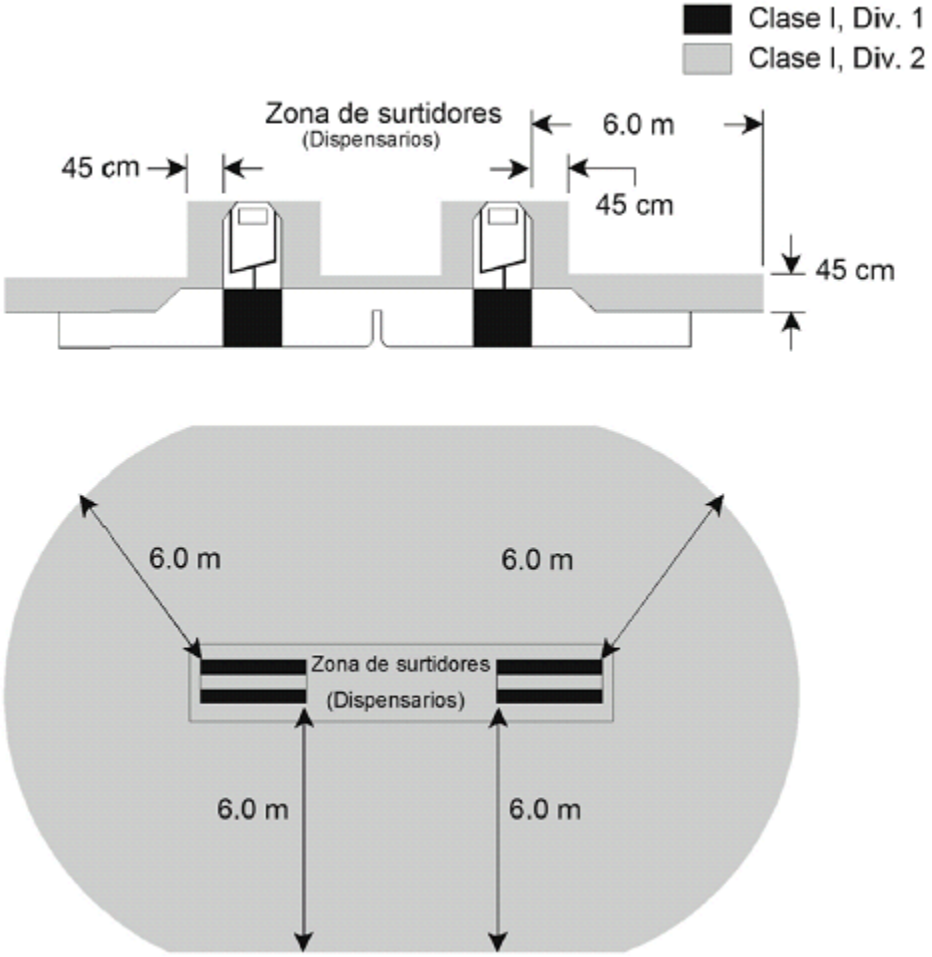


Figura 514-3.- Diagrama de áreas peligrosas (clasificadas) adyacentes a los surtidores de gas natural y gas L.P. (dispensarios) como se detalla en la tabla 514-3(b)(1)

514-4. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I. Todo el alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I definidas en 514-3 deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501.

Excepción: Lo que se permite en 514-8.

NOTA: Para requisitos especiales en el aislamiento de los conductores, Véase 501-20.

514-7. Alambrado y equipo por encima de áreas Clase I. El alambrado y equipo por encima de las áreas Clase I definidas en 514-3, deben cumplir con 511-7.

514-8. Alambrado subterráneo. El alambrado subterráneo debe ser instalado en tubo conduit roscado metálico tipo pesado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Cualquier parte del equipo o alambrado eléctrico que esté debajo de la superficie de un área Clase I, División 1 o División 2 (como se define en las Tablas 514-3(b)(1) y (b)(2) se debe sellar a una distancia máxima de 3.00 metros del punto de salida sobre el suelo. Excepto las reducciones aprobadas a prueba de explosión en el sello del tubo conduit, no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios entre el sello del tubo conduit y el punto de salida sobre el suelo. Consúltese la Tabla 300-5.

Excepción 1: Se permitirá el uso de cable del tipo MI si se instala de acuerdo con el Artículo 332.

Excepción 2: Se permitirá usar tubo conduit Tipo PVC y tubo conduit Tipo RTRC cuando esté enterrado a no menos de 60 centímetros de la cubierta. Cuando se use tubo conduit Tipo PVC y tubo conduit Tipo RTRC, en los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de los equipos para proporcionar la continuidad eléctrica del sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

514-9 Sellado.

a) En el surtidor. En todos los tramos de tubo conduit que entren o salgan de un surtidor o en cualquier cavidad o envolvente en comunicación directa con el surtidor, se debe instalar un sello aprobado. El accesorio de sellado debe ser el primer accesorio después de que el tubo conduit salga de la tierra o del concreto.

b) En los límites. Se deben instalar sellos adicionales de acuerdo con 501-15. En los límites horizontales y verticales de los lugares definidos como de Clase I se deben aplicar 501-15(a)(4) y (b)(2).

514-11 Desconectadores de los circuitos.

a) Generalidades. Todos los circuitos que conduzcan a los surtidores, o que pasen a través de ellos, incluyendo los circuitos asociados de potencia, voz, datos y video; y los equipos para sistemas de bombeo remoto, deben estar dotados de un interruptor de paro de emergencia u otro medio aceptable claramente identificado y fácilmente accesible, ubicado en una área no clasificada (peligrosa), para desconectar simultáneamente de la fuente de alimentación todos los conductores de los circuitos, incluido el conductor puesto a tierra, si lo hubiera.

No se permitirán interruptores automáticos monopolares que utilicen acoplamiento de las manijas de accionamiento.

b) Despacho de combustible y estaciones de autoservicio atendidas. Los controles de emergencia especificados en (a) anterior se deben instalar en un lugar aceptable, pero los controles no deben estar a más de 30.00 metros de los surtidores.

c) Despacho de combustible y estaciones de autoservicio no atendidas. Los controles de emergencia especificados en (a) anterior se deben instalar en un lugar aceptable, pero el control debe estar a más de 6.00 metros y a menos de 30.00 metros de los surtidores. En cada grupo de surtidores o equipo de control exterior utilizado para controlar los surtidores, se deben instalar controles adicionales de emergencia. Los controles de emergencia deben interrumpir toda la potencia a todos los equipos dispensadores de la estación. Los controles sólo se deben poder restablecer manualmente de una manera aprobada.

514-13 Disposiciones para el mantenimiento y la reparación del equipo surtidor. Cada surtidor debe estar equipado con un medio para retirar todas las fuentes de tensión externa, incluyendo todos los circuitos asociados de potencia, voz, datos y video; incluyendo la retroalimentación, durante los periodos de mantenimiento y reparación del equipo surtidor. La ubicación de este medio puede estar ya sea dentro o adyacente al surtidor. El medio debe poder bloquearse en posición abierta.

514-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubierta metálica de los cables y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de equipo fijo y portátil, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidos. La puesta a tierra y la unión en áreas Clase I debe cumplir con los requisitos indicados en 501-30.

ARTICULO 515

PLANTAS DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES

515-1 Alcance. Este artículo cubre un predio o parte de él donde se reciben líquidos inflamables de buques cisterna, tuberías, carros tanque o vehículos con tanque, y se almacenan o mezclan con el fin de distribuir tales líquidos mediante buques cisterna, tuberías, carros tanque o vehículos con tanque, tanques portátiles o contenedores.

515-2. Definición. Una planta de almacenamiento es un lugar donde se reciben líquidos inflamables de buques-tanque, ductos, camiones-cisterna o vagones-cisterna donde los líquidos se almacenan o se mezclan con el propósito de distribución, por medio de buques-tanque, ductos, camiones-cisterna, vagones-cisterna o tanques portátiles o contenedores.

515-3. Areas Clase I. Cuando se almacenan, manejan o surten líquidos de Clase I debe aplicarse la Tabla 515-3 para diseñar y clasificar las plantas de almacenamiento. Las áreas Clase I no deben extenderse más allá de un piso, una pared, techo u otras divisiones sólidas que no tengan aberturas de comunicación.

NOTA: Para gasolineras en marinas o patios de botes, véase la Sección 555-21

515-4. Alambrado y equipo dentro de áreas Clase I. Todo alambrado y equipo eléctrico dentro de áreas Clase I, definidas en la sección 515-3, deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505 para la división o zona en la cual se usan.

Excepción: Lo permitido en 515-8.

515-7. Alambrado y equipo sobre áreas Clase I.

a) Alambrado fijo. Todo alambrado fijo que pase sobre áreas Clase I, debe instalarse en canalizaciones metálicas o en tubo conduit no metálico rígido de PVC Cédula 80 o equivalente, o con cable de los tipos RTRC marcado con el sufijo –XW, MI, TC o MC, o cable tipo PLTC y PLTC-ER, de acuerdo con lo previsto en el Artículo 725, incluyendo la instalación en las canalizaciones o el cable tipo ITC y ITC-ER como está permitido en 727-4. El cable debe ser terminado con accesorios aprobados.

b) Equipos fijos. El equipo fijo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, cortacircuitos, interruptores, contactos, motores u otro equipo que tengan contactos de cierre y apertura o deslizantes, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar construidos de tal manera que impidan el escape de chispas o partículas metálicas calientes.

c) Luminarias portátiles u otros equipos de utilización. Las luminarias portátiles u otros equipos de utilización y sus cordones flexibles deben cumplir con los requisitos del Artículo 501 o del Artículo 505 para la clase de área sobre la que han de conectarse o utilizarse.

Tabla 515-3.- Clasificación eléctrica de las áreas

Lugar	NOM Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
Equipo interior cuando puedan existir mezclas inflamables de aire - vapor bajo funcionamiento normal.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Area dentro de 1.50 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 1.5 y 2.5 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también el espacio hasta 90 centímetros por encima del piso o el nivel del suelo desde 1.50 hasta 7.50 metros horizontalmente desde cualquier borde del equipo.[1]
Equipo exterior cuando pueda haber mezclas inflamables de aire - vapor bajo funcionamiento normal.	1	0	La totalidad del área asociada con dicho equipo cuando hay gases o vapores inflamables continuamente o por largos periodos de tiempo.
	1	1	Area dentro 90 centímetros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 90 centímetros y 2.50 metros de cualquier borde de tal equipo, que se extiende en todas las direcciones; también

Lugar	NOM Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
			el espacio hasta 90 centímetros por encima del piso o el nivel del suelo desde 90 centímetros hasta 3.00 metros horizontalmente desde cualquier borde del equipo
Instalaciones de tanques de almacenamiento dentro de edificios	1	1	Todo el equipo localizado debajo del nivel del suelo.
	2	2	Cualquier equipo localizado en o por encima del suelo .
Tanque - sobre el suelo	1	0	Interior del techo fijo del tanque.
	1	1	Area dentro del dique, en donde la altura del dique es mayor que la distancia desde el tanque hasta el dique por más del 50 por ciento de la circunferencia del tanque.
Casco, extremos o techo del tanque y área del dique	2	2	Dentro de 3.00 metros desde el casco del tanque, los extremos o el techo del tanque. También el área dentro del dique hasta el nivel superior de la pared del dique.
Ventilación	1	0	Area dentro de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Area dentro de 1.50 metros del extremo abierto de la ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 1.50 y 3.00 metros desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Techo flotante con techo exterior fijo	1	0	Area entre las secciones del techo flotante y el techo fijo y dentro del casco del tanque.
Techo flotante sin techo exterior fijo	1	1	Area por encima del techo flotante y dentro del casco del tanque.
Abertura para llenado del tanque subterráneo	1	1	Cualquier foso o espacio bajo el nivel del suelo, si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2 o Zona 1 o 2.
	2	2	Hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo, dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde cualquier conexión de llenado floja y dentro de un radio horizontal de 1.50 metros desde una conexión de llenado apretada.
Ventilación - Descargando hacia arriba	1	0	Area interior de la abertura o tubería de ventilación.
	1	1	Hasta 90 centímetros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 90 centímetros y 1.50 metros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
Llenado de tambores de 200 litros y contenedores – en exteriores o interiores	1	0	Area dentro del tambor o contenedor.
	1	1	Dentro de 90 centímetros de las aberturas de ventilación y llenado, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 90 centímetros y 1.50 metros desde la abertura de ventilación o llenado, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el piso

Lugar	NOM Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
			o el nivel del suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde las aberturas de ventilación o llenado.
Bombas, purgadores, accesorios de vaciado,			
En el interior	2	2	Dentro de 1.50 metros de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 90 centímetros sobre el nivel del piso o suelo, y dentro de 7.50 metros horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
En el exterior	2	2	Dentro de 90 centímetros de cualquier borde de estos dispositivos, extendiéndose en todas las direcciones. Además hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo y dentro de 3.00 metros horizontalmente desde cualquier borde de tales dispositivos.
Fosos y sumideros			
Sin ventilación mecánica	1	1	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 o 2.
Con ventilación mecánica adecuada	2	2	Toda el área dentro del foso o sumidero si cualquier parte está dentro de un lugar clasificado como División 1 o 2, o Zona 1 o 2.
Que contengan válvulas, accesorios o tuberías y no estén dentro de un lugar clasificado de la División 1 o 2, o Zona 1 o 2.	2	2	Todo el foso o sumidero.
Zanjas de drenaje, separadores, fosa de contención.			
En el exterior	2	2	Area hasta 45 centímetros sobre la zanja, separador o fosa. Además, área hasta 45 centímetros sobre el nivel del suelo, y hasta 4.50 metros horizontalmente desde cualquier borde.
En el interior			Misma clasificación que para los fosos.
Carga de camiones cisterna y vagones cisterna[2] por el domo abierto.	1	0	Area dentro del tanque
	1	1	Hasta 90 centímetros del borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el borde del domo, extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de conexiones en el fondo del tanque con ventilación atmosférica	1	0	Area dentro del tanque
	1	1	Hasta 90 centímetros del punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el punto de ventilación a la atmósfera, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde el punto de conexión de carga.
Oficinas y cuartos de baño	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que si la pared, reborde o tabique no

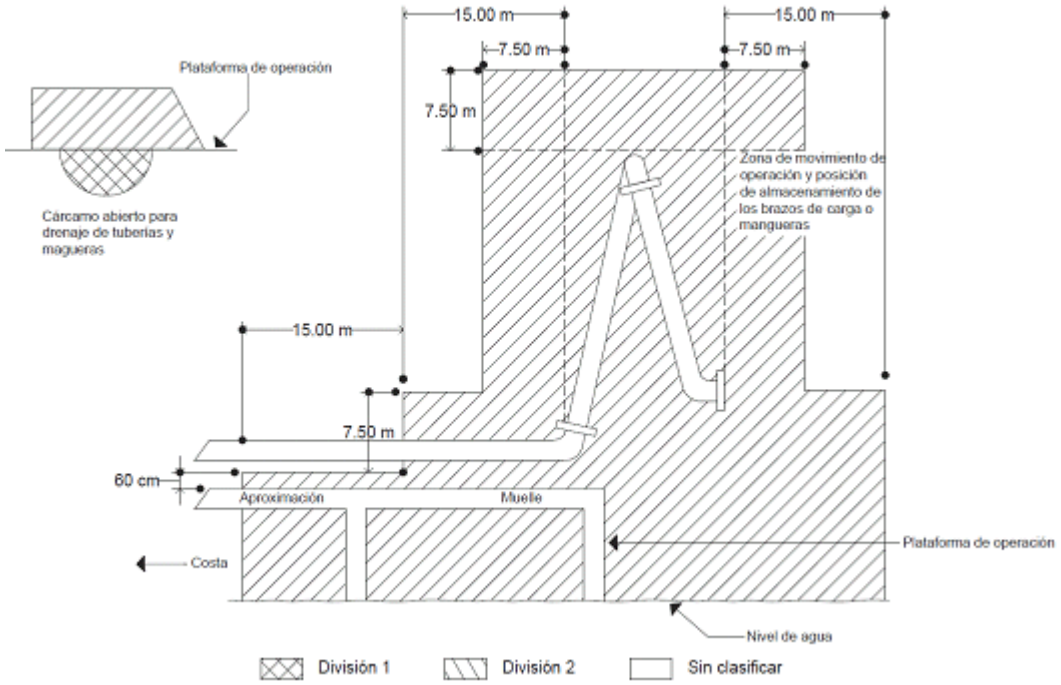
Lugar	NOM Clase I, División	Zona	Extensión del área clasificada
			existieran.
Carga a través de domo cerrado con ventilación atmosférica	1	1	Hasta 90 centímetros del extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones.
	2	2	Area entre 90 centímetros y 4.50 metros desde el extremo abierto de ventilación, extendiéndose en todas las direcciones. Además hasta 90 centímetros del borde del domo extendiéndose en todas las direcciones.
Carga a través de domo cerrado con control de vapores	2	2	Hasta 90 centímetros del punto de conexión de las líneas tanto de llenado como de vapor, extendiéndose en todas las direcciones.
Carga por el fondo del tanque con control de vapor y cualquier descarga por el fondo del tanque.	2	2	Hasta 90 centímetros del punto de conexión, extendiéndose en todas las direcciones. Además, hasta 45 centímetros sobre el suelo dentro de un radio horizontal de 3.00 metros desde el punto de conexión.
Almacenamiento y taller de reparación de camiones cisterna	1	1	Todos los fosos o espacios bajo el nivel del piso.
	2	2	Area de hasta 45 centímetros sobre el nivel del piso o del suelo en todo el garaje de almacenamiento o taller.
Garajes para vehículos diferentes de camiones cisterna	No clasificado		Si en estos cuartos hay alguna abertura dentro de la extensión de un lugar exterior clasificado, todo el cuarto se debe clasificar igual que la clasificación del área en el punto de la abertura.
Almacenaje exterior de barriles	Clasificado		
Recintos internos o casilleros de almacenamiento usados para el almacenamiento de líquidos de Clase I	2	2	Todo el recinto.
Almacenamiento interior cuando no hay transferencia de líquidos inflamables	No clasificado		Si hay cualquier abertura hacia estos cuartos dentro de la extensión de un lugar interior clasificado, el cuarto se debe clasificar lo mismo que sí la pared, reborde o tabique no existieran.
Muelles y embarcaderos			Ver la Figura 515-3.

[1] La liberación de líquidos de Clase I puede generar vapores hasta el punto en que todo el edificio, y posiblemente la zona que la rodea, deban considerarse lugares Clase I, División 2 o Zona 2.

[2] Al clasificar la extensión del área, se debe tener en cuenta el hecho de que los vagones y camiones cisterna pueden tener distintas posiciones. Por tanto, se deben usar los extremos de las posiciones de carga o descarga.

515-8. Alambrado subterráneo

a) Método de alambrado. El alambrado subterráneo debe instalarse en tubo conduit metálico tipo pesado roscado o en tubo conduit metálico de acero roscado, o cuando esté enterrado a no menos de 60 centímetros de una cubierta, se permite que vaya en tubo conduit Tipo PVC o tubo conduit Tipo RTRC o un cable aprobado. Cuando se utilice tubo conduit , Tipo PVC o tubo conduit Tipo RTRC en los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga del suelo o hasta el punto de conexión con la canalización sobre el suelo, debe utilizarse tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado. Cuando se utilice cable, el tramo desde el punto más bajo del nivel del cable enterrado hasta el punto de conexión con la canalización sobre el piso debe instalarse en tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.



1) La "fuente de vapor" es el área que rodea a todo el movimiento del brazo de carga durante la operación normal y en la posición de almacenamiento o descanso en la zona de la brida de conexión final del brazo de carga (o manguera).

2) El área de anclaje o amarre adyacente al buque-tanque y barcazas es División 2 cubriendo las siguientes extensiones:

a) 7.50 metros medidos horizontalmente en todas direcciones en el lado del muelle o embarcadero desde la porción del casco de la nave que contiene los tanques.

b) Desde el nivel del agua hasta 7.50 metros por encima de los tanques de carga de las naves en su posición más alta.

3) Las áreas adicionales pueden ser clasificadas se requiera por la presencia de otras fuentes de líquidos inflamables en el muelle o en el embarcadero.

Figura 515-3.- Terminal marítima para manipulación de líquidos inflamables.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe cumplir con lo indicado en 501-20.

c) Alambrado no metálico. Cuando se utilice tubo conduit Tipo PVC, tubo conduit Tipo RTRC o cables con cubierta no metálica, se debe incluir un conductor de puesta a tierra del equipo, para que brinde continuidad eléctrica al sistema de canalización y permita poner a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente.

515-9. Sellado. Los requisitos de sellado se aplican tanto a los límites horizontales como a los verticales de las áreas clasificadas Clase I. Las canalizaciones y los cables enterrados bajo las áreas definidas como Clase I se consideran lugares Clase I, División 1 o Zona 1.

515-10. Gasolineras. Cuando se suministre gasolina u otros líquidos inflamables volátiles o gases licuados inflamables en las estaciones de almacenamiento, se aplican las disposiciones del Artículo 514.

515-16. Puesta a tierra y unión. Todas las canalizaciones metálicas, las cubiertas metálicas o armaduras metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil, no portadoras de corriente, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250. La puesta a tierra y la unión en las áreas Clase I deben cumplir con los requisitos indicados en 501-30 para lugares Clase I, División 1 y 2, y en 505-25 para lugares Clase I, Zona 0, 1 y 2.

NOTA: Para información adicional sobre puesta a tierra para protección contra la electricidad estática, véase el apéndice B.

ARTICULO 516

PROCESOS DE APLICACION POR ROCIADO, INMERSION Y RECUBRIMIENTO

516-1. Alcance. Este Artículo cubre la aplicación, regular o frecuente, de líquidos inflamables, líquidos combustibles y polvos combustibles mediante operaciones de rociado o aspersión y la aplicación de líquidos

inflamables o líquidos combustibles a temperaturas por encima de su punto de ignición, por inmersión, recubrimiento u otros medios.

NOTA: Para información adicional sobre las medidas de seguridad en estos procesos, tales como protección contra incendios, instalación de señalización de precaución y medidas de mantenimiento, así como información adicional sobre ventilación, véase el apéndice B.

516-2 Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se deben aplicar las siguientes definiciones:

Area de rociado: Normalmente, lugares fuera de los edificios o actividades localizadas dentro de un recinto o espacio grande. Por lo general está equipado con algún sistema local de extracción/ventilación del vapor. En operaciones automatizadas, los límites del área deben ser el área máxima en la trayectoria directa de las operaciones de rociado. En operaciones manuales, los límites del área deben ser el área máxima de rociado cuando se dirige a 180 grados de la superficie de aplicación.

Cabina de rociado: Envolvente o inserto dentro de un recinto grande, usado para aplicaciones de rociado/recubrimiento/inmersión. Una cabina de rociado puede estar totalmente encerrada o tener una parte o superficie frontal abierta, y puede incluir una entrada y una salida separada para el transportador. La cabina de rociado está equipada con ventilación por extracción dedicada, pero puede obtener el aire de alimentación desde el recinto grande o tener un suministro de aire dedicado.

Recinto de rociado: Recinto encerrado a propósito, construido para aplicaciones de rociado/recubrimiento/inmersión equipado con ventilación dedicada con admisión y escape del aire. Normalmente, el recinto se configura para alojar el elemento que se va a pintar, proporcionando un acceso razonable alrededor del elemento/proceso. Dependiendo del tamaño del elemento que se pinta, los recintos pueden en realidad constituir la totalidad del edificio o su parte principal.

516-3. Clasificación de áreas. La clasificación de áreas está basada en cantidades peligrosas de vapores inflamables, neblinas combustibles, residuos, polvos o depósitos combustibles.

a) Lugares Clase I, División I o Clase I, Zona 0. Los siguientes espacios se deben considerar de Clase I, División I o Clase I, Zona 0, según sea aplicable:

(1) El interior de cualquier contenedor de un líquido inflamable, abierto o cerrado.

(2) El interior de cualquier tanque de inmersión o tanque de recubrimiento.

b) Areas Clase I o Clase II, División 1. Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I, División 1, o Clase 1, Zona 1, o Clase II, División 1, según sea aplicable:

(1) Los interiores de cabinas y cuartos de rociado, excepto como se indica específicamente en (d) siguiente.

(2) El interior de ductos de extracción.

(3) Cualquier área en la trayectoria directa de las operaciones de rociado.

(4) Para operaciones de inmersión y de recubrimiento, todo espacio comprendido dentro de una distancia radial de 1.50 metros desde la fuente de vapor que se extiende desde esa superficie hasta el piso. Se considera como fuente de vapor; el líquido expuesto en el proceso o la superficie de escurrimiento y cualquier objeto que haya sido sumergido o recubierto desde el cual es posible medir concentraciones de vapor que excedan 25 por ciento del límite inferior de inflamabilidad a una distancia de 30 centímetros en cualquier dirección del objeto.

(5) Lo sumideros, fosas o canales bajo el nivel del suelo, ubicados hasta una distancia de 7.50 metros medida horizontalmente de la fuente de vapor. Si los sumideros, fosas o canales se extienden más allá de 7.50 metros de la fuente de vapor deben contar con un retén para detener el vapor o deben clasificarse como área Clase I, División 1 en toda su extensión.

(6) Todo el espacio exterior, en todas direcciones, pero a una distancia máxima de 90 centímetros de contenedores abiertos, contenedores de suministro, limpiadores de pistolas para rociado y unidades de purificación de solventes que contienen líquidos inflamables.

c) Areas Clase I o Clase II, División 2. Los siguientes espacios se consideran áreas Clase I, División 2, o Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2 según sea aplicable:

1) Rociado abierto. Para rociado abierto, todo el espacio circundante y comprendido dentro de una distancia de 6.00 metros medidos horizontalmente y 3.00 metros medidos verticalmente del área Clase I, División 1, o Clase I, Zona 1 como está definido en (a) anterior y no separado de éste mediante divisiones. Véase la Figura 516-3(c)(1).

2) Rociado con techo cerrado, abierto por la cara y abierto por el frente. Si las operaciones de rociado se realizan dentro de una cabina o en un cuarto con techo cerrado, con cara abierta, o con frente abierto, todo el alambrado eléctrico o equipo de utilización localizado fuera de la cabina o del cuarto, pero dentro de los límites clasificados como División 2 o de Zona 2 en la Figura 516-3(c)(2), deben ser adecuados para áreas Clase I, División 2, Clase I, Zona 2 o para Clase II, División 2, según sea aplicable. Las áreas Clase I, División 2, Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2 mostradas en la Figura 516-3(c)(2), se deben prolongar desde el extremo de la cara abierta o frente abierto de la cabina o cuarto, de acuerdo con lo siguiente:

a. Si el sistema de ventilación por extracción está enclavado con el equipo de rociado, entonces el área División 2 o Zona 2 se debe prolongar 1.50 metros medidos horizontalmente y 90 centímetros medidos verticalmente desde el frente o cara abierto de la cabina o cuarto de rociado, como lo muestra la parte superior de la Figura 516-3(c)(2).

b. Si el sistema de ventilación por extracción no está enclavado con el equipo de rociado, entonces el área División 2 o Zona 2 se debe prolongar 3.00 metros medidos horizontalmente y 90 centímetros medidos verticalmente desde el frente o cara abierta de la cabina o cuarto de rociado, como lo muestra la parte inferior de la Figura 516-3(c)(2).

Para propósitos de esta subsección, “enclavamiento” es el medio por el cual el equipo de rociado no puede operar a menos que el sistema de ventilación por extracción esté operando y funcionando adecuadamente, y que el equipo de aplicación del rocío se detendrá automáticamente si el sistema de ventilación falla.

3) Rociado con techo abierto. En operaciones de rociado llevadas a cabo dentro de una cabina de rociado con el techo abierto, el espacio de 90 centímetros de radio sobre la cabina y otras aberturas de la cabina deberán considerarse Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2.

4) Cabinas y recintos encerrados. En operaciones de rociado confinadas en una cabina de rociado cerrada, el espacio dentro de 90 centímetros en todas las direcciones desde cualquier abertura en la cabina de rociado, se debe considerar Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2, como se ilustra en la Figura 516-3(c)(4).

5) Tanques de inmersión y escurrideros – espacio circundante. Para tanques de inmersión y escurrideros, el espacio dentro de 90 centímetros que rodea el área Clase I, División 1, o Clase I, Zona 1 como se define en (a)(4) anterior y se muestra en la Figura 516-3(c)(5).

6) Tanques de inmersión y escurrideros – espacio por encima del piso. Para tanques de inmersión y escurrideros, el espacio de 90 centímetros arriba del piso y que se extiende 6.00 metros medidos horizontalmente en todas las direcciones desde el área Clase I, División 1, o Clase I, Zona 1.

Excepción: Este espacio no es necesario considerarlo como área peligrosa cuando la fuente de vapor tenga un área de 0.5 m² o menos, y cuando el contenido del tanque abierto o el contenedor no tenga capacidad de más de 19 litros. Además la concentración de vapor durante los periodos de operación y de paro no exceda el 25 por ciento del límite inferior más bajo de la inflamabilidad, fuera del área Clase I como se especifica en 516-3(b)(4).

7) Contenedores abiertos. Todo el espacio, en todas las direcciones, hasta una distancia de 60 centímetros del área de División 1 o Zona 1 alrededor de contenedores abiertos, contenedores de suministro, limpiadores de pistolas para rociado y unidades de purificación de solventes que contienen líquidos inflamables, así como el área que se extiende 1.50 metros más allá del área de División 1 o Zona 1 hasta una altura de 46 centímetros por encima del piso o del nivel del suelo.

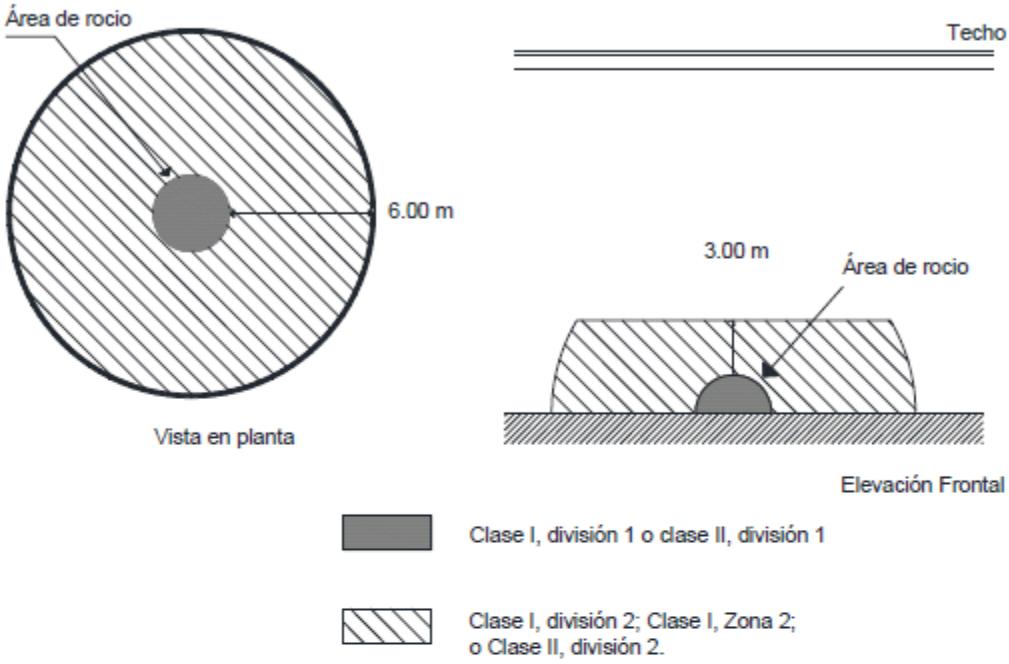


Figura 516-3(c)(1).- Clasificación eléctrica de las áreas para rociado abierto.

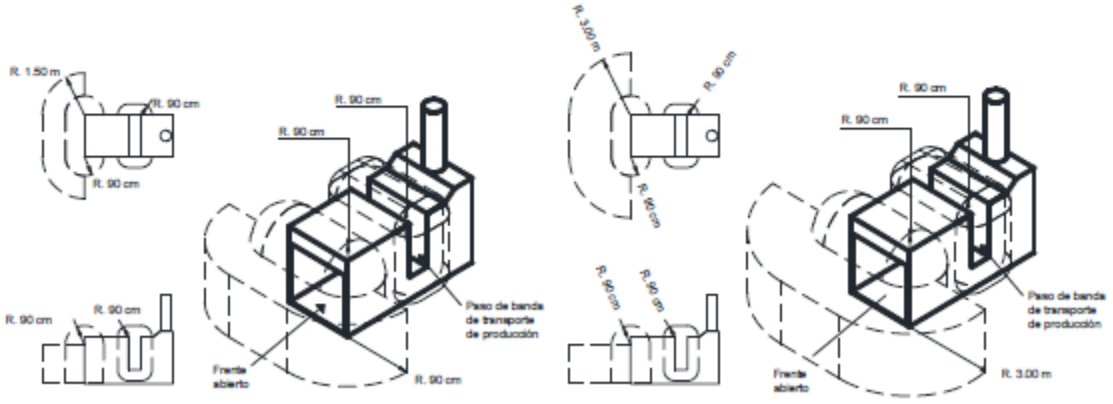


Figura 516-3(c)(2).- Areas Clase I, División 2; Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2 adyacentes a un recinto o una cabina del rociado cerrados por arriba, abiertos por la cara o abiertos por el frente

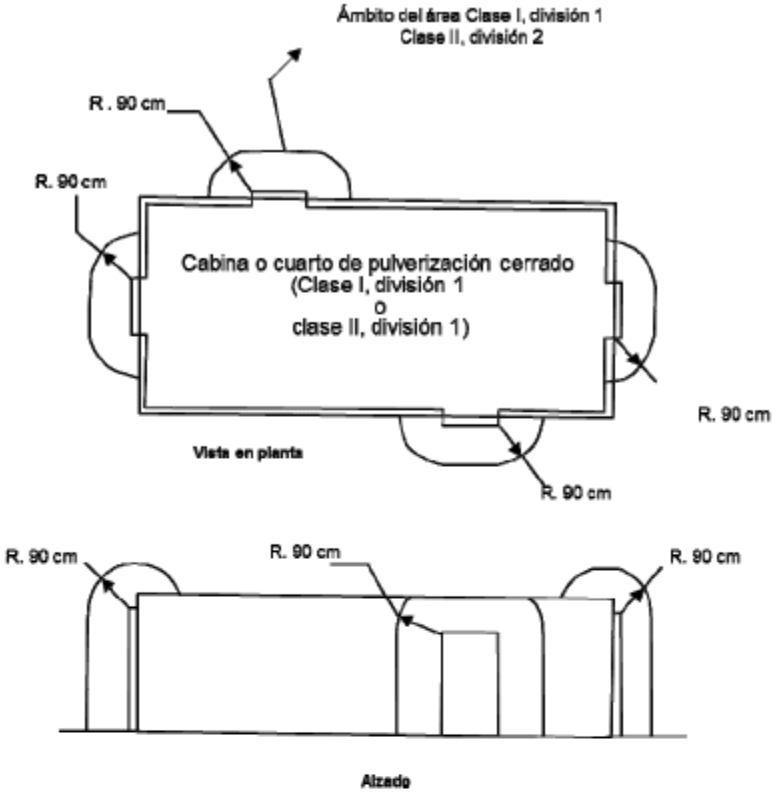


Figura 516-3(c)(4).- Areas Clase I, División 2; Clase I, Zona 2 o Clase II, División 2 adyacentes a un recinto o una cabina de rociado encerrados

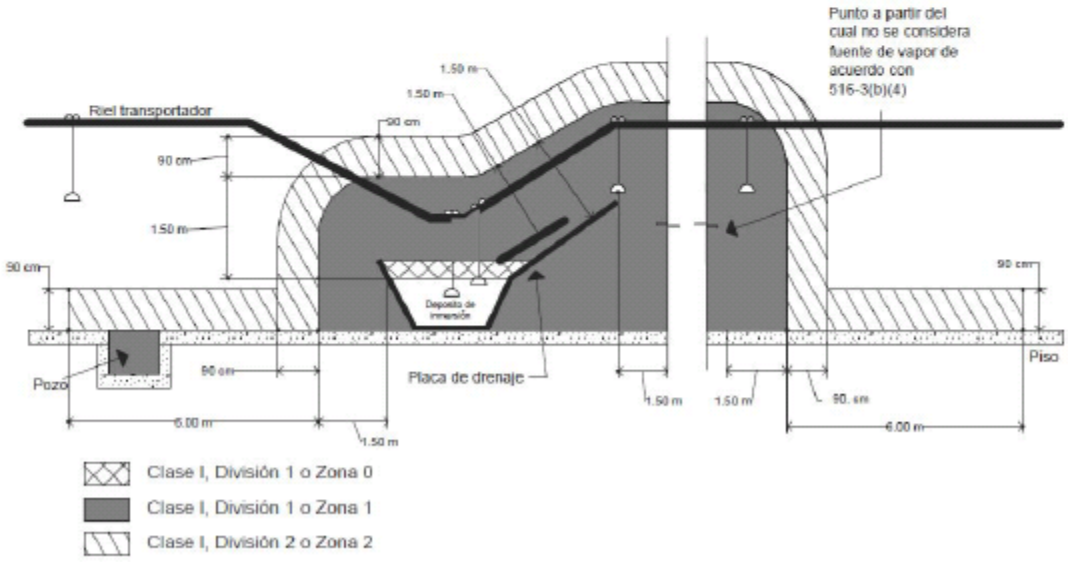


Figura 516-3(c)(5).- Clasificación eléctrica de las áreas para procesos abiertos sin contención de vapor ni ventilación

d) Operaciones de recubrimiento e inmersión encerradas. El espacio adyacente a un aparato o proceso de inmersión encerrado de recubrimiento o, debe considerarse no clasificado.

Excepción: El espacio dentro de 90 centímetros en todas las direcciones desde cualquier abertura del recinto cerrado debe clasificarse como Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2, según sea aplicable.

e) Areas adyacentes. Las áreas adyacentes que estén separadas de las áreas definidas como Clase I o Clase II por una división hermética sin orificios de comunicación, y dentro de las cuales no haya probabilidad de que se liberen vapores inflamables o polvos combustibles, deben considerarse como no clasificadas.

f) Areas no clasificadas. Las áreas donde se encuentren aparatos de secado, curado o fusión, provistas con ventilación mecánica positiva, adecuada para evitar la acumulación de concentraciones inflamables de vapores, y provistos con un enclavamiento efectivo para desenergizar todo el equipo eléctrico (que no sea equipo aprobado para áreas Clase I) en caso de que el equipo de ventilación no funcione, pueden ser no clasificadas.

516-4. Alambrado y equipo en áreas Clase I

a) Alambrado y equipos - Vapores. Todo equipo y alambrado eléctrico dentro de una área Clase I (que contenga sólo vapor, no residuos) definida en 516-3, debe cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 501 o del Artículo 505, según sea aplicable.

b) Alambrado y equipos - Vapores y residuos. A menos que sea específicamente aprobado para lugares que contengan depósitos de cantidades peligrosas de vapores inflamables o combustibles, neblina, residuos, polvos o depósitos (lo que aplique), ningún equipo eléctrico debe instalarse o usarse en cualquier espacio de rociado como ha sido definido o en donde depósitos de residuos combustibles puedan acumularse fácilmente, excepto alambrado en tubo conduit metálico tipo pesado, tubo conduit metálico semipesado, cables tipo MI o en cajas o accesorios metálicos que no contengan derivaciones, empalmes o terminales.

c) Iluminación. Se permite la iluminación de áreas fácilmente inflamables a través de paneles de vidrio u otro material transparente o translúcido, únicamente si cumplen las siguientes condiciones:

1) que se utilicen unidades fijas de alumbrado como fuente de iluminación.

2) que el panel aísle efectivamente al área Clase I del área en la cual la unidad de alumbrado está localizada.

3) que la unidad de alumbrado esté aprobada para esa área específica.

4) que el panel sea de un material o esté protegido de tal forma que no haya probabilidad de que se rompa.

5) que el arreglo sea tal que las acumulaciones normales de residuos peligrosos sobre la superficie del panel no alcancen temperaturas peligrosas por radiación o conducción proveniente de la fuente de iluminación.

d) Equipo portátil. No se deben usar lámparas eléctricas portátiles u otro equipo de utilización en áreas de rociado durante las operaciones de rociado.

Excepción 1. Cuando se requieran lámparas portátiles eléctricas para operaciones en espacios no adecuadamente iluminados por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, deben ser del tipo aprobado para áreas Clase I, División 1, o Clase I, Zona 1 donde puedan estar presentes residuos fácilmente inflamables.

Excepción 2. Cuando se usen aparatos eléctricos portátiles de secado en cabinas de pintura por rociado y se reúnan los siguientes requisitos:

a) que el aparato y sus conexiones eléctricas no estén localizados en el recinto de rociado durante operaciones de rociado.

b) que el equipo eléctrico dentro de una distancia no mayor que 50 centímetros del piso esté aprobado para áreas Clase I, División 2 o Clase I, Zona 2.

c) que todas las partes metálicas del aparato de secado estén eléctricamente unidas y puestas a tierra.

d) que se provean enclavamientos para evitar la operación del equipo de rociado mientras el aparato de secado esté dentro del recinto, y permita una purga del aire del recinto durante 3 minutos antes de energizar al aparato de secado y apagarlo en caso de falla del sistema de ventilación.

e) Equipo electrostático. El equipo de rociado electrostático o de escurrimiento electrostático debe instalarse y utilizarse únicamente como se indica en 516-10.

516-7. Alambrado y equipos fuera de áreas Clase I y Clase II

a) Alambrado. Todo alambrado fijo por encima de áreas Clase I y Clase II debe hacerse en canalizaciones metálicas, tubo conduit Tipo PVC, tubo conduit Tipo RTRC, tubo conduit no metálico; cuando se usan cables, deben ser Tipo TC, Tipo MC, MC-HL o Tipo MI. Las canalizaciones en pisos celulares metálicos se permiten únicamente para alimentar salidas de plafones o extensiones al área por debajo del piso de un área Clase I o Clase II, pero estas canalizaciones no deben tener conexiones que entren, o atraviesen un área Clase I o Clase II, a menos que tengan los sellos apropiados.

b) Equipo. El equipo que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como lámparas y portalámparas para alumbrado fijo, desconectadores, contactos, motores u otro equipo con contactos de apertura y cierre o deslizantes, cuando se instalen por encima de un área Clase I o Clase II, o encima de un área donde se manejen objetos recién terminados que sean manipulados, deben ser del tipo totalmente cerrado o estar construidos de tal manera que se evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

516-10 Equipos especiales.

a) Equipo electrostático fijo. Esta sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitado de materiales peligrosos para recubrir objetos o para otros fines similares en los que el dispositivo de carga o atomización esté unido a un soporte o manipulador mecánico. Se deben incluir dispositivos robóticos. Esta sección no se debe aplicar a dispositivos que se sujeten o manipulen con la mano. Cuando el robot o los procedimientos de programación involucren la operación manual del brazo del robot mientras se hace el rociado y existen altas tensiones, se deben aplicar las disposiciones del inciso (b) siguiente. La instalación del equipo de rociado electrostático debe cumplir con (1) hasta (10) siguientes. El equipo de rociado debe estar aprobado. Todos los sistemas de equipos electrostáticos automáticos deben cumplir las condiciones de 516-4(a)(1) hasta (a)(9).

1) Equipo de fuerza y control. Los transformadores, fuentes de alimentación de alta tensión, aparatos de control y demás piezas eléctricas del equipo, deben instalarse fuera de los lugares Clase I como se definen en 516-3, o ser de un tipo identificado para el lugar.

Excepción: Se permitirá instalar en lugares Clase I rejillas de alta tensión, electrodos y cabezales electrostáticos de atomización y sus conexiones.

2) Equipo electrostático. Los electrodos y los cabezales electrostáticos de atomización deben estar soportados adecuadamente en lugares permanentes y deben estar aislados eficazmente de tierra. Se debe considerar que cumplen con esta sección los electrodos y cabezales electrostáticos de atomización que estén fijos permanentemente a sus bases, soportes, mecanismos de movimiento alternativos o robots.

3) Terminales de alta tensión. Las terminales de los conductores de alta tensión deben estar debidamente aisladas y protegidas contra daños mecánicos o contra la exposición a productos químicos destructivos. Cualquier elemento expuesto a alta tensión debe estar soportado en forma eficaz y permanentemente sobre aisladores adecuados y debe estar protegido eficazmente contra contactos o puesta a tierra accidentales.

4) Soporte de piezas. Las piezas que se vayan a recubrir mediante estos procesos deben estar colocadas en soportes colgantes o transportadores. Estos soportes colgantes o transportadores deben estar instalados de modo que: (1) aseguren que las piezas que se van a recubrir estén conectadas eléctricamente a tierra con una resistencia de 1 megaohm o menos y (2) se prevenga que las piezas oscilen.

5) Controles automáticos. Los aparatos electrostáticos deben estar equipados con medios automáticos que desenergicen rápidamente los elementos de alta tensión si se produce alguna de las circunstancias siguientes:

(1) Detención de los ventiladores o falla del equipo de ventilación por cualquier causa.

(2) Detención del transportador de piezas a través de una zona de alta tensión, a menos que esta detención sea necesaria por una condición del proceso de rociado.

(3) Se presenta excesiva corriente de fuga en cualquier punto del sistema de alta tensión.

(4) Desenergización de la tensión primario a la fuente de alimentación.

6) Puesta a tierra. Todos los objetos conductores de electricidad en el área de rociado, excepto los que por exigencias del proceso deban mantenerse a alta tensión, se deben poner a tierra adecuadamente. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado, protectores, conectores de mangueras, abrazaderas y cualquier otro objeto o dispositivo conductor de la electricidad que pueda haber en el área.

7) Separación. Alrededor del equipo, o incorporado al mismo, se deben instalar protectores adecuados como cabinas, cercas, barandillas, enclavamientos u otros medios que, bien por su ubicación, naturaleza, o ambas cosas, aseguren que se mantiene una separación segura del proceso.

8) Anuncios. Se deben instalar anuncios notablemente visibles para:

(1) Designar la zona del proceso como peligrosa, con relación a incendio y accidente.

(2) Identificar los requisitos de puesta a tierra de todos los objetos eléctricamente conductores en el área de rociado.

(3) Limitar el acceso exclusivamente a personas calificadas.

9) Aisladores. Todos los aisladores se deben mantener limpios y secos.

10) Equipos diferentes de los no incendiarios. Los equipos de rociado que no se puedan clasificar como no incendiarios, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a. Los transportadores o soportes colgantes deben estar instalados de modo que mantengan una distancia de seguridad que sea como mínimo el doble de la distancia de arqueo entre los productos que se pintan y los electrodos, los cabezales de atomización electrostática o los conductores cargados. Se deben fijar advertencias que indiquen esta distancia de seguridad.

b. El equipo debe tener un medio automático para desenergizar rápidamente los elementos de alta tensión en caso de que la distancia entre los productos que se pintan y los electrodos o cabezales electrostáticos de atomización se reduzca a un valor inferior al especificado en el inciso (a) anterior.

b) Equipo electrostático de rociado manual. Esta sección se debe aplicar a cualquier equipo que utilice elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitación de materiales para el recubrimiento de artículos o para otros fines similares en los que el dispositivo atomizador se sujete con la mano o se manipule durante la operación de rociado. Los equipos y dispositivos de rociado manual electrostático que se utilicen en operaciones de pintura por rociado, deben estar aprobados y cumplir con los puntos que se indican a continuación:

1) Generalidades. Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que no produzcan chispas de intensidad suficiente como para encender las mezclas aire - vapor más fácilmente inflamables que se puedan encontrar, ni haya peligro de choque eléctrico considerable si entran en contacto con un objeto puesto a tierra bajo todas las condiciones de funcionamiento normales. Los elementos expuestos y cargados electrostáticamente de la pistola manual deben tener la capacidad de ser energizados sólo mediante un dispositivo que controle también el suministro del material de recubrimiento.

2) Equipos de potencia. Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las demás partes eléctricas de los equipos, deben estar ubicados fuera del lugar de Clase I o estar identificados para su uso en ese lugar.

Excepción: Se permitirá usar en lugares Clase I la propia pistola manual y sus conexiones con el suministro de energía.

3) Empuñadura. La empuñadura de la pistola de rociado debe estar conectada eléctricamente a tierra mediante una conexión metálica y estar fabricada de modo que el operador, utilizándola en la posición normal de funcionamiento, esté en contacto eléctrico estrecho con la empuñadura puesta a tierra, para prevenir la acumulación de cargas estáticas en su cuerpo. Se deben instalar anuncios en lugares notablemente visibles que adviertan sobre la necesidad de poner a tierra a todas las personas que entren en la zona de rociado.

4) Equipo electrostático. Todos los objetos eléctricamente conductores en la zona de rociado deben estar puestos a tierra adecuadamente. Este requisito se debe aplicar a los recipientes de pintura, cubos de lavado y cualquier otro objeto o dispositivo conductor eléctrico que esté en el área. Los equipos deben llevar una advertencia notablemente visible y permanentemente instalada que indique la necesidad de esta puesta a tierra.

5) Soporte de objetos. Los objetos que se estén pintando se deben mantener en contacto metálico con el transportador u otro soporte puesto a tierra. Los ganchos se deben limpiar periódicamente para asegurar una puesta a tierra eficaz de 1 megaohm o menos. Siempre que sea posible, las partes de contacto deben ser puntas agudas o bordes afilados. Los puntos de soporte del objeto se deben ocultar del rociado aleatorio, cuando resulte viable y, cuando los objetos que se estén rociando estén sostenidos de un transportador, el punto de sujeción al transportador debe estar ubicado de modo que no recoja material de rociado durante su funcionamiento normal.

c) Recubrimiento en polvo. Esta sección se debe aplicar a los procesos en los que se aplican polvos secos combustibles. Los riesgos asociados a los polvos combustibles están presentes en dichos procesos, en un grado que depende de la composición química del material, el tamaño, la forma y la distribución de las partículas.

1) Equipo eléctrico y fuentes de ignición. Los equipos eléctricos y otras fuentes de ignición deben cumplir los requisitos del Artículo 502. Las luminarias eléctricas portátiles y otros equipos de utilización no se deben usar en lugares Clase II durante la operación de los procesos de acabado. Cuando se usen dichas luminarias o equipos de utilización durante las operaciones de limpieza y reparación, deben ser de un tipo identificado para lugares Clase II, División 1 y todas las partes metálicas expuestas deben estar conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

Excepción: Cuando sea necesario usar luminarias eléctricas portátiles para operaciones en espacios no iluminados fácilmente por el alumbrado fijo dentro del área de rociado, éstas deben ser de un tipo aprobado para lugares Clase II, División 1, cuando pueda haber residuos fácilmente inflamables.

2) Equipos fijos de rociado electrostático. A estos equipos se les debe aplicar las disposiciones de (a) y (c)(1) anteriores.

3) Equipos manuales de rociado electrostático. A estos equipos se les deben aplicar las disposiciones de (b) y (c)(1).

4) Lecho fluidizado electrostático. El lecho fluidizado electrostático y el equipo asociado deben ser de un tipo identificado. Los circuitos de alta tensión deben estar diseñados de modo que cualquier descarga que se produzca cuando los electrodos de carga del lecho se aproximen o hagan contacto con un objeto puesto a tierra, no tenga una intensidad suficiente para encender cualquier mezcla de polvo y aire que pueda haber, ni se produzca un riesgo apreciable de choque eléctrico.

a. Los transformadores, fuentes de energía, aparatos de control y todas las otras partes eléctricas de los equipos deben estar instalados fuera del área de recubrimiento con polvo, o de lo contrario deben cumplir los requisitos de (c)(1) anterior.

Excepción: Se permitirá que los electrodos de carga y sus conexiones a la fuente de alimentación estén dentro del área de recubrimiento con polvo.

b. Todos los objetos eléctricamente conductores dentro del área de recubrimiento con polvo deben estar adecuadamente puestos a tierra. El equipo de recubrimiento con polvo debe llevar una advertencia notablemente visible y permanentemente instalada sobre la necesidad de poner a tierra esos objetos.

c. Los objetos que se están recubriendo se deben mantener en contacto eléctrico (menos de 1 megaohm) con el transportador u otro soporte para garantizar una puesta a tierra adecuada. Los soportes colgantes se deben limpiar periódicamente para asegurar un contacto eléctrico efectivo. Las áreas de contacto eléctrico deben ser puntas agudas o bordes afilados, cuando sea posible.

d. Los equipos eléctricos y suministros de aire comprimido deben estar enclavados con el sistema de ventilación, de modo que los equipos no se puedan operar a menos que los ventiladores estén funcionando.

516-16. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas, las pantallas metálicas o cubiertas metálicas de los cables y todas las partes metálicas de equipo eléctrico fijo o portátil que no transporten corriente, independientemente de la tensión, deben ser puestas a tierra y unidos. La puesta a tierra y la unión deben cumplir con 501-30, 502-30 o 505-25, según sea aplicable.

ARTICULO 517

INSTALACIONES EN ESTABLECIMIENTOS DE ATENCION DE LA SALUD

A. Generalidades

517-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo establecen criterios para la construcción e instalaciones eléctricas en establecimientos de atención de la salud de seres humanos.

Los requisitos de las Partes B y C se aplican no sólo a edificios con funciones únicas para la atención de la salud, sino también a aquellos que en forma individual, considerando las respectivas formas de atención a los pacientes, están dentro de un edificio de múltiples funciones (por ejemplo, un consultorio médico localizado dentro de un establecimiento para la atención médica requiere que se apliquen las disposiciones indicadas en 517-10). Este Artículo no se aplica en instalaciones veterinarias.

NOTA: Es competencia del director del hospital o director médico o responsable del establecimiento para la atención médica o responsable sanitario en conjunto con el responsable de ingeniería biomédica, el participar, apoyar, involucrarse e intervenir en la designación de estas áreas de acuerdo con el tipo de atención y cuidados que se otorguen al paciente y con las siguientes definiciones: Areas de Atención General, Areas de Atención Crítica y Localizaciones para procedimientos mojados o húmedos.

517-2. Definiciones

Agentes anestésicos inhalatorios: Son sustancias que, introducidas por inhalación a través de las vías respiratorias, producen anestesia general. Las que se utilizan actualmente son Xenón, Isoflurano, Enflurano, Sevoflurano, Desflurano y Halotano. Estos agentes anestésicos a ciertas concentraciones forman mezclas inflamables con gases medicinales como el oxígeno, aire medicinal y el óxido nitroso.

Analgesia relativa: Estado de sedación en un paciente que le produce bloqueo parcial de percepción de dolor, por la inhalación de concentraciones de óxido nitroso insuficientes para producir pérdida de conciencia (sedación consciente). Este término se aplica cuando se utilizan mezclas de óxido nitroso y oxigeno entre 20 y 60 por ciento.

Anestesia: Estado de la pérdida de conciencia (analgesia), pérdida de sensibilidad (relajación muscular), pérdida de movilidad (protección neurovegetativa), pérdida de actividad refleja (protección neurovegetativa) y amnesia. Pérdida de conciencia y de reactividad a estímulos dolorosos intensos, producida de forma reversible por la existencia de un determinado fármaco en el cerebro.

Anestesia general: "Intoxicación" controlada y reversible en el paciente para permanecer inconsciente y sin ningún tipo de sensación en la cual se emplean un número variable de fármacos tal es el caso de los agentes anestésicos inhalatorios.

Anestésicos inflamables: Gases o vapores tales como fluroxeno, ciclopropano, éter divinílico, cloruro de etileno, éter etílico y etileno, los cuales pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases reductores, tales como el óxido nitroso. Estos también son usados en aplicaciones tópicas como el éter etílico que se utiliza para eliminar el exceso de grasa en la piel.

Areas de agentes anestésicos inhalatorios: Lugares diseñados para la aplicación por inhalación de la anestesia general a través del uso de anestésicos inhalatorios en conjunto con oxígeno y/o aire medicinal. Así como la aplicación de analgesia relativa.

Areas de anestésicos inflamables: Lugar diseñado para la aplicación por inhalación de cualquier anestésico inflamable, en el curso normal de un examen para diagnóstico o tratamiento al paciente.

Areas de atención del paciente: Son las áreas de las instalaciones en lugares de atención de la salud en las cuales se examina o se trata al paciente; se clasifican como áreas de atención general y áreas de atención crítica, pudiendo ser cualquiera de ellas clasificada como lugares con procedimientos húmedos o mojados. Oficinas, corredores, salones, salas de espera, salas de estar, no se clasifican como lugares de atención al paciente.

1) Areas de atención general: Al servicio que cuenta con camas censables para atender pacientes internos, proporcionar atención médica con el fin de realizar diagnósticos, aplicar tratamientos y cuidados continuos de enfermería. El paciente está en contacto con dispositivos ordinarios tales como el sistema de llamado a enfermeras, teléfonos y aparatos de entretenimiento. En esta área puede ser necesario que los pacientes estén conectados con equipo médico tales como electrocardiógrafos, aspiradores, monitores de signos vitales, otoscopios, oftalmoscopios, etc.

2) Areas de atención crítica: Son los espacios de atención especial tales como: Terapia Intensiva (adulto, pediátrica y neonatal), Terapia Intermedia, Salas de Operaciones, Area de Recuperación, Cirugía de Corta Estancia, Urgencias, Tococirugía, Unidades de Cuidados Coronarios, Hemodiálisis y Diálisis Peritoneal, Area de Quemados, Salas de Angiografía, Salas de Tomografía Computarizada, Salas de Resonancia Magnética, Gabinete de Radioterapia, y/o áreas similares en las cuales los usuarios (pacientes) estén sujetos a procedimientos invasivos y conectados a equipos médicos de alta tecnología que estén energizados mediante contactos grado hospital. Para el caso de Laboratorios Clínicos, Laboratorios de Citología y/o áreas donde se almacenan reactivos, medicamentos, vacunas, sangre y hemoderivados serán también consideradas áreas de atención crítica.

3) Lugares con procedimientos húmedos o mojados: Son los locales de atención a pacientes donde normalmente existen condiciones de humedad mientras está presente el paciente. Estas áreas incluyen depósitos con fluidos a nivel del piso o áreas de trabajo que rutinariamente estén húmedas o mojadas, siempre y cuando alguna de estas condiciones esté íntimamente relacionada con el uso de equipos médicos, los pacientes y con el personal. Los procedimientos de limpieza rutinarios y derrames accidentales de líquidos no definen un lugar con procedimientos húmedos o mojados.

Areas de atención limitada: Un edificio o parte de él que funciona las 24 horas del día para albergue de personas que sean incapaces de tomar una acción o valerse por sí mismos por vejez, por limitaciones físicas, debido a accidente o enfermedad o limitaciones mentales, tales como enfermedad mental y fármaco dependencia.

Banco de sangre. Al servicio auxiliar constituido por el área o local con instalaciones, mobiliario y equipo y con personal especializado y de apoyo, destinado a la obtención, procesamiento, conservación y distribución de sangre y sus derivados.

Bitácora. Al instrumento de registro, en donde se inscriben, en hojas foliadas consecutivas, las acciones de revisión o de servicio que realiza el personal encargado y la fecha de realización a los equipos médicos.

Cama censable. A la cama en servicio instalada en el área de hospitalización, para el uso regular de pacientes internos; debe contar con las instalaciones necesarias para la atención médica del paciente.

Casa hogar. Al establecimiento que atiende a menores de ambos sexos entre 6 y 18 años de edad, en casas mixtas o por sexo según se disponga en su Modelo de Atención y en casos especiales, se podrá prolongar la estancia hasta los 20 años de edad.

Casa hogar para adultos mayores. Al establecimiento de asistencia social donde se proporciona a adultos mayores atención integral mediante servicios de alojamiento, alimentación, vestido, atención médica, trabajo social, actividades culturales, recreativas, ocupacionales y psicológicas.

Central de Esterilización y Equipos. Al conjunto de espacios arquitectónicos con características de asepsia especiales, con áreas y equipos específicos donde se lavan, preparan, esterilizan, guardan momentáneamente y distribuyen equipo, materiales, ropa e instrumental utilizados en los procedimientos médicos quirúrgicos, tanto en la sala de operaciones como en diversos servicios del hospital.

Centro de atención especializada. Al establecimiento que atiende a personas de ambos sexos, con daños emocionales graves o deficiencias físicas y mentales que les limitan temporalmente o les impiden la vida en comunidad de niños sanos.

Circuitos derivados críticos: Son los circuitos conectados al sistema de emergencia que suministran energía para la iluminación de las áreas de trabajo; equipos especiales y contactos seleccionados que funcionan en lo relacionado con la atención a los pacientes. Estos circuitos están conectados a la fuente de suministro normal y se conectan automáticamente a las fuentes alternas de energía, durante la interrupción de la fuente normal de suministro, por medio de uno o varios desconectadores de transferencia con control de retardo de tiempo para la toma de carga y transición cerrada.

Circuitos de seguridad de la vida: Son los circuitos alimentadores y derivados del sistema de emergencia, que cumplen con los requisitos del Artículo 700, excepto por lo indicado en el artículo 517 y que se utilizan para proporcionar energía suficiente a las funciones de seguridad de la vida de todas las personas dentro del lugar de atención a la salud, estos circuitos son automáticamente conectados hasta en 10 segundos a las fuentes alternas de suministro de energía durante las interrupciones de la fuente normal o en casos de presentarse fallas internas del sistema eléctrico.

Cirugía de corta estancia. A la intervención quirúrgica programada que se realiza en las salas de operaciones de un hospital o unidad de atención médica, en el cual el paciente no requiere hospitalización y su permanencia es menor a 24 horas. A este tipo de pacientes se les conoce como pacientes ambulatorios.

Consultorio. Todo establecimiento público, social o privado, ligado a un servicio hospitalario o dedicado al ejercicio profesional independiente, que tenga como propósito prestar servicios de atención médica a pacientes ambulatorios.

Contacto grado hospital. Al dispositivo polarizado que debe contar con conectores para instalarle o fijarle los conductores de un circuito eléctrico, incluyendo el conductor con aislamiento de puesta a tierra para los equipos médicos, que debe servir para que se le enchufe una clavija que debe hacer una conexión efectiva por contacto mecánico y eléctrico de sus espigas con las mordazas del contacto. Además, debe estar identificado visiblemente en su parte frontal por un punto imborrable color verde, a este dispositivo deberán enchufarse sólo clavijas también identificadas grado hospital e igualmente polarizadas, con igual número de espigas y conectores para asegurar flujo de corriente eléctrica con un efectivo contacto con las mordazas del contacto, para minimizar la caída de tensión y asegurar la puesta a tierra de los equipos médicos. Los contactos grado hospital deben instalarse solamente dentro de la vecindad del paciente en las áreas de atención general y áreas críticas de pacientes.

Contactos seleccionados: Es la cantidad mínima de contactos para la conexión mediante clavijas de aparatos no fijos, normalmente requeridos para todas las tareas locales o los que se usen en la atención de los pacientes en caso de emergencia.

Corriente peligrosa: Es la corriente que puede fluir a través de una baja impedancia que se conecte entre cualquiera de los conductores aislados y el conductor de puesta a tierra del monitor de aislamiento en un sistema eléctrico aislado.

Corriente peligrosa de falla: La corriente peligrosa que puede fluir en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y equipos conectados, excepto el monitor de aislamiento.

Corriente peligrosa del monitor: La corriente peligrosa que circula a través del monitor de aislamiento entre línea y tierra.

Corriente peligrosa total: La corriente peligrosa que circula en un sistema eléctrico aislado con todos los dispositivos y aparatos fijos conectados a él, incluyendo la corriente peligrosa del monitor.

Central de enfermeras: Areas destinadas a proporcionar un centro de actividades a un grupo de enfermeras que atienden a los pacientes hospitalizados y donde se reciben las llamadas de los pacientes encamados, desde este lugar, las enfermeras son distribuidas y redactan sus informes. Además, en estas áreas, las enfermeras recaban los datos de los pacientes que ingresan y preparan las medicinas o medicamentos para ser distribuidas a los pacientes encamados.

Equipo, Aparato, Accesorio, Instrumental de Utilización: Equipo que transforma, con cierta eficiencia, la energía eléctrica en energía mecánica, química, calorífica, luminosa u otras.

Equipo médico. Los equipos, aparatos, accesorios e instrumental de utilización destinados a la atención médica, quirúrgica o a procedimientos de exploración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de pacientes, así como aquéllos para efectuar actividades de investigación biomédica. Se considera equipo médico al sistema de energía aislado.

Equipo de soporte de vida. Equipo necesario para mantener la vida del paciente que debe permanecer en operación continua y óptima.

Se considera el siguiente listado de equipos médicos de forma enunciativa más no limitativa: Desfibrilador, Incubadora, Sistema de infusión rápida; Ventiladores para pacientes tales como: de alta frecuencia, volumétricos adulto, pediátrico y neonatal; Máquina de anestesia, Máquina de hemodiálisis, Lámparas quirúrgicas, Unidad de circulación extracorpórea, Microscopio quirúrgico, Torres de laparoscopia, etc. En esta definición se consideran también los equipos de Banco de Sangre para conservación de la sangre y hemoderivados tales como: refrigeradores y congeladores, equipos de laboratorio clínico: tales como: refrigeradores para reactivos, equipos para la conservación de vacunas y medicamentos, por ejemplo refrigeradores.

Establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios. Un edificio o una porción del mismo usada para proveer servicios de diagnóstico, tratamiento o rehabilitación a pacientes ambulatorios en cualquiera de los siguientes casos:

(1) Las instalaciones para la atención y tratamiento a pacientes que sean incapaces de tomar una acción para su autopreservación en condiciones de emergencia, sin la asistencia de otras personas; tales como unidades de hemodiálisis, de estudios especiales como radiología, endoscopias y otros.

(2) Las instalaciones para la atención de pacientes ambulatorios que requieren tratamiento quirúrgico con anestesia. Ejemplo cirugía de corta estancia.

Evacuación. Medida de prevención que consiste en el alejamiento temporal de la población, de una zona de riesgo con el fin de ubicarla durante la emergencia en lugares adecuados y protegiéndola ante los efectos colaterales de un desastre.

Farmacia. Area donde se reciben, guardan, controlan y despachan los medicamentos y lácteos para los pacientes con tratamiento farmacológico.

Fuentes alternas de energía: Son uno o más generadores o sistemas de energía ininterrumpible o sistemas de baterías normalmente fijos dentro del lugar de atención de la salud, con las funciones de proporcionar la energía eléctrica al sistema eléctrico esencial durante la interrupción del suministro de la fuente normal o por fallas internas del sistema eléctrico del establecimiento.

Grado hospital: Denominación que se utiliza para los dispositivos por el que pasa el fluido eléctrico tales como contactos, clavijas, cajas de pared, interruptores de circuito por falla a tierra, entre otros y que cumplen con especificaciones y estén aprobados para su uso.

Hospital: Al establecimiento público, social o privado, cualquiera que sea su denominación y que tenga como finalidad la atención de enfermos que se internen para su diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. Puede también tratar enfermos ambulatorios y efectuar actividades de formación y desarrollo de personal para la salud y de investigación.

Iluminación en lugares de atención a la salud: Provisión del nivel mínimo de iluminación de reemplazamiento requerido para desarrollar las labores necesarias en las áreas de atención del paciente, incluyendo la iluminación para el acceso seguro a los suministros y equipamiento. Así como, para la iluminación al acceso y tránsito seguro en las vías de evacuación y para la iluminación de la señalización de las salidas o accesos a lugares seguros en caso de emergencia.

Iluminación en lugares de trabajo: Equipos de alumbrado mínimos requeridos para realizar los trabajos necesarips en las áreas descritas, incluido el acceso seguro a los suministros y equipos y el acceso a las salidas.

Iluminación de evacuación y señalización. Iluminación mínima necesaria para el acceso y tránsito seguro en las vías de evacuación y para la señalización de las salidas o accesos a lugares seguros en casos de emergencia.

Inhaloterapia. Conjunto de recursos físicos, tecnológicos y humanos que se emplean para el diagnóstico y atención de pacientes con padecimientos respiratorios, mediante la admisión de oxígeno solo o mezclado con otros gases, humedad, aerosoles y fisioterapia torácica. En esta área también se encuentran los equipos de ventilación para pacientes y que son utilizados en las áreas de atención crítica.

Instalaciones en lugares de atención a la salud: Son las instalaciones en edificios o partes de edificios o unidades móviles que proporcionan servicios médicos, tales como hospitales, establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, establecimientos de atención limitada, clínicas y consultorios médicos o dentales.

Internado. Al establecimiento que proporciona asistencia social temporal a menores en edad escolar de ambos sexos y con vínculos familiares.

Laboratorio de citología. Al establecimiento público, social o privado, ligado o no al laboratorio de Patología, dedicado al análisis de tejidos y células.

Laboratorio clínico. Establecimiento público, social o privado, independiente o ligado a un establecimiento de atención médica, que tenga como fin realizar análisis clínicos y así coadyuvar en el estudio, prevención, diagnóstico, resolución y tratamiento de los problemas de salud.

Lámparas alimentadas por baterías. Equipos individuales para iluminación de respaldo que consisten de lo siguiente:

(1) Baterías recargables

(2) Un cargador de baterías

(3) Disposiciones para una o más lámparas montadas en el equipo o con terminales para lámparas remotas, o ambas

(4) Dispositivo para energizar las lámparas automáticamente cuando falle el suministro normal de energía.

Locales de anestesia: Un área dentro de un hospital, que ha sido diseñada para ser utilizada durante la aplicación de gases y vapores anestésicos de inhalación, inflamables o no inflamables, durante el curso de un examen para diagnóstico, tratamiento o rehabilitación, incluyendo el uso de gases o vapores para tratamientos de anestesia general y analgesia relativa.

Localización de la cama del paciente: Ubicación de la cama del paciente hospitalizado, mesa de tratamiento y mesa quirúrgica usada en el área de atención crítica del paciente.

Mobiliario médico. Conjunto de bienes de uso duradero, indispensables para la prestación de servicios de atención médica. Por ejemplo: Mesas Mayo, mesas Puente, mesas Pasteur, mesas de Riñón, etc.

Monitor de aislamiento de la línea: Un instrumento de medición diseñado para comparar continuamente la impedancia de cada conductor vivo aislado de tierra del circuito eléctrico aislado, equipado con circuito interconstruido para probar la alarma, sin incluir la corriente peligrosa de fuga del sistema aislado.

Paciente. Toda aquella persona que requiera y obtenga la prestación de servicios de atención médica.

Paciente ambulatorio. Todo aquel usuario de servicios de atención médica que no necesite hospitalización.

Proyecto arquitectónico. Al conjunto de planos que representan el programa arquitectónico, con mobiliario, equipo, instalaciones y especificaciones de construcción.

Punto de conexión equipotencial a tierra de equipos médicos en la vecindad del paciente: Un conector o barra terminal destinado como punto para conexión a tierra redundante de equipos médicos, sirviendo en la vecindad del paciente. Además, para la conexión a tierra, con objeto de eliminar problemas de interferencia electromagnética en equipos médicos sensibles.

Punto de referencia de puesta a tierra: La barra para conexión a tierra del tablero de alumbrado y control o del tablero del sistema eléctrico aislado, que suministra energía a las áreas de atención de pacientes.

Rayos X móvil: Un equipo de rayos X, con rodamientos que le permite ser desplazado por una persona. Su diseño le permite operar con baterías o conectado a la red eléctrica y moverse con facilidad de un luga a otro.

Rayos X portátil: Equipo de rayos X que puede ser transportado manualmente por una sola persona. Su diseño le permite operar con baterías o conectada a la red eléctrica y moverse con facilidad de un lugar a otro.

Rayos X régimen momentáneo: Equipo de rayos X que trabaja en un intervalo de operación de hasta cinco segundos.

Rayos X régimen prolongado: Equipo de rayos X que trabaja en un intervalo de operación de cinco minutos o más.

Rayos X transportable: Equipo de rayos X para ser armado y operado dentro de un vehículo automotor o remolque y que puede ser desarmado para transportarlo en un vehículo y armado y operado en un lugar específico.

Sala de expulsión o parto. Al espacio físico donde se atiende a la parturienta, aséptico al iniciar la expulsión.

Sala de operaciones. Al local donde se realizan las intervenciones quirúrgicas y aquellos procedimientos de diagnóstico y tratamiento que requieren efectuarse en un local aséptico.

Sistema de emergencia: Un sistema constituido por alimentadores y circuitos derivados, que cumplen con los requisitos del Artículo 700, excepto las modificaciones de este Artículo 517, destinados a suministrar de una fuente alterna de energía a un número limitado de funciones consideradas vitales para la protección de la vida y la seguridad del paciente, con restablecimiento automático de la energía en un lapso de 10 segundos después de la interrupción del suministro de energía.

Sistema de equipos: Sistema compuesto de circuitos alimentadores y derivados, conformados para su conexión automática con retardo de tiempo o en forma manual a las fuentes alternas de energía del sistema eléctrico esencial, con los propósitos de suministrar energía a algunos equipos eléctricos de utilización y a los equipos médicos, cuya operación es necesaria para asegurar la continuidad de los servicios y la seguridad del establecimiento para la atención de la salud.

Sistema eléctrico esencial: Sistema compuesto por los sistemas de emergencia y de equipos, constituido por una o varias fuentes alternas de energía con todos los circuitos de distribución, dispositivos y equipos eléctricos conectados. Debe de diseñarse para garantizar la continuidad de la energía eléctrica en establecimientos de atención de la salud, durante la interrupción del suministro de la fuente normal y para minimizar los problemas ocasionados por las fallas internas en los sistemas eléctricos esencial y no esencial.

Sistema para aparatos y equipos: Sistema de circuitos y equipos dispuestos para la conexión retardada, automática o manual a la fuente alternativa de energía y que da servicio principalmente a instalaciones eléctricas trifásicas.

Superficies conductoras expuestas: Superficies metálicas de aparatos, dispositivos y equipos no protegidas ni resguardadas permitiendo el contacto con ellas, estas superficies pueden quedar energizadas y conducir energía eléctrica. La pintura y recubrimientos similares, no se consideran aislamientos adecuados a menos que estén aprobados para ese uso.

Sistema eléctrico separado: Un sistema integrado por un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de línea y sus conductores de circuito no puestos a tierra**.**

Terapia intensiva. Al espacio físico con el equipamiento especializado para recibir pacientes en estado crítico (adulto, pediátrico o neonatal), que exigen asistencia médica y de enfermería permanente, con equipos de soporte de la vida.

Terapia intermedia. Al espacio físico con el equipamiento para recibir pacientes en estado de gravedad moderada, que exigen asistencia médica y de enfermería, iterativa, con equipo de monitoreo.

Tiempo de exposición de régimen momentáneo de los equipos de rayos X. Régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco segundos de exposición.

Tiempo de exposición de régimen prolongado de los equipos de rayos X con fluoroscopía. Régimen basado en un intervalo de operación de hasta cinco minutos o más de exposición.

Transformador de aislamiento. Un transformador del tipo multidevanado con los devanados primario y secundario acoplados sólo inductivamente separados físicamente entre si, encontrándose instalada entre estos devanados una pantalla electrostática integrada al transformador.

Unidad quirúrgica. Al conjunto de locales y áreas tales como: vestidores con paso especial a un pasillo “blanco”, pasillo “gris” de transferencia, prelavado, sala de operaciones, área de recuperación y central de esterilización y equipos (CEyE). .

Unidad tocoquirúrgica. Al conjunto de áreas, espacios y locales en los que se efectúan acciones operatorias de tipo obstétrico.

Vecindad de un paciente: Es el espacio dentro del cual el paciente puede estar en contacto con las superficies expuestas o algún asistente que pueda tocarlo. Típicamente la vecindad de un paciente comprende un espacio de al menos de 1.80 metros alrededor del perímetro de la cama o mesa de procedimientos o mesa quirúrgica hasta donde se encuentre una pared, mampara o cortina de separación. Extendiéndose además verticalmente, a no menos de 2.30 metros sobre el nivel del piso.

B. Alambrado y protección

517-10. Aplicación.

a) Aplicación. La Parte B debe aplicarse a todos los establecimientos de atención de la salud, identificados de acuerdo a los servicios médicos que se otorguen a los pacientes, estos establecimientos están descritos en 517-2.

b) No Aplicación. La parte B no se aplica en lo siguiente:

(1) Oficinas administrativas, corredores o áreas de circulación, estacionamientos, casas de máquinas, salas de espera y áreas generales de los hospitales, así como en establecimientos de atención de la salud tales como clínicas, centros de salud y unidades de consulta externa.

(2) En las áreas de atención limitada, en las que se utilicen exclusivamente como dormitorios y alojamiento de pacientes, en las instalaciones eléctricas para estos locales o áreas, se les debe aplicar lo indicado en los Capítulos 1 y 4 de esta NOM.

517-11. Criterios generales de instalación y construcción. El objetivo de esta sección es establecer los requisitos y las especificaciones técnicas que deben aplicarse a las instalaciones eléctricas y en los métodos de alambrado, con el propósito de minimizar los peligros derivados de la utilización de la energía eléctrica al mantener bajas las diferencias de potencial al quedar energizadas, por diversas causas, las superficies conductoras expuestas y con las cuales el paciente, médicos y enfermeras pueden tener contacto directo o indirecto.

NOTA: En las áreas de atención crítica, es difícil impedir la incidencia de una trayectoria conductiva o capacitiva desde el cuerpo del paciente a cualquier objeto o superficie metálica conectada a tierra, porque esa trayectoria se puede establecer accidentalmente, a través del uso de equipos y dispositivos médicos directamente conectados al paciente y las superficies eléctricamente conductivas conectadas a tierra con las que el paciente pueda tener contacto directo o indirecto, entonces los equipos o dispositivos médicos pueden convertirse en posibles fuentes de energía eléctrica y el flujo o paso de corriente pudiera incluir en su trayectoria al cuerpo del paciente y también al personal médico y de enfermería, estos riesgos se incrementan al asociar más equipos, dispositivos médicos con el paciente y, por tanto, se requiere incrementar las precauciones y minimizar los riesgos derivados del uso de la energía eléctrica. Para el control de los riesgos de descargas eléctricas dentro de la vecindad del paciente, es necesario limitar el flujo de corriente obteniéndose una reducción en las diferencias de potencial que puedan aparecer entre las superficies conductoras expuestas y los dispositivos y equipos médicos conectados directamente a los pacientes, este flujo de corriente pudiera recorrer una trayectoria cuyo circuito incluye el cuerpo del paciente y debe limitarse mediante algún método para interrumpir o limitar el flujo de la corriente peligrosa, estos métodos consisten en incrementar la resistencia del circuito conductor o aumentar el nivel del aislamiento de las superficies expuestas que podrían energizarse, en algunos casos es conveniente la aplicación en forma combinada de los dos métodos antes mencionados. Se presenta un problema especial en el paciente con una trayectoria conductiva directa desde el exterior hasta el músculo del corazón, en estas condiciones el paciente puede resultar electrocutado con diferencias de potencial de 5 milivolts y niveles de corriente tan bajos de 10 micro amperes , por lo que se requiere protección adicional en las instalaciones eléctricas con la utilización de los sistemas eléctricos aislados instalados en las áreas de atención críticas con procedimientos invasivos aplicados a los pacientes, esta protección adicional requiere incrementarse con la utilización de conductores, equipos y dispositivos eléctricos con bajas corrientes de fuga entre otras características de fabricación, los que deberán de instalarse de acuerdo a los métodos de alambrado seguros y con las conexiones y conductores para puesta a tierra redundante. Asimismo, se debe aplicar esta protección adicional en el diseño de los equipos y dispositivos médicos, en los aislamientos de los catéteres y en el control para vigilar y supervisar la práctica médica en las áreas críticas como son: Las salas de operaciones, las unidades de terapia intensivas y en los servicios para estudios especializados de diagnóstico, tratamiento y de rehabilitación con la aplicación de métodos invasivos y no invasivos.

517-12. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los Capítulos 1 al 4 de esta NOM, excepto por modificaciones que se especifiquen en este Artículo.

517-13. Conexión de puesta a tierra de contactos y equipo eléctrico fijo en las áreas de cuidado de pacientes. El alambrado en las áreas de cuidado de pacientes debe cumplir con 517-13(a) y (b).

a) Métodos de alambrado: Todos los circuitos derivados que alimenten a las áreas de atención de pacientes deben proveerse de una trayectoria efectiva de puesta a tierra de equipos para conducir la corriente eléctrica de falla a tierra, esta trayectoria debe establecerse a través de un sistema de canalización metálica o cable armado. El sistema de canalización metálica o cable armado con cubierta metálica ensamblado en fábrica, deben calificarse como conductores eficientes de puesta a tierra de acuerdo con lo indicado en 250-118.

Excepción: Se permite que un puente de unión formado por un conductor con aislamiento, conecte directamente el conductor para puesta a tierra de equipo a la caja metálica para dispositivos y al conector para la puesta a tierra de los contactos grado hospital.

b) Conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos.

1) Generalidades. En las áreas de atención a pacientes, se debe de utilizar un conductor de cobre con aislamiento de puesta a tierra de equipos instalado con los conductores del circuito derivado, todos los conductores del circuito derivado deben instalarse de acuerdo con los métodos de alambrado permitidos en el inciso (a) inmediato anterior.

El conductor de cobre con aislamiento de puesta a tierra de equipos, debe conectarse a las terminales o conectores para la puesta a tierra de los equipos y dispositivos médicos como sigue:

(1) Al conector color verde que conecta la terminal a tierra de los contactos.

(2) A los conectores para puesta a tierra de las cajas metálicas, de paso, para dispositivos y de conexiones, así como a los conectores o barras de los envolventes metálicos que alojan a los contactos y dispositivos de desconexión.

(3) A las superficies expuestas de los equipos fijos y dispositivos médicos que funcionen a más de 100 volts, que puedan quedar energizadas y estén sujetas al probable contacto con pacientes o personas.

Excepción: Se permite conectar, mediante un puente de unión formado por un conductor con aislamiento al conductor de puesta a tierra de equipos, la caja y la terminal de puesta a tierra de los contactos.

Excepción 1 al inciso 3): Se permite que las placas exteriores metálicas de los contactos, se conecten a tierra por medio de tornillos metálicos, los cuales fijan la placa metálica a la caja metálica que aloja al dispositivo de salida o al dispositivo de salida del alambrado o al conector de la terminal de puesta a tierra de los contactos

Excepción 2 al inciso 3): Se permitirá que las luminarias ubicadas a más de 2.30 metros sobre el piso, y los interruptores localizados fuera de la vecindad del paciente, estén conectadas a una trayectoria de retorno de puesta a tierra de equipos que cumpla con 517-13(a).

2) Tamaño. Los conductores aislados para puesta a tierra de equipos y los puentes de unión de equipos, deben seleccionarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 250-122.

517-14. Puentes de unión entre tableros de alumbrado y control. Las barras para la conexión de los conductores de puesta a tierra de los tableros de alumbrado y control, tanto de los circuitos normales como de los circuitos esenciales, que sirven a la misma vecindad del paciente, deben interconectarse con conductores de cobre aislados de tamaño nominal no menor de 5.26 mm^2 (10 AWG). Donde haya dos o más tableros del sistema de emergencia alimentados por diferentes desconectadores de transferencia que suministren energía a la misma vecindad del paciente, se deben de unir las barras para la conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos, de estos tableros, con un conductor de cobre tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG), se permite que el conductor de un tablero que une a otro termine en cada barra para la conexión de los conductores para puesta a tierra de equipos.

517-16 Contactos con terminal aislada para puesta a tierra. No se deben instalar contactos con terminal aislada para puesta a tierra que se mencionan en 250-146(d), ya que se pierde la redundancia de la trayectoria de puesta a tierra de equipos, dispositivos e instrumentos médicos requerida en 517-13(a) y (b).

517-17. Protección contra falla a tierra

a) Aplicación. Los requerimientos de esta sección, se deben aplicar a los hospitales y a otros edificios, incluidos los edificios con múltiples ocupaciones, que proporcionen servicios de atención de la salud a pacientes en áreas de cuidados críticos o que utilicen equipos de soporte de vida. También se deben aplicar en los edificios que proporcionan los servicios de suministro al sistema eléctrico esencial para la operación de las áreas de atención crítica o de los equipos de soporte de vida.

b) Alimentadores. Cuando la protección de equipos contra falla a tierra, está instalada en el medio principal de desconexión de la acometida o del alimentador, de acuerdo a las especificaciones de las secciones 230-95 ó 215-10 respectivamente, se debe instalar una protección adicional del mismo tipo al de los instalados en el medio de desconexión principal de la acometida o del alimentador, esta protección adicional debe instalarse en el siguiente nivel o etapa en el lado carga y en cada uno de los circuitos alimentadores. Tales protecciones consistirán de dispositivos de sobrecorriente y transformadores de corriente o por otro equipo de protección equivalente, el cual debe iniciar la apertura del dispositivo de desconexión abriendo solamente el circuito alimentador involucrado en la falla.

No se deben de instalar estos dispositivos adicionales de protección de equipos contra falla a tierra en el lado de la carga de los circuitos alimentadores del sistema eléctrico esencial.

c) Selectividad. Para la selectividad completa al 100 por ciento entre las protecciones de los equipos por falla a tierra instalados en los medios de desconexión principal de la acometida o del alimentador, y las protecciones para los equipos por falla a tierra instaladas en los medios de desconexión de los circuitos alimentadores de la segunda etapa o nivel hacia la carga, los ajustes y calibraciones se deben efectuar de tal

manera que si se presenta una falla a tierra en el lado de la carga de cualesquier circuito alimentador, se deberá abrir el dispositivo de desconexión del alimentador y no el del medio de desconexión principal de la acometida o del alimentador. Para este efecto, los ajustes y calibraciones requeridas, se deben realizar de acuerdo a las características de las gráficas tiempo-corriente de las protecciones y estar conforme a las recomendaciones del fabricante. Los ajustes y calibraciones deben establecer un intervalo de tiempo de separación entre las bandas de operación de la protección del desconectador principal y de las protecciones de los desconectadores de la segunda etapa o nivel de protección hacia la carga en los circuitos alimentadores. Para obtener una precisión del 100 por ciento de selectividad, se deben considerar los tiempos de funcionamiento desde la detección de la falla hasta la apertura de los medios de desconexión y las tolerancias entre las bandas de operación de los dispositivos de desconexión que se coordinarán.

Cuando en un sistema de suministro normal de energía eléctrica del establecimiento de atención de la salud, se proporcione en el medio de desconexión principal con una protección para equipos contra falla a tierra y además se instala un desconectador de transferencia en el sistema de suministro normal, para la interconexión con otro sistema de suministro alternativo de energía eléctrica en casos de interrupciones y se podrán requerir e instalar medios y dispositivos que aseguren que los sensores capten completamente la corriente de falla a tierra.

d) Pruebas. Cuando se instale el equipo de protección de falla a tierra por primera vez, debe probarse cada nivel para asegurar el cumplimiento del inciso (c) anterior.

517-18 Areas de atención general

a) Circuitos derivados dentro de la ubicación de las camas de pacientes. A cada ubicación de la cama de paciente, se le debe suministrar cuando menos dos circuitos derivados, uno del sistema de emergencia y otro del sistema eléctrico normal, todos los circuitos derivados del sistema normal deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control. Los circuitos derivados sirviendo a la ubicación de la cama del paciente, no deben formar parte de un circuito derivado multiconductor.

Excepción 1: Un circuito derivado que alimente solamente a salidas o contactos para un propósito especial tal como una salida para equipo de rayos X móvil o portátil, no se requiere que sea alimentado desde el mismo tablero.

Excepción 2: Los requerimientos del 517-18(a) no se aplican a la ubicación de camas de pacientes en clínicas, consultorios médicos y dentales, instalaciones de consulta externa, hospitales para rehabilitación, hospitales psiquiátricos, hospitales para el tratamiento contra las adicciones y áreas de atención limitada, los que deben cumplir cuidadosamente los requerimientos indicados en 517-10.

Excepción 3: La ubicación de la cama del paciente dentro de un área de atención general, no requiere de un circuito del sistema eléctrico normal, si los circuitos derivados están alimentados por dos desconectadores de transferencia diferentes conectados al sistema de emergencia

b) Contactos dentro de la ubicación de las camas de pacientes. Cada ubicación de la cama del paciente, debe estar provista como mínimo de cuatro contactos, deben ser de los tipos sencillo, dúplex y cuádruplex o una combinación de estos tipos. Todos los contactos, si son cuatro o más, deben ser aprobados tipo grado hospital y así identificarlos. Cada contacto debe estar puesto a tierra por medio de un conductor de cobre aislado de tamaño nominal seleccionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

Excepción 1: Los hospitales psiquiátricos, de tratamiento contra las adicciones y para rehabilitación, deben reunir los requerimientos indicados en 517-10(b)(2)

Excepción 2: Los cuartos de seguridad psiquiátrica no requieren salidas de contactos.

En instalaciones existentes con contactos que no sean grado hospital, no es necesario su reemplazo inmediato por contactos grado hospital, pero cada vez que sea necesario reemplazar alguno se debe preparar dicho reemplazo e instalar contactos grado hospital. Igualmente se deberán instalar contactos grado hospital cuando se remodele, se adapte o se ejecuten obras para ampliar o modificar cualquier área de atención general.

c) Areas de pediatría. Los contactos que se localicen dentro de los cuartos, baños, cuartos para juegos, cuartos para actividades y áreas designadas para pediatría, deben ser contactos resistentes a la manipulación.

517-19 Areas de atención crítica

a) Circuitos derivados dentro de la ubicación de las camas de pacientes. Cada cama de paciente debe tener cuando menos dos circuitos derivados, uno o más del sistema de emergencia y uno o más del sistema normal; cuando menos un circuito de emergencia debe alimentar a contactos en esta ubicación de la cama. Todos los circuitos del sistema normal deben originarse en el mismo tablero de alumbrado y control. Los contactos del sistema de emergencia deben estar identificados y también deben indicar el tablero de alumbrado y el número del circuito derivado al que están conectados. Los circuitos derivados que alimentan a la ubicación de la cama del paciente, no deben formar parte de un circuito multiconductor

Excepción 1: Los circuitos derivados que alimentan sólo a contactos y a equipo de uso especial, dentro de la ubicación de las camas para la atención crítica, pueden estar alimentados desde otros tableros de alumbrado y control de la fuente normal.

Excepción 2: La ubicación de la cama del paciente dentro de un área de atención crítica, no requiere de un circuito del sistema eléctrico normal, si los circuitos derivados están alimentados de dos desconectadores de transferencia diferentes conectados al sistema de emergencia.

b) Contactos dentro de la ubicación de las camas de pacientes.

1) Cantidad mínima y su alimentación del sistema. Cada ubicación de la cama para el paciente debe estar provista como mínimo de seis contactos, cuando menos uno debe ser conectado como sigue:

(1) Al circuito derivado del sistema normal requerido en 517-19(a)

(2) A un circuito derivado del sistema de emergencia alimentado por un desconectador de transferencia diferente del de los otros contactos de la misma área.

2) Características de los contactos. Los contactos requeridos en 517-19(b)(1), pueden ser del tipo sencillo, dúplex, cuádruplex o una combinación de ellos. Todos los contactos deben ser grado hospital y deben estar así identificados; cada contacto debe contar con una conexión a un punto de puesta a tierra dentro de la vecindad del paciente, por medio de un conductor de cobre con aislamiento de puesta a tierra de equipo.

c) Puesta a tierra y puentes de unión en la vecindad del paciente. Dentro de la vecindad del paciente se debe instalar un punto de puesta a tierra dotado de conectores aprobados para puesta a tierra redundante de los equipos y dispositivos médicos, adicionalmente debe instalarse un puente de unión de tamaño nominal no menor de 5.26 mm^2 (10 AWG), para conectar la terminal de puesta a tierra de todos los contactos con terminal de puesta a tierra, con ese punto de referencia a tierra en la vecindad del paciente. El conductor para puesta a tierra mencionado, puede ser instalado en forma radial o en anillo, según convenga.

Para cumplir con lo requerido en la sección 517-11 sobre la protección a los pacientes sujetos a procedimientos invasivos con trayectorias directas al corazón, se debe minimizar la distancia entre el punto de puesta a tierra en la vecindad del paciente y el punto de referencia a tierra del tablero del sistema eléctrico aislado y evitar cualquier diferencia de potencial superior a 20 milivolts que puede electrocutar al paciente.

d) Puesta a tierra y unión de equipo. Cuando se tiene un sistema eléctrico puesto a tierra y se instalan canalizaciones metálicas o cables tipo MI o MC los cuales están aprobados como conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-118, se debe asegurar una trayectoria de puesta a tierra en las envolventes y gabinetes metálicos de los tableros de distribución, en los tableros de alumbrado y control y en los tableros del sistema eléctrico, por algunos de los métodos siguientes:

(1) Una contratuerca y monitor para conexión a tierra y un conductor de cobre continuo utilizado como puente de unión y seleccionada de acuerdo a 250-122.

(2) Efectuar la conexión de la canalización metálica o cables MC o MI del alimentador al tablero, por medio de bridas terminales roscadas planas o bridas de copa.

(3) Otros dispositivos tales como contratuercas o conectores de tipo unión

e) Técnicas de protección adicional en áreas de atención crítica (opcional). Los sistemas de energía aislados, se deben instalar en áreas de atención crítica de acuerdo a 517-11, estas áreas son: Salas de operaciones, terapias intensivas, así como en áreas donde se practiquen rutinariamente cualesquier procedimiento invasivo en el que se pudiera involucrar el cuerpo y el corazón del paciente y en el que con el uso de un sistema de energía puesto a tierra o aterrizado, pudiera el paciente morir electrocutado. El sistema de energía aislado debe ser aprobado en conjunto con todas sus partes componentes ensambladas y contenidas dentro de su gabinete o envolvente metálica, para este propósito, el sistema debe ser seleccionado, diseñado, instalado, operado, conservado y probado cumpliendo con lo indicado en 517-160.

Excepción: En las terapias intensivas se permite que las señales digitales y analógicas de los indicadores audibles y visibles del monitor de aislamiento de línea, sean reproducidas y conducidas a través de conductores hasta la central de enfermeras del servicio que se otorga al paciente.

f) Conductor de puesta a tierra de equipos en el sistema aislado. Si en la fuente de energía aislada no puesta a tierra se limita la primera falla de corriente a una baja magnitud, no se permite que el conductor de puesta a tierra de equipos asociado con el circuito secundario, se instale fuera de la canalización de los conductores de energía del mismo circuito.

g) Puesta a tierra de contactos para usos especiales. El conductor de puesta a tierra de los contactos para propósitos o usos especiales, tal como el de un equipo móvil o portátil de rayos X, debe prolongarse y conectarse al punto de conexión equipotencial a tierra de equipos y dispositivos médicos en la vecindad del paciente de todas las probables ubicaciones a ser alimentadas desde esos contactos. Cuando este circuito para contactos para propósitos especiales, se alimente desde un sistema eléctrico aislado no puesto a tierra, el conductor de puesta a tierra de equipos no se requiere que vaya con los conductores de energía, sin embargo, la terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra del equipo del contacto para propósitos especiales, debe conectarse al punto de conexión equipotencial a tierra de equipos y dispositivos médicos en la vecindad del paciente.

517-20 Lugares con procedimientos húmedos o mojados

a) Contactos grado hospital y equipos fijos. Todos los equipos y dispositivos médicos utilizados para la atención de los pacientes, localizados dentro de una ubicación mojada o húmeda, se deben conectar a contactos o salidas con protecciones especiales para minimizar los riesgos y los efectos de los choques y accidentes eléctricos por alguno de los medios siguientes:

(1) Un sistema eléctrico aislado que inherentemente limite a un bajo valor la posible corriente originada al presentarse la primera falla a tierra, sin desconectar el suministro de energía a los equipos médicos.

(2) Un sistema eléctrico aislado puesto a tierra, en el cual se debe instalar un dispositivo para que desconecte los equipos médicos automáticamente en el caso de que la corriente de falla a tierra exceda un valor de 6 miliamperes.

Para determinar cuál utilizar de las protecciones mencionadas en (1) y (2), se debe cumplir con lo indicado en 517-11 Criterios generales de instalación y construcción. Así como, considerar las consecuencias de que al utilizar la protección (2), dejan de funcionar los equipos y dispositivos médicos conectados y por consiguiente, el paciente puede resultar afectado.

Excepción: Circuitos derivados que alimenten solamente a equipo terapéutico y de diagnóstico fijo, podrán alimentarse de un servicio normal puesto a tierra, ya sea monofásico o trifásico siempre que:

a. El alambrado para los circuitos aislados y de los circuitos puestos a tierra no ocupen las mismas canalizaciones, y

b. Todas las superficies conductoras del equipo y dispositivos médicos estén conectadas a un conductor de cobre aislado de puesta a tierra de equipos.

b) Sistema eléctrico aislado. Cuando se utilice un sistema eléctrico aislado, el equipo debe estar aprobado para este propósito e instalado de tal manera que cumpla con lo requerido en el 517-160.

NOTA: Para los requisitos de la instalación en albercas y tinas terapéuticas, véase la Parte F del Artículo 680.

c) Pruebas mínimas. Los interruptores automáticos de falla a tierra y los contactos grado hospital, con este tipo de protección, deben probarse para que operen a valores menores de 6 miliamperes.

517-21 Protección de las personas mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra. No se requiere protección para el personal mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra en contactos instalados en áreas de cuidados críticos, donde el lavabo y el retrete estén instalados dentro del cuarto del paciente.

C. Sistema eléctrico esencial

517-25 Alcance. El sistema eléctrico esencial para estos lugares, debe comprender un sistema capaz de suministrar una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales son considerados esenciales para la seguridad de la vida y para que se suspendan ordenadamente los procedimientos en ejecución durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Esto incluye: clínicas para consulta externa, consultorios médicos y dentales, lugares para pacientes ambulatorios, enfermerías, lugares de atención limitada, hospitales y otras instalaciones para atención de la salud de pacientes.

517-26 Aplicación de otros artículos. El sistema eléctrico esencial debe cumplir con el Artículo 700, excepto con lo que es requerido y especificado en este Artículo 517.

517-30 Sistemas eléctricos esenciales para hospitales

a) Aplicación. Los requerimientos de la Parte C, secciones 517-30 a 517-35, deben aplicarse en hospitales y establecimientos de atención a la salud, donde es requerido el sistema eléctrico esencial.

b) Generalidades

1) Sistemas separados. El sistema eléctrico esencial para hospitales debe estar compuesto por dos sistemas independientes capaces de suministrar una cantidad limitada de energía eléctrica para el servicio de alumbrado y fuerza, que se consideren esenciales para la seguridad de la vida y la operación segura y efectiva del hospital durante el tiempo que el servicio eléctrico normal se interrumpe por cualquier razón. Estos dos sistemas deben ser el sistema de emergencia y el sistema para equipos.

2) Sistemas de emergencia. El sistema de emergencia debe estar limitado a circuitos esenciales para la seguridad de la vida y para atención crítica de pacientes. Estos están designados como circuitos derivados para la seguridad de la vida y circuitos derivados críticos. Las únicas cargas que deben conectarse al circuito derivado crítico son las relacionadas en 517-33. Asimismo, el circuito derivado de seguridad de la vida no debe alimentar ninguna otra carga que no esté mencionada en 517-32

3) Sistema de equipos. Este sistema, debe suministrar energía al equipo eléctrico de utilización y al equipo médico necesarios para la atención de los pacientes, así como para que el hospital opere sin problemas en lo relacionado con el cuidado y atención de los pacientes, mientras dure la interrupción de la fuente normal de energía eléctrica.

4) Desconectadores de transferencia. El número de desconectadores de transferencia debe estar sustentado en los proyectos y memorias técnicas eléctricas y se deben cubrir altos grados de confiabilidad en su diseño, selección, instalación, operación, pruebas y mantenimiento. La capacidad o tamaño de cada desconectador de transferencia, debe determinarse de acuerdo al tipo de las cargas a conectar y estar de acuerdo con los cálculos basados en las características o datos de los equipos de utilización a alimentar y a las consideraciones especiales de las cargas. Cada circuito derivado del sistema de emergencia y cada circuito del sistema de equipos, deben alimentarse por un desconectador de transferencia individual como se muestra en los diagramas de las Figuras 517-30 (a) y (b), se permite que este desconectador de transferencia individual alimente dos o más circuitos derivados de los sistemas de emergencia y de equipos.

Se permite que un desconectador de transferencia alimente uno o más circuitos derivados o subsistemas en una instalación, con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 kilovoltamperes.

NOTA: Para mayor información de las características y de los requerimientos de funcionamiento, operación, mantenimiento y pruebas, de los desconectadores de transferencia automáticos y no automáticos para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, ver apéndices B y E.

5) Otras cargas. Las cargas alimentadas por el equipo generador y que no estén específicamente mencionadas en 517-32, 517-33 y 517-34, deben alimentarse por su propio desconectador de transferencia de tal forma que estas cargas:

(1) No sean transferidas en caso de que se pueda producir una sobrecarga al equipo generador, y

(2) Se desconecten automáticamente al producirse una sobrecarga en el equipo generador.

6) Establecimientos de atención de la salud dentro del mismo predio. Se permite que el sistema eléctrico normal y el sistema eléctrico esencial de un hospital, suministren energía a otros sistemas eléctricos esenciales de establecimientos ubicados dentro del mismo edificio o en edificios dentro del mismo predio.

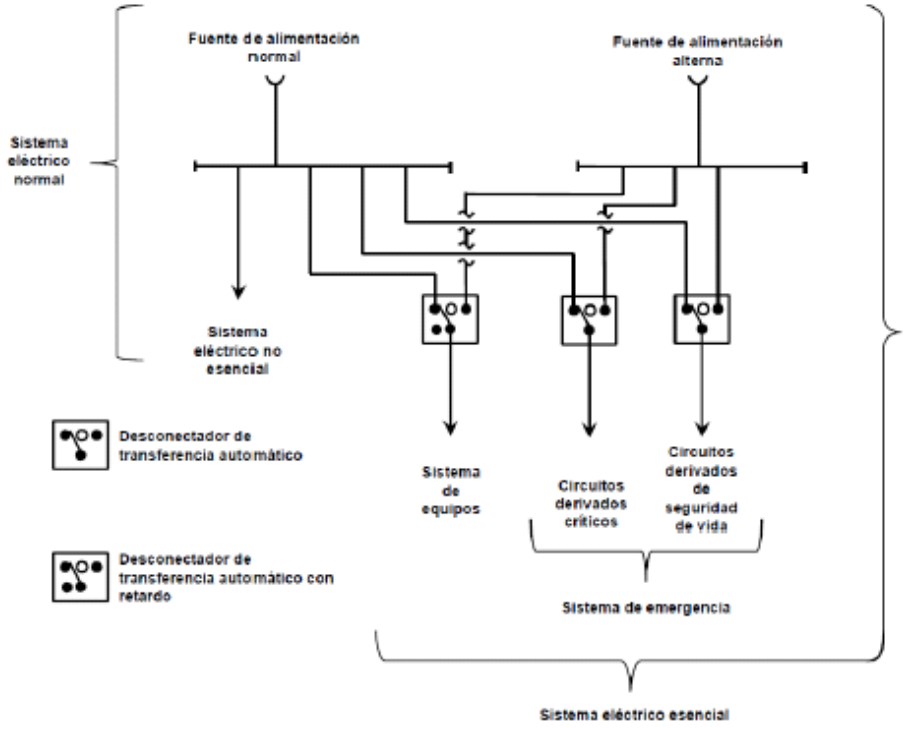


Figura 517-30 (a).- Requisito mínimo de tres desconectadores de transferencia automáticos para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, con una demanda máxima superior a 150 kilovoltamperes de la carga conectada a los dos sistemas el de emergencia y el de equipos

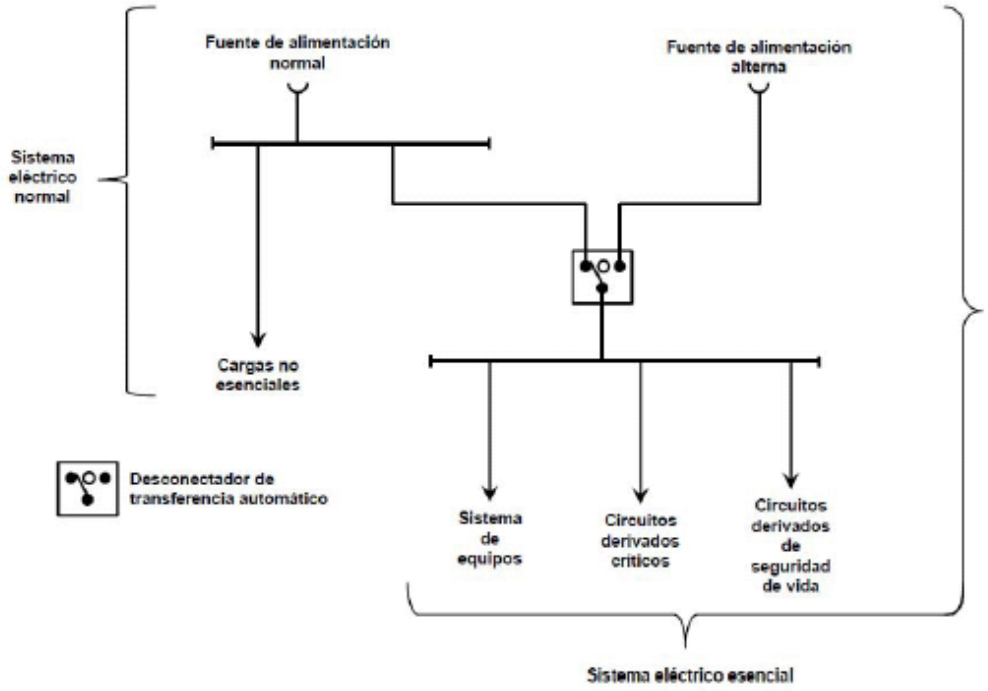


Figura 517-30 (b).- Requisito mínimo de un desconectador de transferencia para hospitales y establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios, con una demanda máxima de hasta 150 kilovoltamperes de la carga conectada al sistema eléctrico esencial

c) Requisitos de alambrado

1) Separación de otros circuitos. El circuito derivado de seguridad para la vida y el circuito derivado crítico del sistema de emergencia deben estar completamente independientes de cualquier otro alambrado y equipos y no deben ocupar las mismas canalizaciones, cajas, o gabinetes con otros alambrados.

Cuando los lugares de cuidados generales son alimentados por dos desconectadores de transferencia separados del sistema de emergencia de acuerdo con 517-18(a) Excepción 3, los circuitos de cuidados generales de los dos sistemas separados deben permanecer independientes uno del otro.

Cuando los lugares de cuidados críticos son alimentados por dos desconectadores de transferencia separados en el sistema de emergencia de acuerdo con 517-19(a), Excepción 2, los circuitos de cuidados críticos de los dos sistemas separados deben permanecer independientes uno del otro.

Los alambrados de los circuitos derivados de seguridad de la vida y los circuitos derivados críticos, se permite que ocupen la misma canalización cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte de estos circuitos derivados donde tales alambrados cumplan con una de las siguientes condiciones:

(1) Estén dentro del gabinete del equipo de transferencia; o

(2) Estén en las luminarias de salida o de emergencia que son alimentadas de dos fuentes independientes; o

(3) Estén en una caja de empalmes común conectada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas de dos fuentes independientes, o

(4) Sea para dos o más circuitos de emergencia alimentados desde el mismo circuito derivado y el mismo desconectador de transferencia.

Se permite que el alambrado de un sistema de equipo ocupe la misma canalización, caja o gabinete de otros circuitos que no sean parte del sistema de emergencia.

2) Sistema eléctrico aislado. Los sistemas eléctricos aislados se deben instalar en las áreas indicadas en 517-33(a)(1) y (a)(2) y cada sistema eléctrico aislado, debe ser alimentado por un circuito derivado crítico individual, este circuito único, no debe alimentar a ninguna otra carga conectada que no sea el sistema eléctrico aislado. Para lograr la máxima confiabilidad en la continuidad del suministro de energía al circuito derivado crítico individual antes mencionado, se permite la instalación de sistemas ininterrumpidos, siempre y cuando cualesquier falla de los equipos del sistema ininterrumpido, fallas en sus circuitos de distribución y operación de sus protecciones, no interrumpan la energía al sistema eléctrico aislado. Además, en estas áreas mencionadas en 517-33(a)(1) y (a)(2), los equipos médicos de utilización incluida la luminaria quirúrgica, deben ser catalogados como equipos de soporte de vida y contener, integrado a su circuito interno y en la misma envolvente o carcaza, un sistema ininterrumpido. Los sistemas eléctricos aislados deben ser ensamblados en fábrica con todas sus partes instaladas y así deben estar aprobados para su instalación y funcionamiento, se permite utilizar sistemas eléctricos aislados armados en sitio con partes originales aprobadas y, antes de su puesta en operación, deben probarse con todos los circuitos alambrados, los contactos grado hospital y equipos fijos instalados.

3) Protección mecánica del sistema de emergencia. El alambrado de un sistema de emergencia para un hospital debe estar protegido mecánicamente. Cuando se instalen como circuitos derivados en áreas de atención de pacientes, la instalación debe cumplir los requisitos de 517-13 (a) y (b). Se permiten los siguientes métodos de alambrado:

(1) Canalizaciones metálicas no flexibles, cables del tipo MI, conduit de PVC Cédula 80. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos derivados que alimentan áreas de atención de pacientes.

(2) Si están empotrados en no menos de 50 milímetros de concreto, conduit de PVC Cédula 40, canalizaciones no metálicas flexibles o metálicas con cubierta, o ensamble de cables metálicos con cubierta aprobados para su instalación en concreto. Las canalizaciones no metálicas no se deben usar para circuitos derivados que alimentan áreas de atención de pacientes.

(3) Canalizaciones metálicas flexibles aprobadas y ensamble de cable con cubierta metálica aprobados en cualquiera de las siguientes:

a. Cuando se usan en consolas o cabeceras médicas prefabricadas.

b. En mobiliario para oficina.

c. Cuando se tienden con sonda en paredes o plafones existentes, sin ningún otro acceso y no sometidos a daños físicos.

d. Cuando sea necesario para la conexión flexible al equipo.

(4) Cordones flexibles de alimentación de los equipos de utilización o de otros equipos médicos conectados al sistema de emergencia.

(5) Sistemas de cables para circuitos Clase 2 o Clase 3 permitidos por la parte F de este Artículo, con o sin canalizaciones.

NOTA: Ver 517-13 para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de atención del paciente.

d) Capacidad de los sistemas. El sistema eléctrico esencial, debe tener capacidad suficiente para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y equipos alimentados por cada sistema y sus circuitos derivados.

Los alimentadores deben dimensionarse de acuerdo con lo indicado en los Artículos 215 y 220. Los grupos generadores deben tener capacidad suficiente y un rango adecuado para cubrir la demanda requerida por la carga de los sistemas eléctricos esenciales en cualquier momento.

El cálculo de la demanda para dimensionar los generadores debe basarse en cualquiera de los siguientes:

(1) Factores prudentes de demanda y datos históricos; o

(2) Carga conectada; o

(3) Procedimiento de cálculos de alimentadores como se describe en el Artículo 220, o

(4) Cualquier combinación de las consideraciones anteriores.

Los requisitos para dimensionar lo descrito en 700-4 y 701-4 no deben aplicarse al grupo o grupos generadores para hospitales.

e) Identificación de contactos. Las placas frontales de los contactos eléctricos o los mismos contactos eléctricos o ambos, alimentados del sistema de emergencia deben tener un color distintivo o una marca que los haga fácilmente identificables.

517-31 Sistema de emergencia. Aquellas funciones de atención de pacientes que dependan de la iluminación, de equipos, aparatos y dispositivos que son conectados al sistema de emergencia, deben estar divididos en dos circuitos derivados obligatorios: el circuito de seguridad de vida y el circuito derivado crítico, descritos en 517-32 y 517-33, respectivamente.

Los circuitos derivados del sistema de emergencia deben estar instalados y conectados a la fuente alterna de alimentación, de manera que las funciones especificadas en 517-32 y 517-33 para el sistema de emergencia, deben ser automáticamente restablecidas para operar dentro de diez segundos después de la interrupción de la fuente normal.

517-32 Circuito derivado de seguridad para la vida. Al circuito derivado de la seguridad para la vida no debe conectarse ninguna otra función diferente a las mencionadas en los incisos del (a) al (h) de esta sección. El circuito derivado de seguridad para la vida del sistema de emergencia debe alimentar las lámparas de alumbrado, contactos y equipos indicados a continuación:

a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación tales como: corredores, pasillos, escaleras y descansos en las puertas de salida o de acceso a zonas seguras y en general a todas las vías necesarias que conduzcan a las mismas, se permite un arreglo en la disposición de circuitos para transferir el alumbrado de los pasillos de los pacientes en los hospitales, desde los circuitos de alumbrado general a los circuitos de alumbrado nocturno siempre y cuando se pueda seleccionar sólo uno de los dos circuitos y que ambos circuitos no puedan quedar sin corriente al mismo tiempo.

b) Señalización de salidas. Las señales de salida y flechas que indiquen las rutas de evacuación hasta las áreas seguras.

c) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas contra incendio.

(2) Alarmas para los sistemas utilizados en tuberías de gases para uso médico no inflamables.

(3) Se permitirá conectar al circuito derivado de seguridad de vida, los accesorios mecánicos, de control y otros accesorios exigidos para la operación efectiva de los sistemas de seguridad de vida

d) Sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación en hospitales, donde se usan para transmitir instrucciones durante condiciones de emergencia.

e) Local del grupo generador y desconectadores de transferencia. Alumbrado del área de maniobras de las baterías de la planta de emergencia y del cargador del banco de baterías y contactos seleccionados y los desconectadores de transferencia esenciales.

f) Accesorios del grupo generador. Los accesorios del grupo generador, según se exija para el desempeño del generador.

g) Elevadores. Los sistemas de alumbrado, control, señalización y comunicación de las cabinas de los elevadores.

h) Puertas automáticas. Puertas operadas automáticamente utilizadas para la evacuación de edificios.

517-33. Circuito derivado crítico

a) Iluminación de áreas de trabajo y contactos seleccionados. El circuito derivado crítico del sistema de emergencia debe abastecer energía para el alumbrado del lugar de trabajo y para equipo fijo y circuitos especiales de alimentación y contactos seleccionados que sirvan a las siguientes áreas y tengan funciones relacionadas con la atención de pacientes:

(1) Iluminación de las áreas de trabajo de atención crítica al paciente donde se utilicen agentes anestésicos inhalatorios, contactos seleccionados y equipo fijo.

(2) Los sistemas eléctricos aislados requeridos e instalados en salas de operaciones y áreas de atención crítica.

(3) Areas de atención del paciente, iluminación del lugar de trabajo y contactos seleccionados en:

a. Pediatría

b. Preparación de medicamentos

c. Farmacias

d. Terapia intensiva

e. Camas de psiquiatría (omitir los contactos)

f. Salas de tratamientos.

g. Centrales de Enfermeras

(4) Alumbrado y contactos adicionales en lugares de atención especializada de pacientes, donde se necesite.

(5) Sistema de llamadas y comunicaciones de enfermeras.

(6) Banco de sangre, de huesos y de tejidos.

(7) Salas y armarios para equipo de telefonía.

(8) Alumbrado de áreas de trabajo, contactos y circuitos seleccionados en los siguientes casos:

a. Camas de atención general (al menos un contacto doble por cada cama de pacientes).

b. Salas de angiografía

c. Salas para cateterismo cardiaco.

d. Unidad de cuidados coronarios.

e. Areas o salas de hemodiálisis.

f. Areas de tratamientos en salas de urgencias (seleccionados).

g. Laboratorios clínicos.

h. Unidad de terapia intensiva.

i. Salas de recuperación postoperatoria (seleccionados).

(9) Alumbrado de lugares de trabajo, contactos y circuitos seleccionados adicionales, necesarios para la operación efectiva del hospital. Se permite que los motores fraccionarios monofásicos estén conectados del circuito derivado crítico.

b) Subdivisión del circuito derivado crítico. Está permitido dividir el circuito derivado crítico en dos o más circuitos derivados.

NOTA: Es importante analizar las consecuencias de alimentar un área solamente con un circuito derivado crítico, cuando ocurre una falla entre esa área y el desconectador de transferencia. Puede ser apropiado alimentar una parte con sistema normal y crítico, o del circuito derivado crítico, desde desconectadores de transferencia separados.

517-34. Conexión del sistema de equipo a la fuente alterna de energía. El sistema de equipo debe estar instalado y conectado a la fuente alterna de energía, de tal manera que el equipo descrito en 517-34(a) se restablezca automáticamente en operación en un intervalo de tiempo apropiado, después de energizar al sistema de emergencia. Estos arreglos también proveen la conexión posterior del equipo descrito en 517-34 (b).

Excepción: Se permite para los sistemas eléctricos esenciales menores de 150 kilovoltamperes suprimir el intervalo de tiempo para retardo de la conexión automática del sistema de equipos.

a) Conexión con retardo automático de equipo. El siguiente equipo debe ser programado para una conexión con retardo automático a la fuente alterna de energía.

(1) Sistemas centrales de vacío y sus controles que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas. Tales sistemas de vacío son permitidos en el circuito derivado crítico.

(2) Las bombas de desagüe u otro equipo cuya operación sea requerida para la seguridad de los equipos y dispositivos médicos mayores, incluyendo sus sistemas asociados de control y alarma.

(3) Sistemas de aire comprimido medicinal que sirvan a funciones médicas y quirúrgicas incluyendo los controles. Tales sistemas de aire son permitidos en el circuito derivado crítico.

(4) Sistemas de control de humos o de presurización de escaleras o ambos.

(5) Sistemas de inyección o extracción o ambos para campanas de cocina, si se requiere su operación durante un incendio al interior o debajo de la campana.

(6) Sistemas de inyección, retorno y extracción de la ventilación para las salas de aislamiento/infecciones aerógenas, salas con protección de ambiente, ventiladores de extracción para las campanas de vapores de laboratorio, áreas de medicina nuclear donde se usa material radioactivo, evacuación de óxido de etileno y de productos de anestesia. Cuando la conexión automática retardada no sea adecuada, se permitirá que estos sistemas de ventilación se conecten al circuito derivado crítico.

(7) Sistemas de inyección, retorno y extracción de ventilación para salas de operación y salas de expulsión.

Excepción. Cuando los estudios de ingeniería indiquen que es necesario, se permite la conexión con retardo automático secuencial a la fuente alterna de energía, para prevenir sobrecargas al generador.

b) Conexión con retardo automático o manual del equipo. El siguiente equipo debe ser programado para conexión a la fuente alterna de energía ya sea con retardo automático o manual:

(1) Equipos para calefacción que dan servicio a las áreas, cuartos, salones o locales siguientes: salas de operaciones, tococirugía, salas de expulsión o parto, terapias intensivas, terapias intermedias, cuidados coronarios, cuartos o cubículos para pacientes aislados, áreas o locales para tratamientos de urgencia, cuartos para camas de atención general y además, las bombas que mantienen la presión del sistema de protección contra incendio a base de agua.

Excepción: La calefacción de salas generales de pacientes y salas de aislamiento por infección durante la interrupción de la fuente normal de energía, no se requiere bajo ninguna de las siguientes condiciones:

a. Si la temperatura externa de diseño es mayor que -6.7 ºC.

b. Si la temperatura externa de diseño es menor que -6.7 ºC, y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes confinados, únicamente este cuarto requiere calefacción.

c. Las instalaciones son alimentadas por una doble fuente normal de energía.

NOTA 1: La temperatura de diseño está basada en el 97.5 por ciento del valor de diseño.

NOTA 2: Para descripción de una doble fuente normal de energía, véase la nota de 517-35(c).

(2) Un elevador seleccionado para proporcionar servicio a pacientes entre las salas de operaciones, salas de expulsión o parto, salas de tococirugía y la planta baja del inmueble durante una interrupción de una fuente normal. En los casos de que la interrupción sea tal que se provoque un paro de elevadores entre pisos, se deben proveer medios de transferencia que permitan el funcionamiento temporal de cualquier elevador para poder sacar a los pacientes u otras personas que hayan quedado atrapadas.

(3) Locales de servicios hiperbáricos.

(4) Locales de servicios hipobáricos.

(5) Puertas automáticas.

(6) Se permite que un mínimo de esterilizadores eléctricos estén dispuestos para conectarse en forma automática o manual, a la fuente alterna de energía.

(7) Controles para equipos aprobados en 517-34.

(8) Se permite que otros equipos seleccionados sean conectados al sistema de equipos

c) Equipo de corriente alterna para conexión automática sin retardo. Los accesorios para generadores, incluyendo pero sin limitarse a las bombas de transferencia de combustible, rejillas de ventilación operadas eléctricamente y otros accesorios para generadores esenciales para su funcionamiento, se deben disponer para su conexión automática a la fuente alternativa de alimentación.

517-35. Fuentes de alimentación

a) Dos fuentes de alimentación independientes. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes de energía independientes. Una fuente normal que generalmente alimente a todo el sistema eléctrico y una o más fuentes alternas para uso cuando se interrumpa el servicio normal.

b) Fuente alterna de energía. La fuente alterna de energía debe ser una de las siguientes:

(1) Uno o varios generadores acoplados individualmente a un motor para accionamiento por fuerza motriz, ubicados en las instalaciones o predio.

(2) Otra(s) unidad(es) generadora(s) donde la fuente normal consista de unidad(es) generadora(s) ubicada(s) en el predio.

(3) Una acometida externa de la empresa de servicio público cuando la fuente normal consista de unidad(es) generadora(s) localizada(s) en el predio.

(4) Un sistema de baterías ubicado en los inmuebles.

c) Localización de los componentes del sistema eléctrico esencial. Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los locales donde se encuentren los componentes del sistema eléctrico esencial, para minimizar interrupciones causadas por emergencias derivadas de fuerzas naturales comunes, por ejemplo: tormentas, inundaciones, terremotos y riesgos creados por estructuras o actividades contiguas.

También deben considerarse las posibles interrupciones, por causas similares, de los servicios eléctricos normales proporcionados por el suministrador, así como la interrupción del servicio eléctrico debido a las fallas internas del alambrado o de los equipos.

NOTA: Las instalaciones cuya fuente de alimentación normal tienen dos o más acometidas independientes provenientes de subestaciones diferentes del servicio eléctrico normal, son más confiables que aquellas que tienen una sola acometida. La doble fuente de suministro normal, consiste de dos o más servicios de energía eléctrica alimentados desde subestaciones independientes o desde una red de distribución del suministrador con múltiples fuentes de alimentación separados mecánica y eléctricamente, de tal manera que una falla entre las instalaciones, las fuentes generadoras o subestaciones del suministrador, es poco probable que se presente una interrupción en más de uno de los alimentadores que suministran el servicio al lugar para atención de la salud.

517-40. Sistemas eléctricos esenciales para enfermerías y áreas de atención limitada

a) Aplicación. Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40(c) a 517-44, deben aplicarse a la central de enfermeras, asilos y en áreas de atención limitada.

Excepción: Los requisitos de la Parte C, Secciones 517-40(c) hasta 517-44, no deben aplicarse a edificios independientes utilizados como central de enfermeras, asilos y áreas de atención limitada, siempre que se aplique lo siguiente:

a. Que se mantengan políticas de admisión y salida de pacientes que impidan la prestación de cuidados a pacientes o residentes que puedan requerir equipo de soporte a la vida.

b. Que no se ofrezca un tratamiento quirúrgico que requiera anestesia general.

c. Que esté provista de sistema(s) automático(s) operado(s) con baterías o equipo que sea efectivo por lo menos 1.5 horas y esté por otra parte, de acuerdo con lo indicado en la Sección 700-12. Además, debe ser capaz de suministrar alumbrado de emergencia para puertas y corredores de salidas, escaleras, centrales de enfermeras, áreas de preparación de medicamentos, cuartos de calderas y áreas de comunicaciones. Este sistema debe también suministrar energía para operar todos los sistemas de alarma.

b) Centros para cuidado hospitalario de pacientes internos. Las áreas de atención limitada que proporcionen servicios a pacientes que necesiten equipo eléctrico de soporte de vida, el sistema eléctrico esencial desde la alimentación hasta la parte de la instalación donde se tratan tales pacientes deben cumplir con lo requerido en la Parte C, Sección 517-30 a 517-35.

c) Instalaciones contiguas o ubicadas dentro de hospitales. Se permite que las áreas de atención limitada contiguas o ubicadas dentro de hospitales tengan su sistema eléctrico esencial alimentado por el del hospital.

NOTA: Para información operación, mantenimiento y pruebas requeridas de sistemas eléctricos esenciales en áreas de atención limitada, ver apéndice B y E

517-41. Sistemas eléctricos esenciales

a) Generalidades. Los sistemas eléctricos esenciales de las áreas de atención limitada deben constar de dos circuitos derivados capaces de suministrar una cantidad limitada de servicios de alumbrado y fuerza, los cuales sean considerados esenciales para la seguridad de la vida y la operación efectiva del área durante el tiempo que se interrumpa el servicio eléctrico normal por cualquier causa. Estos dos circuitos derivados independientes deben ser el de seguridad de vida y el crítico.

b) Desconectadores de transferencia. El número de desconectadores de transferencia a utilizar se debe basar en la confiabilidad, diseño y consideraciones de carga. Cada circuito derivado del sistema eléctrico esencial debe estar alimentado por uno o más desconectadores de transferencia, (ver Figura 517-41(a)). Se permite que un desconectador de transferencia alimente a uno o más circuitos derivados o sistemas eléctricos esenciales en una instalación con una demanda máxima en el sistema eléctrico esencial de 150 kilovoltamperes (ver Figura 517-41(b)).

NOTA: Para información sobre la selección, operación, mantenimiento y pruebas requeridas a los desconectadores de transferencia en enfermerías y áreas de atención limitada ver apéndice B y E.

c) Capacidad del sistema. El sistema eléctrico esencial debe tener la capacidad adecuada para satisfacer la demanda de la operación de todas las funciones y de los equipos, alimentados por cada circuito derivado en forma simultánea.

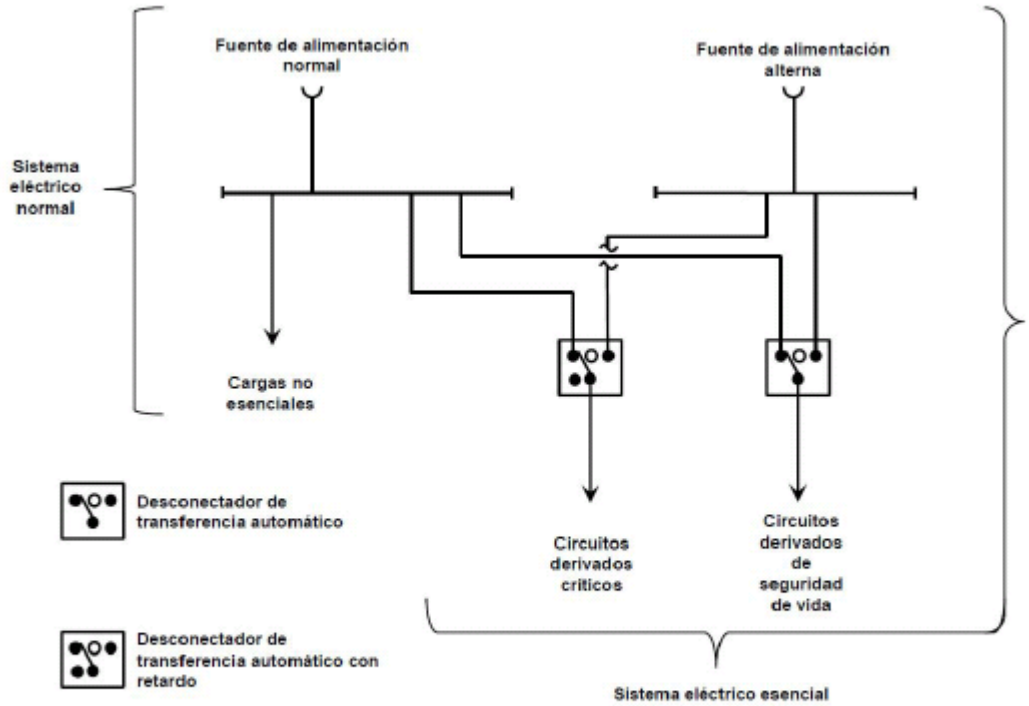


Figura 517-41 (a).- Arreglo de dos desconectadores de transferencia para áreas de atención limitada.

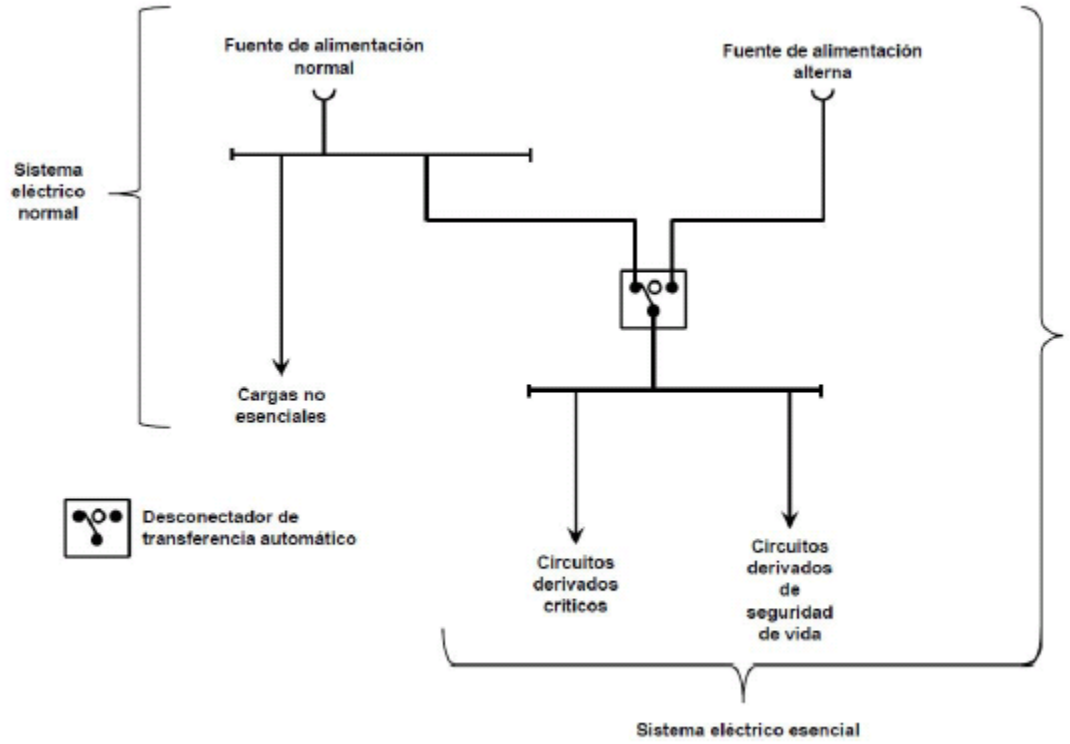


Figura 517-41 (b).- Arreglo de un desconectador de transferencia para áreas de atención limitada.

d) Separación de otros circuitos. El circuito derivado de seguridad de vida debe estar totalmente independiente de otros alambrados y equipos, y no ocupar la misma canalización, cajas o gabinetes de otros alambrados, excepto en los casos siguientes:

(1) En desconectadores de transferencia.

(2) Estén en las luminarias de salida o de emergencia que son alimentadas de dos fuentes

(3) Estén en una caja de empalmes común fijada a las luminarias de salida o de emergencia alimentadas de dos fuentes.

Se permite que el alambrado del circuito derivado crítico ocupe las mismas canalizaciones, cajas o gabinetes de otros circuitos que no sean parte del circuito derivado de seguridad de la vida.

e) Identificación del contacto. Las placas cubiertas exteriores para los contactos o los contactos por si mismos suministrados por el sistema eléctrico esencial deben tener un color distinto o marcas que los hagan fácilmente identificables.

517-42 Conexión automática al circuito derivado de seguridad para la vida. El circuito derivado de seguridad de vida debe ser instalado y conectado a una fuente alterna de energía de manera que todas las funciones de los servicios especificados en esta Sección se restablezcan automáticamente para su funcionamiento en un lapso menor que 10 segundos después de la interrupción de la fuente normal. Ninguna otra función que las enumeradas en 517-42(a) hasta 517-42 (g) deben conectarse al circuito derivado de seguridad de vida. El circuito derivado de seguridad de vida debe suministrar energía para alumbrado, contactos y equipos:

a) Iluminación de las rutas de evacuación. La iluminación de las rutas de evacuación, tal como el alumbrado requerido para corredores, pasillos, escaleras, helipuerto y acceso a puertas de salida y de las vías necesarias para llegar a las salidas y áreas seguras. Se permite medios de conmutación para transferir el alumbrado de los pasillos de los pacientes a los circuitos generales de alumbrado, siempre que uno de los dos circuitos se seleccione y que ambas fuentes de energía no puedan interrumpirse al mismo tiempo.

b) Señalización de salidas. Las señales de salidas y señales de las rutas de salida.

c) Sistemas de alarma y alerta. Los sistemas de alarma y alerta incluyen lo siguiente:

(1) Alarmas de incendio.

(2) Alarmas requeridas por los sistemas de distribución de gases medicinales no inflamables.

d) Sistemas de comunicación. Sistemas de comunicación, cuando éstos se utilicen para transmitir instrucciones durante las situaciones de emergencia.

e) Comedores y áreas de recreación. Luminarias suficientes en comedores y áreas de recreación para proporcionar iluminación en las rutas de salida.

f) Local del grupo generador. El alumbrado del área de trabajo y contactos seleccionados en el lugar destinado para el grupo generador, además de iluminación de emergencia a base de baterías.

g) Elevadores. Sistemas de alumbrado control, comunicaciones y de señalización en las cabinas de los elevadores.

517-43 Conexión al circuito derivado crítico. El circuito derivado crítico debe instalarse y conectarse a la fuente alterna de energía, de forma que el equipo citado en 517-43(a) se restablezca automáticamente a intervalos de tiempo apropiados siguiendo la secuencia de restablecimiento de la operación del circuito derivado de seguridad de la vida. Esta conformación debe también proceder para la conexión adicional del equipo aprobado en 571-43(b) por otros retardadores automáticos o de operación manual.

Excepción: Para sistemas eléctricos esenciales hasta de 150 kilovoltamperes, se permite la conexión sin retardo automático del sistema de equipos.

a) Conexión automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse para una conexión automática con retardo a la fuente alterna de energía.

(1) Areas de atención de pacientes. Iluminación de trabajo y contactos seleccionados en:

a. Areas de preparación de medicamentos.

b. Areas de despacho en farmacias.

c. Central de enfermeras

(2) Bombas para desagüe y otros equipos y otros equipos requeridos para operar con mayor seguridad los equipos médicos y sus sistemas de control y alarmas.

(3) Sistemas de control de detección de humos y presurización de escaleras.

(4) Sistemas de inyección y extracción para gases y humos en campanas de cocina, que requieran operar durante un incendio en o bajo la campana.

(5) Sistemas de inyección, retorno y extracción para cuartos de pacientes aislados por infección.

b) Conexión manual o automática con retardo. El siguiente equipo debe conectarse al circuito derivado crítico y adecuarse ya sea para una conexión manual o automática con retardo de tiempo a la fuente alterna de energía.

(1) Equipo de calefacción para cuartos de pacientes.

Excepción: La calefacción en las salas generales de pacientes durante la interrupción de la fuente normal no se requiere bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

a. La temperatura exterior de diseño es mayor que –6.7 ºC; o

b. La temperatura externa de diseño es menor que –6.7 ºC, y donde se ha provisto un cuarto seleccionado para las necesidades médicas de todos los pacientes que se alberguen, únicamente este cuarto requiere calefacción, o

c. La instalación está alimentada por una fuente doble de energía como la descrita en 517-44 (c).

NOTA: La temperatura exterior de diseño está basada en el 97.5 por ciento del valor de diseño.

(2) Servicio de elevadores. En los casos en que la interrupción de energía provoque el paro de elevadores entre pisos, la instalación debe permitir la operación temporal de cualquier elevador para liberar a los pasajeros. Para los requisitos de alumbrado, control y sistemas de señalización, de la cabina del elevador, véase 517-42 (g).

(3) Iluminación, contactos y equipos adicionales se permitirán conectarse solamente al circuito derivado crítico.

517-44. Fuentes de energía

a) Dos o más fuentes independientes de energía. Los sistemas eléctricos esenciales deben tener un mínimo de dos fuentes independientes de energía: una fuente normal generalmente alimentando al sistema eléctrico total y una o más fuentes alternas para su uso cuando la fuente normal se interrumpe.

b) Fuente alterna de energía. La fuente alterna de energía debe ser uno o varios generadores accionados por alguna forma de motores primarios y localizados en el mismo predio del usuario.

Excepción 1: Donde la fuente normal consista de unidades generadoras en el predio, la fuente alterna deberá ser cualquier otro grupo generador o una acometida externa de la empresa de servicio público.

Excepción 2: Las áreas de atención limitada y los lugares de atención limitada que cumplan los requisitos de 517-40 (a) y otros establecimientos de atención de la salud que cumplan los requisitos de 517-45, se permite el uso de un sistema de baterías o un sistema autónomo de baterías integrado en los equipos.

c) Ubicación de los componentes del sistema eléctrico esencial. Se debe considerar cuidadosamente la ubicación de los lugares destinados a los componentes del sistema eléctrico esencial para minimizar las interrupciones ocasionadas por siniestros propios del área (por ejemplo, tormentas, inundaciones, terremotos o peligros creados por estructuras o actividades cercanas). Se debe considerar la posible interrupción de los servicios eléctricos normales que resulten por causas similares, así como posibles interrupciones del suministro normal debido a fallas internas del equipo y del alambrado.

NOTA: En instalaciones cuya fuente de energía normal tenga dos o más acometidas independientes provenientes de una estación central, se tiene un servicio eléctrico más confiable que aquellas que tengan una sola acometida. Esta doble fuente de alimentación, consiste de dos o más servicios de energía eléctrica alimentados desde grupos generadores independientes o desde una red de distribución del servicio público, con múltiples entradas de alimentación y dispuestos de modo que exista separación mecánica y eléctrica, de tal manera que una falla entre las instalaciones y las fuentes de alimentación no tenga la probabilidad de causar una interrupción en más de uno de los alimentadores de acometida de la instalación.

517-45. Sistemas eléctricos esenciales para establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios

a) Distribución eléctrica esencial. La fuente alterna del sistema de distribución eléctrica esencial debe ser una batería o un sistema generador.

b) Equipo de soporte de vida. Donde se requiera equipo de soporte de vida, el sistema eléctrico esencial debe ser como se describe en las secciones 517-30 a 517-35.

c) Areas de atención crítica. Donde existan áreas de atención crítica el sistema eléctrico esencial debe ser como se describe en las secciones 517-30 a 517-35.

d) Sistemas de energía. Los sistemas de baterías deben instalarse de acuerdo con los requisitos del Artículo 700 y los sistemas de generación, deben ser como se describe en las secciones 517-30 a 517-35.

D. Locales de anestesia por inhalación

517-60. Clasificación de locales de anestesia

Las salas de operaciones, salas de tococirugía y locales donde se practique anestesia general con la aplicación al paciente de agentes anestésicos inhalatorios, se deben clasificar como lugares con procedimientos mojados o húmedos.

NOTA: Si cualquiera de los locales para anestesia definidos en 517-60 (a) o (b) es designado un local con procedimientos húmedos o mojados debe de cumplir con 517-20.

a) Areas peligrosas (clasificadas)

1) Utilización del local. En locales donde se utilicen agentes anestésicos inhalatorios inflamables, el volumen hasta 1.52 metros por encima del piso terminado se debe clasificar como área peligrosa clasificada Clase 1, División 1. El volumen remanente hasta la estructura del techo, se considera como un área encima de un área peligrosa (clasificada).

NOTA: Para mayor información consultar los documentos que se señalan en los Apéndices B y E.

2) Locales para almacenamiento. Cualquier cuarto o local en el cual se almacenen agentes anestésicos inhalatorios o agentes desinfectantes inflamables se debe considerar área Clase 1 División 1 todo el volumen de piso a techo.

b) Areas distintas a las peligrosas (clasificadas). Cualquier local para aplicación de anestesia por inhalación, diseñado para el uso exclusivo de agentes anestésicos no inflamables, no se debe considerar como área peligrosa (clasificada).

517-61 Alambrado y equipo

a) Dentro de áreas peligrosas (clasificadas).

1) Aislamiento. Excepto como se permite en 517-160, respecto a las fuentes de energía aisladas, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área de anestesia inflamable como se define en 517-60 (a), debe aislarse de cualquier sistema de distribución eléctrico conectado a tierra, mediante el uso de un sistema eléctrico aislado.

2) Diseño e instalación. El equipo del sistema eléctrico aislado debe estar aprobado para este propósito y el sistema debe estar diseñado e instalado para cumplir con 517-160.

3) Equipo funcionando a más de 10 volts. En las áreas peligrosas (clasificadas) referidas en 517-60 (a), todo el alambrado y equipo fijo y todo equipo portátil o móvil incluyendo luminarias y otros equipos que operen a más de 10 volts entre conductores, debe cumplir con los requisitos indicados en 501-1 a 501-25, 501-100 hasta 501-150, y 501-30 para áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 División 1. Todos los equipos deben estar aprobados específicamente para las atmósferas peligrosas involucradas.

4) Extensión del área peligrosa (clasificada). Si una caja, dispositivo, accesorio o envolvente, se encuentra parcial pero no totalmente dentro de un área peligrosa (clasificada), el área peligrosa incluirá a toda la caja, dispositivo, accesorio o envolvente involucrado.

5) Contactos y clavijas. Los contactos y clavijas dentro del área peligrosa (clasificada), deben estar aprobados para uso en áreas peligrosas (clasificadas) Clase 1 Grupo C y deben tener un medio para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos.

6) Cordones flexibles. Los cordones flexibles utilizados en áreas peligrosas (clasificadas) para la conexión de equipo portátil o móvil, incluso luminarias que funcionen a más de 8 volts entre conductores, deben ser aprobados para uso extra rudo de acuerdo con lo indicado en la Tabla 400-4, e incluir un conductor adicional de puesta a tierra de equipos.

7) Almacenamiento del cordón flexible. Se debe incluir un dispositivo para guardar el cordón flexible y éste no debe someterse a dobleces de un radio menor que 75 milímetros.

b) Areas ubicadas por encima de áreas peligrosas (clasificadas) para aplicación de anestesia

1) Métodos de alambrado. El alambrado por encima de áreas peligrosas (clasificadas) descritas en 517-60, debe instalarse en conduit metálico pesado, tubo conduit metálico ligero, conduit metálico semipesado o cables del tipo MI o del tipo MC o MC-HL con una cubierta metálica continua hermética al gas y al vapor.

2) Envolventes de equipos eléctricos. El equipo instalado que pueda producir arcos, chispas o partículas de metal caliente, tales como luminarias y portalámparas para alumbrado fijo, interruptores, cortacircuitos, generadores, motores u otros equipos con escobillas deslizantes, debe de ser del tipo totalmente cerrado o construido de forma que evite el escape de chispas o partículas de metal caliente.

Excepción: Los contactos montados en los muros por encima del área peligrosa (clasificada) en los que se utilicen anestésicos inflamables, no requieren estar totalmente encerrados o sus aberturas cubiertas o protegidas para prevenir la dispersión de partículas.

3) Luminarias. Las lámparas quirúrgicas y otras luminarias deben cumplir con lo establecido en 501-130(b).

Excepción 1: No se deben aplicar las limitaciones de temperatura superficial establecidas en 501-130(b).

Excepción 2: No se exigirá que los interruptores integrados o colgantes ubicados por arriba de, y que no puedan bajarse hasta el área peligrosa (clasificada), sean a prueba de explosión.

4) Sellos. Los sellos aprobados deben ser proporcionados de acuerdo con lo indicado en 501-15 y 501-15 (a)(4), en los límites tanto horizontales como verticales del área peligrosa (clasificada).

5) Contactos y clavijas. Los contactos y clavijas localizados por encima del área peligrosa (clasificada) en áreas de aplicación de anestesia, deben ser grado hospital y para las características de tensión, frecuencia, capacidad y número de conductores, con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra.

6) Contactos y clavijas para 250 volts y de 50 y 60 amperes. Las clavijas y contactos para 250 volts, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 amperes de corriente alterna instalados por encima de áreas peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que permita conectar clavijas de 50 ó 60 amperes en un contacto de 60 amperes y los contactos de 50 amperes deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 amperes. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con una tercer terminal para la conexión del conductor con aislamiento (verde o verde con franja amarilla) de puesta a tierra de equipo del sistema eléctrico.

c) Otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas) para aplicación de anestesia.

1) Métodos de alambrado. El alambrado que alimenta a otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), como se define en 517-60, debe instalarse en canalización metálica o con ensamble de cables. La canalización metálica o la armadura del cable o la cubierta del ensamble de cables deben estar aprobadas como conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con lo indicado en 250-118. Los cables tipo MC o MC-HL y tipo MI deben tener una armadura metálica aprobada como conductor de puesta a tierra de equipo.

Excepción: Los contactos colgantes que empleen cordones flexibles aprobados tipo SJO o equivalente, al de uso rudo o uso extra rudo suspendidos a no menos de 1.80 metros del piso, no requieren ser instalados en canalización metálica o cable armado.

2) Contactos y clavijas. Los contactos y clavijas instalados en áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas), deben ser grado hospital y para las características en cuanto a tensión, frecuencia, capacidad nominal y número de conductores con una terminal para la conexión de un conductor de puesta a tierra.

3) Contactos y clavijas para 250 volts y con capacidad de 50 y 60 amperes. Las clavijas y contactos para 250 volts, para la conexión de equipo médico de 50 y 60 amperes utilizado en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), deben seleccionarse de forma que el contacto de 60 amperes reciba indistintamente clavijas de 50 ó 60 amperes y los contactos de 50 amperes deben seleccionarse para no aceptar clavijas de 60 amperes. Las clavijas deben ser de dos polos, tres hilos con el tercer conector para la conexión a un conductor con aislamiento (verde o verde con una franja amarilla) de puesta a tierra del equipo al sistema eléctrico.

517-62. Puesta a tierra. En cualquier área de anestesia, todas las canalizaciones metálicas y cables con cubiertas metálicas y todas las partes conductoras metálicas no portadoras de corriente de equipo eléctrico fijo, deben ser puestas a tierra. La puesta a tierra y los puentes de unión en áreas Clase 1 debe cumplir con 501-30.

Excepción: El equipo que opere a no más de 10 volts entre conductores no requiere ser puesto a tierra.

517-63. Sistemas de energía puestos a tierra en locales de anestesia

a) Unidades de alumbrado de emergencia alimentadas por baterías. Deben proporcionarse uno o más unidades de iluminación de emergencia alimentadas por baterías, y se permite que sean alambradas al circuito de iluminación crítico en el área y conectadas antes de cualquier interruptor local.

b) Alambrado de circuitos derivados. Se permite que los circuitos derivados que alimenten sólo a equipos médicos fijos y aprobados, permanentemente instalados por encima de áreas peligrosas (clasificadas) y en otras áreas distintas a las peligrosas (clasificadas), se alimenten desde una acometida normal puesta a tierra, de una o de tres fases, siempre que:

(1) El alambrado para circuitos aislados y puestos a tierra no ocupen la misma canalización o cable.

(2) Todas las superficies conductoras del equipo estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) El equipo (excepto los tubos de rayos X confinados y las terminales de dichos tubos) se localice al menos a 2.50 metros por encima del piso o fuera del local de anestesia.

(4) Los desconectadores para el circuito derivado puesto a tierra se localicen fuera del área peligrosa (clasificada)

Excepción: Lo que se señala en (3) y (4) anteriores no aplica en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas)

c) Circuitos derivados para alumbrado fijo. Se permite que los circuitos derivados que alimenten solamente alumbrado fijo, se alimenten por una acometida normal puesta a tierra, siempre que:

(1) Las luminarias se ubiquen al menos a 2.50 metros por encima del nivel del piso.

(2) Todas las superficies conductoras de las luminarias estén conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) El alambrado de los circuitos que alimenten a las luminarias no esté en la misma canalización o cable del sistema eléctrico aislado.

(4) Los desconectadores sean del tipo montaje en pared y se ubiquen por encima de las áreas peligrosas (clasificadas).

Excepción: No aplica lo que se señala en (1) y (4) anteriores en áreas distintas a las peligrosas (clasificadas).

d) Dispositivos de control remoto. Los dispositivos para el control a distancia montados en la pared y que operen a 24 volts o menos, se permite que se instalen en cualquier local de anestesia. Ejemplo de estos dispositivos para controles a distancia son los termostatos para el aire acondicionado o calefacción.

e) Ubicación de los sistemas eléctricos aislados. Cuando se utilice un sistema eléctrico aislado debe estar aprobado como tal. Se debe instalar un sistema eléctrico aislado y su circuito alimentador dentro del local de aplicación de anestesia, siempre que se localice por encima del área peligrosa (clasificada) o dentro del área distinta al área peligrosa (clasificada).

f) Circuitos en locales de aplicación de anestesia. Excepto como se permite en secciones anteriores, cada circuito de energía dentro o parcialmente dentro de un área peligrosa (clasificada), como se define en 517-60 (a), debe ser aislado de cualquier sistema eléctrico de distribución que alimente a otras áreas distintas a las áreas peligrosas (clasificadas).

517-64. Equipo e instrumentos de baja tensión

a) Requisitos para equipo. El equipo de baja tensión que esté en contacto con el cuerpo de las personas o tengan partes metálicas expuestas que puedan ser energizadas deben:

(1) Operar a potenciales eléctricos de 10 volts o menos, o

(2) Estar aprobado como intrínsecamente seguro o como equipo con doble aislamiento, o

(3) Ser resistente a la humedad.

b) Fuentes de energía. La energía para el equipo, aparato o dispositivo de baja tensión debe suministrarse desde alguno de los siguientes medios:

1) No se deben utilizar autotransformadores y los transformadores, deben ser portátiles e individuales conectados por medio de un cordón y clavija apropiada a un contacto grado hospital alimentado de un circuito derivado que forma parte de un sistema eléctrico aislado.

2) Un transformador de aislamiento común de baja tensión, instalado en un área distinta al área peligrosa (clasificada), o

3) Baterías secas individuales, o

4) Baterías comunes, compuestas por celdas de acumulador, colocadas en un área distinta al área peligrosa (clasificada).

c) Circuitos aislados. Los transformadores de tipo de aislamiento para suministrar baja tensión a los circuitos, deben cumplir con las dos condiciones siguientes:

(1) Medios apropiados para separar el circuito primario del secundario, y

(2) El núcleo y la envolvente o cubierta metálica están conectadas a un conductor de puesta a tierra de equipo.

d) Controles. Se permite el uso de dispositivos a base de resistencias o de impedancias para controlar equipo de baja tensión, pero éstos no deben ser utilizados para limitar la tensión máxima disponible para el equipo.

e) Equipos alimentados con baterías. Las baterías no deben cargarse mientras el equipo esté en operación, a menos que el circuito de carga tenga integrado un transformador de aislamiento.

f) Contactos o clavijas. Los contactos o clavijas que se usen en circuitos de baja tensión deben ser de un tipo que no permita una conexión intercambiable con circuitos de mayor tensión.

NOTA: En cualquier punto de la trayectoria de un circuito, la interrupción por medio de un desconectador o por conexiones flojas o defectuosas, aun tratándose de tensiones tan bajas como 10 volts, se pueden generar chispas con la suficiente energía para provocar la ignición de gases anestésicos inflamables.

E. Instalaciones para rayos X

Nada de lo descrito en esta parte puede ser interpretado como una especificación de seguridad contra del rayo útil o radiación dispersa de los equipos generadores de rayos X.

NOTA: para información adicional consultar la Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.

517-71. Conexión al circuito alimentador

a) Equipo fijo y estacionario. El equipo de Rayos X fijo y estacionario debe ser conectado al circuito alimentador por medio de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales, Capítulos 1 al 4, de esta NOM.

Excepción: Equipo debidamente alimentado por un circuito derivado cuya capacidad especificada no exceda los 30 amperes, puede alimentarse a través de una clavija apropiada con cordón o cable para servicio rudo o pesado.

b) Equipo portátil, móvil y transportable. Para equipo portátil, móvil o transportable de rayos X, no se requiere circuito derivado individual cuando su capacidad no excede de 60 amperes.

c) Suministro con tensión mayor que 600 volts. El equipo y circuitos que operan con tensiones superiores a 600 volts, deben cumplir con el Artículo 490.

517-72. Medios de desconexión

a) Capacidad. El circuito alimentador, para un equipo de rayos X, debe contar con un medio de desconexión con capacidad adecuada del 50 por ciento como mínimo del régimen momentáneo o de 100 por ciento del régimen prolongado del equipo de rayos X, cualquiera que sea mayor.

b) Ubicación. El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde la consola de control del equipo de rayos X.

c) Equipo portátil y móvil. Para equipo conectado a circuitos derivados de 120 volts y 30 amperes o menos, se permite el uso de contactos y clavijas del tipo de puesta a tierra de capacidad adecuada como medio de desconexión.

517-73. Ampacidad de los conductores y de las protecciones por sobrecorriente

a) Equipo de diagnóstico

1) Circuitos derivados. La ampacidad de los conductores de un circuito derivado y la capacidad de los dispositivos de protección por sobrecorriente no deben ser inferiores al 50 por ciento de la capacidad de corriente del régimen momentáneo o de 100 por ciento del régimen prolongado, cualquiera que sea mayor.

2) Alimentadores. La ampacidad de los conductores y la capacidad de los dispositivos de protección por sobrecorriente de los alimentadores, para dos o más circuitos derivados que alimenten equipos de rayos X no deben ser menores al 50 por ciento de la demanda máxima instantánea del equipo más grande de rayos X, más el 25 por ciento de la demanda máxima instantánea del siguiente equipo de mayor capacidad, más 10 por ciento de la demanda momentánea de cada uno de los demás equipos de rayos X. Donde se hagan exámenes simultáneos biplanares con unidades de rayos X, los conductores de alimentación y los dispositivos de protección por sobrecorriente deben ser del 100 por ciento de la demanda máxima instantánea de corriente de cada equipo de rayos X.

NOTA: El conductor de menor tamaño nominal para circuitos derivados y alimentadores está también determinado por los requerimientos de regulación de la tensión eléctrica. Para una instalación específica, el fabricante usualmente requiere de los tamaños mínimos de transformadores y conductores, capacidad de corriente eléctrica de los medios de desconexión y de la protección por sobrecorriente.

b) Equipo terapéutico. La ampacidad de los conductores y la capacidad de los dispositivos de sobrecorriente no deben ser menores que 100 por ciento de la capacidad de corriente del equipo médico de rayos X para terapia.

NOTA: La ampacidad de los conductores del circuito derivado, la capacidad del medio de desconexión y de las protecciones por sobrecorriente de los equipos de rayos X, normalmente es establecida por el fabricante para cada instalación específica.

517-74. Conductores del circuito de control

a) Número de conductores alojados en una canalización. El número de conductores de los circuitos para control, alojados en una canalización, debe ser determinado de acuerdo con lo indicado en 300-17.

b) Tamaño mínimo de los conductores. En los circuitos para controles y la operación de los equipos de rayos X, sus dispositivos y equipos auxiliares, se permite el uso de alambres y de cordones flexibles tamaños 0.824 mm² (18 AWG) o de 1.31 mm² (16 AWG) como se especifica en 725-49, siempre y cuando su protección por sobrecorriente no sea mayor que 20 amperes.

517-75. Instalaciones de equipo. Todo equipo para nuevas instalaciones de rayos X y todos los equipos de rayos X usados y reacondicionados o reconstruidos, para ser trasladados y reinstalados en otro local, deben ser del tipo aprobado.

517-76. Transformadores y condensadores. No se requiere que los transformadores y condensadores que formen parte de un equipo de rayos X, cumplan con lo establecido en los Artículos 450 y 460. Los capacitores deben montarse dentro de envolventes de material aislante o de metal puesto a tierra.

517-77. Instalación de cables de alta tensión para equipo de rayos X. Los cables con pantalla puesta a tierra para conexión de tubos de rayos X y para intensificadores de imagen, se permite que sean instalados en soportes para cables tipo charolas o en ductos suministrados por el fabricante, junto con los conductores de control, de alimentación y derivados, sin requerir de barreras que separen los conductores.

517-78. Protección contra daños y puesta a tierra.

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión eléctrica, incluyendo los tubos de rayos X, deben montarse en envolventes puestos a tierra. Se podrá usar aire, aceite, gas u otra sustancia aislante apropiada para aislar la alta tensión de la envolvente, chasis o cubierta metálica puesta a tierra. La conexión desde el transformador de alta tensión a los tubos de rayos X y otros componentes de alta tensión, deberá hacerse con cables para alta tensión con pantalla puesta a tierra.

b) Cables de baja tensión. Los cables de baja tensión que conectan dispositivos en aceite que no están completamente sellados, tales como: transformadores, condensadores, enfriadores de aceite e interruptores de alta tensión, deben tener aislamiento de tipo resistente al aceite.

c) Partes metálicas no portadoras de corriente. Las partes metálicas que no conducen corriente del equipo de rayos X y del equipo asociado al mismo como consolas de controles, mesas, soportes de tubo de rayos X, tanque de transformadores, cables blindados, cabezales o envolventes para tubo de rayos X, etc., deben ser conectados a tierra como se especifica en la Parte G del Artículo 250 y se modifica en 517-13(a) y (b).

F. Sistemas de comunicaciones, de señalización, de información,

de señalización de protección contra incendio y de menos de 120 volts

517-80. Areas para atención de pacientes. El mismo nivel de aislamiento de los conductores instalados en circuitos para sistemas de distribución eléctrica en áreas para atención de pacientes, se debe aplicar en los conductores de los sistemas de intercomunicación, señalización, datos o informática, alarmas contra incendio y sistemas menores de 120 volts.

No se exigirá que los circuitos, de los sistemas de comunicación o señalización Clase 2 y Clase 3 cumplan con los requisitos de puesta a tierra de 517-13, para cumplir con los requerimientos de protección mecánica de 517-30(c)(3)(5), o estén encerrados en canalizaciones, a menos que el Capítulo 7 o el 8 especifiquen algo diferente.

Los circuitos secundarios de sistemas de comunicación o señalización alimentados por un transformador, no se requiere que estén en canalizaciones, a menos que se especifique de otra manera en los Capítulos 7 u 8.

517-81. Areas distintas a las de atención del paciente. En otras áreas distintas a las de atención del paciente, las instalaciones deben cumplir con las disposiciones aplicables correspondientes de otras partes de esta NOM.

517-82. Transmisión de señales entre y equipos médicos.

a) Generalidades. Para la instalación permanente del alambrado desde equipos eléctricos en la vecindad del paciente a un aparato remoto, debe emplearse un sistema de transmisión de señales que prevenga la interconexión de puesta a tierra peligrosa de los equipos.

NOTA: Véase 517-13 (a), para requisitos adicionales de puesta a tierra en áreas de atención de los pacientes.

b) Puesta a tierra común para conductores de señales. Se permite usar un sistema común de puesta a tierra (por ejemplo, una carcasa o chasis para conectar una terminal del conductor de señales de transmisión), entre equipos localizados en la vecindad del paciente, siempre que sean conectados al mismo punto de referencia a tierra.

G. Sistemas eléctricos aislados

517-160. Sistemas eléctricos aislados

a) Instalaciones

1) Circuitos eléctricos aislados. Cada circuito eléctrico aislado debe controlarse por un desconectador o por un interruptor automático que tenga un polo para la desconexión de cada conductor vivo del circuito aislado, con el fin de interrumpir simultáneamente los conductores vivos y toda la energía del circuito. El aislamiento puede lograrse por medio de uno o más transformadores, por medio de conjuntos motor generador o por medio de un sistema aislado de baterías. Los conductores de los circuitos eléctricos aislados, no deben instalarse en cables, canalizaciones u otras envolventes conteniendo conductores de otros sistemas eléctricos.

2) Características de los circuitos. Los circuitos que alimenten los primarios de los transformadores de aislamiento deben operar a no más de 600 volts entre conductores y deben tener protección apropiada contra sobrecorriente. La tensión del secundario de los transformadores de aislamiento, no debe exceder de 600 volts entre conductores de cada circuito. Todos los circuitos alimentados desde los secundarios deben ser no puestos a tierra y deben tener un dispositivo de protección contra sobrecorriente y de valor nominal apropiado para cada conductor. Los circuitos alimentados directamente desde las baterías o del conjunto motor generador deben ser no puestos a tierra, y deben protegerse contra sobrecorriente de la misma manera que los circuitos secundarios alimentados del transformador. Si existe una pantalla electrostática, debe conectarse al mismo punto de referencia a tierra.

3) Ubicación del equipo. Los transformadores de aislamiento, los conjuntos motor generador, las baterías y cargadores de baterías y las protecciones contra sobrecorriente asociadas al primario o secundario, no deben instalarse en áreas peligrosas (clasificadas). El alambrado del circuito secundario aislado que se prolongue dentro de un área peligrosa (clasificada) para la aplicación de anestesia, debe instalarse de acuerdo con lo indicado en 501-10.

4) Transformadores de aislamiento. Un transformador de aislamiento no debe alimentar a más de una sala de operaciones o cama para atención crítica en áreas de terapia intensiva, excepto lo especificado en (a) y (b) siguientes.

Para la aplicación de esta sección, se considera que las salas de inducción de anestesia son parte de las salas de operaciones a las que da servicio.

a. Salas de inducción de anestesia: Si una sala de inducción da servicio a más de una sala de operaciones, se permite que los circuitos aislados de la sala de inducción se alimenten desde el transformador de aislamiento de cualquiera de las salas de operaciones.

b. Altas Tensiones. Se permiten los transformadores de aislamiento para alimentar varios contactos grado hospital sencillos instalados en diferentes áreas de atención de pacientes donde se cumpla y aplique lo siguiente:

   (1) Los contactos grado hospital estén reservados para alimentar equipos que necesiten 150 volts o más, por ejemplo unidades de rayos X portátiles y equipos láser, y

   (2) Los contactos y clavijas no sean intercambiables con los contactos del sistema eléctrico aislado para la sala de operaciones.

5) Identificación de los conductores. Los conductores de los circuitos aislados deben identificarse como sigue:

(1) Conductor con aislamiento 1: Color naranja con al menos una raya o banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor.

(2) Conductor con aislamiento 2: Color café con al menos una raya o banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor.

Para sistemas eléctricos aislados trifásicos, el tercer conductor con aislamiento deberá identificarse en color amarillo con al menos una raya o banda continua de color distinto al verde, blanco o gris en toda la longitud del conductor. Cuando los circuitos aislados se conecten a contactos de 120 volts de una fase de 15 y 20 amperes, el conductor naranja con raya o banda continua, debe conectarse a las terminales de los contactos, identificadas de acuerdo con 200-10 (b) para la conexión del conductor puesto a tierra del circuito.

6) Compuestos para el jalado de alambres durante su instalación. No deben usarse compuestos para el jalado de los conductores durante su instalación en el método de alambrado, ya que incrementan la constante dieléctrica y la constante de aislamiento de los conductores de los circuitos conectados al secundario del transformador de aislamiento.

7) Características eléctricas del sistema eléctrico aislado. Se debe limitar el tamaño del transformador de aislamiento a 10 kilovoltamperes o menos y se deben utilizar conductores con aislamiento de baja corriente eléctrica de fuga, para que una vez instalados y conectados todos los circuitos, la impedancia resistiva y capacitiva total sea mayor a 200 000 ohms.

Se debe minimizar la longitud de los conductores de los circuitos derivados y se deben utilizar conductores con aislamiento que tengan una constante dieléctrica menor que 3.5 y una constante de aislamiento mayor a 6100 megaohm-metro (a 16 °C), con el objetivo de reducir la corriente eléctrica de fuga de cada línea a tierra de toda la instalación terminada, reduciendo con esto la corriente peligrosa.

b) Monitor de aislamiento de línea (MAL).

1) Características. Además de los dispositivos de control y de protección por sobrecorriente normalmente utilizados, cada sistema eléctrico aislado debe incluir un monitor de aislamiento de línea (MAL) que opere continuamente, para monitorear la corriente de fuga o fallas de corriente eléctrica de cada conductor aislado de tierra e indique la corriente peligrosa total. El monitor debe estar diseñado de tal manera, que una lámpara señalizadora de color verde pueda verse fácilmente por las personas dentro de la sala de operaciones ó áreas de agentes anestésicos inhalatorios y permanecer iluminada cuando el sistema esté adecuadamente aislado de tierra. Además debe contener una lámpara color rojo señalizadora y una alarma audible, que deben energizarse cuando la corriente total peligrosa, que consiste en posibles corrientes de fuga resistivas o capacitivas de cualquier conductor aislado de tierra, alcance un valor cercano a 5 miliamperes bajo condiciones de tensión eléctrica normal. El monitor no debe alarmarse para valores menores a 3.7 miliamperes de corriente peligrosa de falla, ni para una corriente peligrosa total en el umbral de los 5 miliamperes.

Excepción: Se permite el diseño de un sistema para operar a un valor menor al del umbral de la corriente peligrosa total. El monitor de aislamiento de línea para tal sistema, debe ser aprobado para que la corriente peligrosa de fuga deba ser reducida, pero no menor al 35 por ciento de la correspondiente al umbral de la corriente peligrosa total y la corriente peligrosa del monitor consecuentemente se debe permitir reducirla a no más del 50 por ciento del valor del umbral de alarma de la corriente peligrosa total.

2) Impedancia. El monitor de aislamiento de línea debe ser diseñado para tener suficiente impedancia interna de tal manera que, cuando se conecte apropiadamente al sistema eléctrico aislado, la corriente máxima interna que pueda circular a través del monitor de aislamiento de línea, cuando cualquier conductor o parte del sistema eléctrico aislado sea puesto a tierra, debe ser de 1 miliampere.

Excepción:

Se permite que el monitor de aislamiento de línea sea del tipo de baja impedancia, de tal manera que la corriente eléctrica a través de él, cuando cualquier conductor del sistema eléctrico aislado sea conectado a tierra, no exceda de dos veces el valor del umbral de alarma para un periodo que no exceda de 5 milisegundos.

La reducción de corriente de peligro del monitor permite que esta reducción, resulte en un incremento de los valores de no alarma para la corriente peligrosa de falla, por lo que se incrementará la capacidad de circuito.

3) Amperímetro. Se debe conectar un amperímetro analógico calibrado que indique la corriente peligrosa total, la instalación debe de efectuarse a la vista del monitor de aislamiento de línea y plenamente visible a todas las personas dentro de la sala de operaciones, con la zona de alarma en el umbral de los 5 miliamperes al centro de la escala aproximadamente.

Excepción: Se permite que el monitor del aislamiento de línea sea una unidad compuesta, con una sección de detección cableada a una sección separada de la pantalla del tablero, en la que estén ubicadas las funciones de alarma o prueba

NOTA: Se recomienda instalar el amperímetro de modo que sea plenamente visible para todas las personas que haya en el lugar de aplicación de anestesia

4) Pruebas. El sistema eléctrico aislado debe de probarse, ver sección 517-30(c)(2), antes de su puesta en operación y después de que exista una falla que encienda la luz roja y opere la señal audible

5) Pruebas periódicas. Los sistemas eléctricos aislados se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

(Continúa en la Sexta Sección-Vespertina)

SEXTA SECCION
SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Séptima Sección)

(Viene de la Quinta Sección-Vespertina)

ARTICULO 518

LUGARES DE REUNION

518-1. Alcance. Excepto para los lugares de reunión tratados explícitamente en 520-1, este Artículo cubre requisitos para todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñadas o previstas para reuniones de 100 o más personas con propósitos de deliberación, culto religioso, entretenimiento, consumo de alimentos y bebidas, distracción, espera de medios de transporte o propósitos similares.

518-2. Clasificación general.

a) Ejemplos. Los lugares de reunión incluyen de manera enunciativa, mas no limitativa a:

- Auditorios
- Bares, cantinas y discotecas
- Boliches y billares
- Capillas funerarias
- Comedores
- Cuarteles
- Gimnasios
- Iglesias y templos
- Mercados
- Museos
- Restaurantes
- Salas de conferencias
- Salas de espera de pasajeros
- Salas de exhibición
- Salas de juzgados
- Salones de baile
- Salones de clubes
- Salones de reunión
- Salones de usos múltiples
- Teatros y cines

b) Inmuebles múltiples. Cuando un lugar de reunión forma parte de un edificio que tiene otras ocupaciones, el Artículo 518 se aplica únicamente a la parte del edificio que se considera como un lugar de reunión cualquier salón o espacio para propósitos de reunión de menos de 100 personas en un edificio o en otro local que está destinado para otro uso, debe clasificarse como parte del otro local, es decir, para los fines a que está destinado y estará sujeto a las disposiciones que le sean aplicables.

c) Areas de teatro. Cuando cualquiera de estas estructuras de edificios o parte de ellos tengan una cabina de proyección o un escenario o área para la presentación de espectáculos teatrales o musicales, sea fija o portátil, el alambrado en esa área, incluidas las áreas asociadas de asientos para el público, y todos los equipos que se utilicen en el área mencionada, así como los equipos e instalaciones portátiles que se utilicen en la producción y no estén conectados al alambrado instalado permanentemente, deben cumplir lo establecido en el Artículo 520.

518-3 Otros Artículos

a) Areas peligrosas (clasificadas). El alambrado y el equipo eléctrico en las áreas peligrosas (clasificadas) localizadas en lugares de reunión, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 500.

b) Alambrado provisional. En las salas de exhibición utilizadas para puestos de exhibición, como en las ferias comerciales, se permitirá instalar alambrado provisional según lo establecido en el Artículo 590. Se permitirá tender sobre el suelo cables y cordones flexibles aprobados para trabajo pesado o extra pesado, si están protegidos del contacto con el público en general. No aplican los requisitos de 590-6 sobre interruptores automáticos de circuito contra fallas a tierra. Se deben aplicar todos los otros requisitos para interruptores automáticos de circuito contra fallas a tierra de esta NOM.

Cuando se proporcione protección de interruptor de circuito por falla a tierra mediante un cordón de conexión y clavija al circuito derivado o al alimentador, el interruptor del circuito por falla a tierra debe estar aprobado como interruptor del circuito por falla a tierra portátil o proporcionar un nivel de protección equivalente a un interruptor del circuito por falla a tierra portátil, ya sea que se haya ensamblado en campo o en fábrica.

Excepción: Cuando las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que solamente personas calificadas prestan servicio técnico a la instalación, se permite utilizar cordones o cables flexibles identificados en la Tabla 400-4 para uso rudo o extra rudo, en soportes tipo charola, solamente para alambrado provisional. Todos los cordones o cables deben instalarse en una sola capa. A cada soporte tipo charola se le debe colocar un letrero permanente a intervalos no superiores a 7.50 metros, el letrero debe llevar lo siguiente:

CHAROLA PORTACABLES PARA ALAMBRADO PROVISIONAL UNICAMENTE

c) Sistema de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo establecido en el Artículo 700.

518-4. Métodos de alambrado.

a) Generalidades. Los métodos de alambrado fijo deben ser en canalizaciones metálicas, canalizaciones metálicas flexibles o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 5 centímetros, empleando conductores con aislamiento resistente a la propagación de incendios de baja o despreciable emisión de gas ácido halogenado y baja emisión de humo o con cables tipos MC, MI o AC. El método de alambrado debe calificar como conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-118 o debe tener un conductor con aislamiento de puesta a tierra, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

Excepción: Los métodos de alambrado fijo deben ser como se dispone en:

a. Equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, Artículo 640.

b. Circuitos de comunicaciones, Artículo 800.

c. Circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.

d. Circuitos de alarma contra incendio, Artículo 760.

b) Construcción no clasificada. Además de los métodos de alambrado 518-4(a), se permite instalar cables con pantalla no metálica, cables del tipo AC, tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en los edificios o parte de ellos que, de acuerdo con la norma de construcción aplicable, no se exige que sean a prueba de fuego.

NOTA: La construcción a prueba de propagación de incendio es la clasificación de resistencia al fuego que se utiliza en las normas de construcción.

c) Espacios con acabados resistentes al fuego. Se permite instalar tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en restaurantes, salas de clubes, salas de conferencia y reuniones de hoteles o moteles, salas de juzgados, comedores colectivos salas de velación, museos, bibliotecas y lugares de culto religioso, en donde se aplican las condiciones siguientes:

(1) El tubo conduit no metálico o el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo se instalen ocultos dentro de las paredes, pisos y plafones, siempre y cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de un material con clasificación de resistencia al fuego del acabado de 15 minutos como mínimo, según se establece en las listas de ensambles aprobados como resistentes al fuego.

(2) El tubo conduit no metálico o el tubo conduit rígido de cloruro de polivilo se instalen por encima de plafones suspendidos, cuando éstos ofrezcan una barrera térmica de material con una clasificación de resistencia al fuego del acabado mínima de 15 minutos, según se establece en las listas de ensambles aprobados como resistentes al fuego.

El tubo conduit no metálico y el tubo conduit rígido de policloruro de vinilo no se reconocen para su utilización en otros espacios utilizados para el manejo de aire ambiental, de acuerdo con la Sección 300-22(c).

NOTA: Se establece una clasificación del acabado para ensambles que tengan soportes combustibles (madera). La clasificación del acabado se define como el tiempo en el cual la viga o caballete de madera alcanza una elevación de temperatura promedio de 121 ºC o una elevación de temperatura individual de 163 ºC, medida sobre el plano de la madera más cercano del fuego. No se pretende que una clasificación del acabado represente una clasificación para un plafón de membrana.

518-5. Salidas de alimentación. Los tableros de distribución portátiles y el equipo portátil de distribución deben alimentarse solamente desde una salida de alimentación de potencia con suficiente valor nominal de corriente y tensión. Dicha salida de alimentación debe protegerse con dispositivos contra sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecorriente y las salidas de potencia no deben estar accesibles al público en general. Se deben tener medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor neutro de los alimentadores para un suministro con atenuadores de luz con control de fase de estado sólido de 3 fases 4 hilos, debe considerarse como un conductor portador de corriente para los propósitos del ajuste de la ampacidad. El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, 3 fases, 4 hilos no se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos del ajuste.

Excepción: El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido de control de fase o de onda sinusoidal, se debe considerar como un conductor portador de corriente para los propósitos de ajuste de la ampacidad

NOTA: Con respecto a las definiciones de los tipos de reguladores de intensidad de estado sólido, ver 520-2.

ARTICULO 520

TEATROS, AREAS DE AUDIENCIA EN CINES Y ESTUDIOS DE TELEVISION, AREAS DE ACTUACION Y LUGARES SIMILARES

A. Generalidades

520-1. Alcance. Este Artículo aplica a todos los edificios o parte de ellos o estructura, interior o exterior, diseñados o utilizados para representaciones teatrales, musicales, proyecciones cinematográficas, o usos similares y áreas específicas para espectadores dentro de estudios de cine y televisión.

520-2 Definiciones

Agrupados: Cables o conductores ubicados uno al lado de otro, pero no en contacto permanente entre ellos.

Area de presentación: Escenario y área de sillas para la audiencia asociada, con una estructura de escenario temporal, sea interior o exterior, construida con andamios, armaduras, plataformas o dispositivos similares, que se utiliza para la presentación de producciones teatrales o musicales o para presentaciones públicas.

Atado de cables: Cables o conductores que están físicamente enlazados, enrollados, encintados o de otra manera atados juntos periódicamente.

Batería de lámparas: Un conjunto de lámparas con arreglo en línea.

Batería de lámparas suspendida: Es una batería de lámparas instalada permanentemente arriba del escenario.

Batería de contactos: Un ducto metálico que contiene contactos empotrados o colgantes.

Caja colgante de contactos: Una caja que contiene contactos colgantes o empotrados sujetos a un cable multiconductor o a un conector múltiple mediante una abrazadera de alivio de la tensión mecánica.

Candilejas: Fila de lámparas montadas al nivel de piso a lo largo del escenario o sobre él.

Derivador doble. Un cable adaptador que contiene una clavija y dos contactos usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

Ensamble de desconexión: Adaptador usado para conectar un conector multipolar que contiene dos o más circuitos derivados a múltiples conectores de circuitos derivados individuales.

Equipo portátil. Equipo alimentado con cordones o cables portátiles destinado a ser movido de un lugar a otro.

Extensión doble: Cable adaptador que contiene una clavija macho y dos conectores de cordón hembras, usado para conectar dos cargas a un circuito derivado.

Lámparas de contorno: Batería de lámparas en aéreas instaladas permanentemente.

Lámpara de pedestal (luz de trabajo): Un pedestal portátil que contiene una luminaria de propósito general o una lámpara de mano con guarda con el propósito de proporcionar iluminación general en el escenario o en el auditorio.

Proscenio. La pared y el arco que separan el escenario del auditorio (sala).

Regulador de intensidad con control de fase de estado sólido: Regulador de intensidad de estado sólido en el cual la forma de onda de la corriente de régimen permanente no sigue la forma de onda de la tensión aplicada, de modo que la forma de onda no es lineal.

Regulador de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal. Regulador de intensidad de estado sólido en el cual la forma de onda de la corriente de régimen permanente sigue la forma de onda de la tensión aplicada, de modo que la forma de onda es lineal.

Unidad portátil de distribución de energía: Una caja de distribución de energía que contiene contactos y dispositivos de protección contra sobrecorriente.

520-3. Proyectores de cine. El equipo proyector de cine, su instalación y uso deben cumplir con lo establecido en el Artículo 540.

520-4. Equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. Los equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio y su instalación deben cumplir con lo establecido en el Artículo 640.

520-5. Métodos de alambrado.

a) Generalidades. Los métodos de alambrado fijos deben ser en canalizaciones metálicas o en canalizaciones no metálicas embebidas en concreto con un espesor no menor que 50 milímetros, o con cables tipos MC, MI o AC que contengan un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122.

Excepción: Los métodos fijos de alambrado deben ser como se dispone en el Artículo 640 para equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; en el Artículo 800 para circuitos de comunicaciones; en el Artículo 725 para circuitos de señalización y control remoto de Clase 2 y Clase 3 y en el Artículo 760 para circuitos de alarma contra incendios.

b) Equipos portátiles. Se permite que el alambrado para tableros de control y distribución, conjuntos de luces del escenario, efectos escénicos, todos ellos portátiles y otros alambrados no fijos, se conecten mediante cables y cordones flexibles según se establece en diferentes partes del Artículo 520. No se permite sujetar esos cables o cordones mediante grapas o clavos sin aislamiento.

c) Construcciones no clasificadas resistentes al fuego. Se permite instalar cables sin pantalla metálica, cables tipo AC, tubo conduit no metálico y tubo conduit rígido de policloruro de vinilo en los inmuebles o parte de ellos que, según la norma de construcción aplicable, no requieren ser de construcción resistente al fuego.

520-6. Número de conductores en canalizaciones. El número de conductores permitidos en cualquier tubo conduit metálico o no metálico como se permite en este Artículo, o para conductores de control remoto, o tuberías metálicas eléctricas para circuitos de candilejas o de circuitos de contactos del escenario no deben exceder el número de conductores de la Tabla 1 del Capítulo 10. Cuando los conductores se encuentren en ductos con tapa, o en canal auxiliar, la suma de las áreas de las secciones transversales de ellos incluyendo su aislamiento no debe exceder del 20 por ciento del área de la sección transversal del ducto o del canal auxiliar. No es aplicable la limitación de treinta conductores indicada en 366-22 y 376-22.

520-7 Envolvente y protección de partes vivas. Las partes vivas deben encerrarse o protegerse para evitar el contacto accidental por personas u objetos. Todos los desconectadores deben ser del tipo de operación externa. Los reguladores de intensidad, incluyendo los reóstatos, deben ser colocados en cajas o gabinetes que encierren todas las partes vivas.

520-8. Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con lo indicado en el Artículo 700.

520-9. Circuitos derivados. Un circuito derivado de cualquier tamaño que alimente a uno o más contactos, puede alimentar al alumbrado del escenario. El valor de la tensión de los contactos no debe ser menor que la tensión del circuito. El valor nominal de corriente de los contactos y la ampacidad de los conductores del circuito derivado, no debe ser menor que el valor nominal de corriente de la protección contra sobrecorriente del circuito derivado. No aplica la Tabla 210-21(b)(2).

520-10. Equipo portátil para ser usado en exteriores. El equipo portátil para escenarios y para alumbrado de estudios y equipo de distribución de energía no identificado para uso en exteriores, se permitirá

su uso temporal en exteriores si el equipo es supervisado por personal calificado mientras esté energizado y esté protegido con barreras para el público en general.

B. Tableros de distribución fijos en escenarios

520-21. Frente muerto. Los tableros de distribución para escenarios deben ser del tipo de frente muerto y deben cumplir con la Parte D del Artículo 408, a menos que estén aprobados como tableros de distribución para escenarios.

520-22. Protección de la parte posterior de los tableros de distribución. Los tableros de distribución para escenarios que tengan partes vivas expuestas en la parte posterior, deben encerrarse por las paredes del edificio, mallas de alambre, o por cualquier otro dispositivo aprobado. El acceso a este recinto debe ser por medio de una puerta de cierre automático.

520-23. Control y protección contra sobrecorriente de circuitos de contactos. Se deben proporcionar los medios de protección contra sobrecorriente en el tablero de distribución del alumbrado del escenario, al cual se conectan los circuitos de carga de los circuitos derivados de alumbrado del escenario, incluyendo los circuitos derivados que alimenten a los contactos del escenario y del auditorio, utilizados para el equipo del escenario conectado mediante cordón y clavija. Se permite que cuando el tablero de distribución del escenario contenga reguladores de intensidad para el control del alumbrado fuera del escenario, los dispositivos de protección contra sobrecorriente se ubiquen en el tablero de distribución del escenario.

520-24. Cubierta metálica. Un tablero de distribución de un escenario que no esté completamente encerrado, con el frente y parte trasera muertos, o que no esté empotrado en una pared, debe estar provisto con una cubierta metálica que cubra toda su longitud para proteger todo el equipo instalado en el tablero de objetos que puedan caer.

520-25.Reguladores de intensidad. Los reguladores de intensidad deben cumplir lo indicado en (a) hasta (d) siguientes:

a) Desconexión y protección contra sobrecorriente. Cuando los reguladores de intensidad se instalen en conductores de fase, cada regulador de intensidad debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor que 125 por ciento del valor nominal del regulador de intensidad, y deben estar desconectados de todos los conductores de fase cuando el desconectador principal, el interruptor individual o el interruptor automático que alimenta a dicho regulador, se encuentre en la posición de abierto.

b) Reguladores de intensidad del tipo de resistencia o de reactancia. Los reguladores de intensidad tipo de resistencia o reactancia en serie pueden instalarse en un conductor del circuito puesto o no a tierra. Cuando se diseñen para abrir el circuito alimentador del regulador de intensidad o el circuito controlado por él, dicho regulador de intensidad debe entonces cumplir con lo indicado en 404-2(b). Los reguladores del tipo de resistencia o reactancia en serie instalados en el conductor del neutro puesto a tierra del circuito, no deben abrir el circuito.

c) Reguladores de intensidad del tipo autotransformador. El circuito que alimente a un regulador de intensidad del tipo autotransformador no debe exceder de 150 volts entre conductores. El conductor puesto a tierra debe ser común a los circuitos de entrada y salida.

NOTA: Véase 210-9 relacionada con los circuitos derivados de autotransformadores.

d) Reguladores de intensidad del tipo de estado sólido. El circuito que alimente a un regulador de intensidad de estado sólido no debe exceder de 150 volts entre conductores, a menos que el regulador de intensidad esté aprobado específicamente para operar a una tensión mayor. Cuando un conductor puesto a tierra alimente a un regulador de intensidad, éste debe ser común para los circuitos de entrada y salida. El bastidor del regulador de intensidad debe estar conectado al conductor de puesta a tierra del equipo.

520-26. Tipos de tableros de distribución. Los tableros de distribución para escenarios deben ser cualquiera o una combinación de los tipos siguientes:

a) Manual. Los reguladores de intensidad y desconectadores son operados mediante manijas unidas mecánicamente a los dispositivos de control.

b) Control remoto. Los dispositivos se operan eléctricamente desde un tablero o consola de control tipo piloto. Las consolas de control deben formar parte del tablero de distribución o estar ubicadas en cualquier otro lugar.

c) Intermedio. Un tablero de distribución para escenario con interconexiones de circuitos, es un tablero de distribución secundario (tablero de conexiones) o un tablero de distribución remoto al tablero primario de distribución del escenario. El tablero debe contener una protección contra sobrecorriente. Cuando la

protección contra sobrecorriente del circuito derivado, está instalada en la consola de reguladores de intensidad, se permite omitir esta protección del tablero de distribución intermedio.

520-27. Alimentadores de tableros de distribución para escenarios

a) Tipo de alimentador. Los alimentadores de tableros de distribución para escenarios deben ser uno de los siguientes:

1) Alimentador individual. Un alimentador individual que se desconecte por un dispositivo de desconexión individual.

2) Alimentadores múltiples para tableros de distribución intermedios para escenario (tablero de interconexiones). Se permiten alimentadores múltiples en cantidad ilimitada, siempre que todos ellos sean parte de un solo sistema. Cuando estén combinados, los conductores de neutros en una canalización deben tener la suficiente ampacidad para llevar la máxima corriente de desbalanceo de los conductores del alimentador múltiple que haya en la misma canalización, pero no necesariamente mayor que la ampacidad del neutro que alimenta el tablero de distribución primario del escenario. Los conductores de neutros en paralelo deben cumplir con lo indicado en 310-10(h).

3) Alimentadores separados para un solo tablero de distribución primario para escenarios (banco de reguladores de intensidad). Las instalaciones con alimentadores independientes que lleguen a un solo tablero de distribución primario del escenario deben tener un medio de desconexión para cada alimentador. El tablero de distribución primario del escenario debe tener una marca o etiqueta permanente y visible que indique el número y ubicación de los medios de desconexión. Si los medios de desconexión están ubicados en más de un tablero de distribución, el tablero de distribución primario del escenario debe tener barreras que correspondan a estas distintas ubicaciones.

b) Conductor del neutro. Para el propósito del ajuste de la ampacidad, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(1) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, 3 fases, 4 hilos, se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(2) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad de estado sólido de onda sinusoidal, 3 fases, 4 hilos, no se debe considerar como un conductor portador de corriente.

(3) El conductor del neutro de los alimentadores que dan alimentación a sistemas de reguladores de intensidad que pueden ser tanto de control de fase como de onda sinusoidal se debe considerar como un conductor portador de corriente.

c) Capacidad de alimentación. Para calcular la capacidad de alimentación para los tableros de distribución, se permite considerar la carga máxima que controla el tablero de distribución en una instalación dada, siempre que:

(1) Todos los alimentadores del tablero de distribución estén protegidos con un dispositivo contra sobrecorriente con un valor nominal no mayor que la ampacidad del alimentador.

(2) La apertura del dispositivo contra sobrecorriente no afecte la operación apropiada de los sistemas de iluminación de emergencia o de las salidas.

NOTA: Para calcular las cargas de los alimentadores para los tableros de distribución del escenario, véase 220-40.

C. Equipo fijo del escenario, que no sea tablero de distribución

520-41. Cargas de los circuitos.

a) Circuitos de capacidad de 20 amperes o menos. Las lámparas de contorno, candilejas y luces laterales del proscenio, deben tener un arreglo tal que ningún circuito derivado que alimente tal equipo tenga una carga mayor de 20 amperes.

b) Circuitos de más de 20 amperes. Cuando se utilicen únicamente portalámparas de trabajo pesado, se permite que dichos circuitos cumplan lo establecido en el Artículo 210 para circuitos que alimentan portalámparas de trabajo pesado.

520-42. Aislamiento de conductores. Las candilejas, batería de lámparas suspendidas, baterías de lámparas y baterías de contactos, deben alambrarse con conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que vayan a operar los conductores, pero no menor que 125C. La ampacidad de los conductores de 125C debe ser la correspondiente de los conductores de 60C. Todas las bajadas de las baterías de conectores debe ser de conductor de 90C dimensionado para la ampacidad de cables y cordones

de 60C que no se extiendan más de 15 centímetros dentro de la batería de conectores. No aplica 310-15(b)(3)(a).

NOTA: Véase Tabla 310-104(a) para tipos de conductores.

520-43. Candilejas

a) Construcción en canales metálicos. Cuando las candilejas se instalen en canales metálicos, el canal que contenga los conductores del circuito debe ser de lámina metálica tratada para prevenir la oxidación. Las terminales de los portalámparas deben estar a no menos de 13 milímetros del metal del canal. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

b) Construcción en canales no metálicos. Cuando no se utilicen los canales metálicos especificados en el inciso (a) anterior, las candilejas deben tener salidas individuales, con portalámparas alambrados con tubo conduit metálico tipo pesado, o tipo semipesado, o tubo conduit metálico flexible ligero, o cable Tipo MC o MC-HL o cables con aislamiento mineral y cubierta metálica. Los conductores del circuito deben soldarse a las terminales de los portalámparas.

c) Candilejas que se ocultan. Las candilejas que se ocultan deben estar dispuestas de tal manera que la alimentación de corriente se desconecte automáticamente, cuando las luces se oculten en el nicho designado para tal efecto.

520-44. Batería de lámparas suspendidas, luces laterales del proscenio, cajas colgantes y tiras de conectores.

a) Generalidades. La batería de lámparas suspendidas y laterales del proscenio deben:

(1) Estar construidas como se especifica en la Sección 520-43.

(2) Estar soportadas y colocadas adecuadamente, y

(3) Estar diseñadas de manera que los aros de los reflectores y otras guardas adecuadas, protejan a las lámparas de daño mecánico y de contacto accidental con el escenario u otros materiales combustibles.

b) Tiras de conectores y cajas colgantes. Las tiras de conectores y cajas colgantes deben estar de acuerdo con lo siguiente:

(1) Estar soportadas y colocadas adecuadamente

(2) Aprobados como dispositivos para escenario y estudio

c) Cordones y cables para batería de lámparas suspendidas, cajas colgantes y tiras de conectores.

1) Generalidades. Los cordones y cables para alimentar la batería de lámparas de contorno, cajas colgantes y tiras de conectores deben estar aprobados para uso extra rudo. Los cordones y cables deben soportarse adecuadamente. Tales cables deben emplearse únicamente cuando sean necesarios conductores flexibles. La ampacidad de los conductores debe ser la que se indica en 400-5.

2) Cordones y cables que no están en contacto con equipo productor de calor. Los cordones y cables multiconductores para uso extra rudo aprobados, que no están en contacto directo con equipos que contienen elementos productores de calor, pueden tener la ampacidad determinada por la Tabla 520-44. La máxima corriente de carga en cualquier conductor no debe exceder los valores de la Tabla 520-44.

3) Identificación de conductores en cordones y cables multiconductores de uso extra rudo. Los conductores aterrizados (neutros) deben ser blancos sin franja o deben estar identificados por una marca blanca en sus terminaciones. Los conductores de puesta a tierra deben ser verdes con o sin franja amarilla o deben estar identificados por una marca verde en sus terminaciones.

Tabla 520-44.- Ampacidad permitida para cordones de uso extra rudo aprobados con una capacidad térmica de 75C y 90C [Basado en una temperatura ambiente de 30ºC]

Tamaño o designación nominal de los cordones		Temperatura nominal de cordones y cables*		Máxima capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente
mm^2	AWG	75C amperes	90C amperes	Amperes
2.08	14	24	28	15
3.31	12	32	35	20

5.26	10	41	47	25
8.37	8	57	65	35
13.3	6	77	87	45
21.2	4	101	114	60
33.6	2	133	152	80

*La ampacidad indicada es la de los cordones y multiconductores donde únicamente tres conductores de cobre son portadores de corriente tal como se describe en 400-5. Si la cantidad de conductores portadores de corriente en un cordón o cable excede de tres, y el factor de diversidad de carga es de un mínimo de 50 por ciento, la ampacidad de cada conductor debe reducirse como se muestra en la siguiente tabla:

Cantidad de conductores	Por ciento de ampacidad
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
43 en adelante	50

Temperatura final del aislamiento. En ningún caso los conductores deben asociarse entre sí con respecto a la clase de circuito, al método de alambrado utilizado, o al número de conductores, de tal forma que el límite de temperatura de los conductores sea rebasado.

Un conductor de neutro que porta solamente la corriente de desbalanceo de otros conductores del mismo circuito, no necesita considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito de tres conductores que conste de dos conductores de fase y el neutro de un sistema de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, el conductor del neutro porta aproximadamente la misma corriente que los otros conductores con corrientes de línea a neutro, y debe considerarse como un conductor portador de corriente.

En un circuito de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, en donde la mayor parte de la carga son cargas no lineales, hay corrientes armónicas presentes en el conductor del neutro, y por lo tanto el neutro debe considerarse como un conductor portador de corriente.

520-45. Contactos. Los contactos para equipo eléctrico en escenarios, deben llevar marcado su valor en amperes. Los conductores que alimentan estos contactos deben cumplir con los Artículos 310 y 400.

520-46. Batería de conectores, cajas colgantes, cavidades en el suelo y otras envolventes de salida. Los contactos para la conexión de equipo portátil de alumbrado de escenario deben ser colgantes o montados cavidades o envolventes adecuadas y cumplir con lo indicado en 520-45. Los cables de alimentación de las baterías de conectores y las cajas colgantes deben ser como se especifica en 520-44(c).

520-47. Lámparas entre bastidores (focos sin cubierta). Las lámparas (focos sin cubierta) instaladas en áreas atrás del escenario y áreas auxiliares donde puedan entrar en contacto con la escenografía, deben ubicarse y protegerse de daño físico y dejar un espacio libre no menor que 50 milímetros entre las lámparas y cualquier material combustible.

Excepción: Para el propósito de esta sección, las lámparas decorativas instaladas en la escenografía no deben considerarse como lámparas tras bastidores.

520-48. Maquinaria del telón. La maquinaria del telón debe estar aprobada.

520-49. Control de ventiladores de salida de humo. Cuando en el escenario se pongan en marcha los ventiladores de salida de humo mediante un dispositivo eléctrico, el circuito que opera dicho dispositivo debe estar normalmente cerrado y controlarse por lo menos por dos interruptores accionados externamente; uno colocado en un lugar accesible fácilmente en el escenario y el otro ubicado donde lo designe la persona calificada. El dispositivo debe diseñarse a plena tensión eléctrica del circuito al cual se conecta, sin insertar ninguna resistencia. El dispositivo debe ubicarse en la galería arriba del escenario y encerrarse en una caja metálica adecuada que sea hermética y con puerta de cierre automático.

D. Tableros de distribución portátiles en el escenario

520-50. Panel de conexiones para interconexión (un tipo de panel de conexiones). Un panel diseñado para la interconexión de tableros de distribución portátiles para escenarios, a salidas fijas de la instalación del edificio mediante circuitos complementarios permanentemente instalados. El panel, los circuitos complementarios y las salidas deben cumplir con los incisos (a) hasta (d), siguientes:

a) Circuitos de carga. Los circuitos se deben originar en entradas con polaridad de tipo puesto a tierra, de valor nominal de corriente y tensión que sean igual que las del contacto de carga fija.

b) Transferencia de circuitos. Los circuitos que se transfieren entre tableros de distribución fijos y portátiles, deben ser transferidos todos los conductores del circuito simultáneamente.

c) Protección contra sobrecorriente. Los dispositivos que alimenten a estos circuitos complementarios deben estar protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Cada circuito complementario individual dentro del teatro y del panel de conexiones, deben estar protegidos por

dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado, instalados dentro del panel de conexiones.

d) Envolvente. La construcción del tablero debe ajustarse a lo establecido en el Artículo 408.

520-51. Alimentación. Los tableros de distribución portátiles sólo se deben alimentar desde salidas de alimentación de potencia con suficiente valor de tensión y corriente. Estas salidas de alimentación deben incluir sólo interruptores operables desde el exterior, de fusibles, o interruptores automáticos montados en el escenario o en el tablero de distribución permanente, en lugares fácilmente accesibles desde el piso del escenario. Deben proporcionarse medios para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos. Para los propósitos de la disminución del valor nominal del conductor, se deben aplicar los requisitos de 520-27(b).

520-52. Protección contra sobrecorriente para circuitos derivados. Los tableros de distribución portátiles deben tener protección contra sobrecorriente para los circuitos derivados. No aplican los requisitos de 210-23.

520-53. Construcción y alimentadores. Los tableros de distribución portátiles y alimentadores para uso en escenarios deben cumplir con lo establecido en (a) hasta (p) siguientes:

a) Envolvente. Los tableros de distribución portátiles deben colocarse dentro de una envolvente de construcción sólida y de modo que la envolvente esté abierta durante la operación. Las envolventes de madera deben estar completamente forradas con una lámina metálica adecuadamente recubierta para evitar la corrosión, o ser de un material resistente a la corrosión.

b) Partes energizadas. No debe haber partes energizadas expuestas dentro de la envolvente.

c) Interruptores e interruptores automáticos. Todos los interruptores e interruptores automáticos, deben ser del tipo con envolvente y de operación desde el exterior.

d) Protección de circuitos. Se deben proporcionar dispositivos de protección contra sobrecorriente en cada conductor de fase de cada circuito alimentado a través del tablero de distribución. Se deben proporcionar envolventes para todos los dispositivos contra sobrecorriente además de la envolvente del tablero de control y distribución.

e) Reguladores de intensidad. Las terminales de los reguladores de intensidad deben estar en envolventes, y las placas frontales de estos reguladores deben estar dispuestas de tal manera que no se pueda fácilmente tener contacto accidental con los contactos de la placa.

f) Conductores interiores.

1) Tipo. Todos los conductores que no sean barras colectoras, dentro de las envolventes del tablero de distribución deben ser trenzados. Los conductores deben estar aprobados para una temperatura de operación al menos igual que la temperatura de operación de los dispositivos reguladores de intensidad utilizados en el tablero de distribución, y en ningún caso menor que los siguientes:

(1) Reguladores de intensidad del tipo de resistencia, 200 °C, o

(2) Reguladores de intensidad del tipo de reactancia, autotransformadores o de estado sólido, 125°C.

2) Protección. Cada conductor debe tener una ampacidad no inferior al valor nominal del interruptor, interruptor automático o fusible al que alimenta. La interrupción del circuito y soporte de refuerzo de la barra de paso principal en la sección auxiliar deben cumplir con lo indicado en 110-9 y 110-10. La corriente de interrupción de cortocircuito se debe marcar sobre el tablero de distribución.

Los conductores deben ir en canalizaciones metálicas o estar asegurados firmemente en su posición y cuando pasen a través de paredes metálicas debe ser mediante pasacables.

g) Luz piloto. Se debe proporcionar una luz piloto dentro de la envolvente y debe conectarse al circuito que alimenta al tablero, de manera que la apertura del interruptor principal no corte la alimentación a la lámpara. Esta lámpara debe estar instalada en un circuito derivado individual que tenga protección contra sobrecorriente ajustada a no más de 15 amperes.

h) Conductores de alimentación.

1) Generalidades. La alimentación a un tablero de distribución portátil debe ser mediante cordones o cables aprobados para uso extra rudo. Los cordones o cables de alimentación deben terminar dentro de la envolvente del tablero de distribución, en un interruptor automático o en un interruptor maestro con fusibles operables desde el exterior o en un ensamble de conectores identificados para ese propósito. Los cables o cordones de alimentación (y el ensamble de conectores) deben tener una capacidad no menor que la carga total conectada al tablero de distribución y deben protegerse mediante dispositivos contra sobrecorriente.

2) Cables de un solo conductor. Los conjuntos de cables de alimentación portátiles de un solo conductor deben ser de un tamaño no menor que 33.6 mm² (2 AWG). El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser de tamaño no menor que 13.3 mm² (6 AWG). Los cables del neutro puestos a tierra de un solo conductor para una alimentación deben dimensionarse de acuerdo con 520-53 (o)(2). Cuando los cables de un solo

conductor están en paralelo para aumentar la ampacidad, los conductores paralelos deben tener la misma longitud y tamaño. Los cables monoconductores de alimentación deben ser agrupados entre sí, pero no atados. Se permite que el conductor de puesta a tierra del equipo sea de tipo diferente, siempre y cuando cumpla los otros requisitos de esta sección, y se permite reducir su tamaño nominal conforme a lo indicado en 250-122. Los conductores puestos a tierra (neutros) y de puesta a tierra de equipo, deben identificarse de acuerdo con lo indicado en 200-6, 250-119, y 310-110. Se permite que los conductores puestos a tierra se identifiquen al menos en los primeros 15 centímetros en ambos extremos de cada tramo con marcas de color blanco o gris claro. Se permite que los conductores de puesta a tierra del equipo se identifiquen al menos los primeros 15 centímetros en ambos extremos de cada tramo del conductor con marcas de color verde o verde con franjas amarillas. Cuando exista más de una tensión dentro del mismo predio, cada conductor de fase debe identificarse para cada sistema.

3) Conductores de alimentación de longitud no mayor que 3.00 metros. En los casos donde los conductores de alimentación no excedan de 3.00 metros de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite que el conductor de alimentación sea de tamaño menor si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) La ampacidad de los conductores de alimentación, debe ser al menos la cuarta parte de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.

(2) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la ampacidad de los conductores de alimentación. Se permite que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente dispositivos adicionales contra sobrecorriente en su lado de carga.

(3) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o plafones, o pasar a través de puertas y áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.

(4) Los conductores de alimentación deben terminarse adecuadamente de manera aprobada.

(5) Los conductores deben ser continuos, sin empalmes o conectores.

(6) Los conductores no deben estar atados entre sí.

(7) Los conductores deben soportarse sobre el piso de manera apropiada.

4) Conductores de alimentación de longitud mayor que 3.00 metros, hasta 6.00 metros. En los casos donde los conductores de alimentación sean mayores de 3.00 metros, pero no exceden 6.00 metros de longitud entre la alimentación y el tablero de distribución o entre la alimentación y un subsecuente dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permite que el conductor de alimentación sea de tamaño menor si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) La ampacidad de los conductores de alimentación debe ser al menos la mitad de la capacidad del dispositivo de protección contra sobrecorriente de alimentación.

(2) Los conductores de alimentación deben terminar en un solo dispositivo de protección contra sobrecorriente que limite la carga a la ampacidad de los conductores de alimentación. Se permite que este único dispositivo contra sobrecorriente alimente a dispositivos contra sobrecorriente adicionales en su lado de carga.

(3) Los conductores de alimentación no deben penetrar paredes, pisos o plafones, ni deben pasar a través de puertas o áreas de tráfico. Los conductores de alimentación deben protegerse adecuadamente contra daño físico.

(4) Los conductores de alimentación deben terminarse adecuadamente de manera aprobada.

(5) Los conductores de alimentación deben soportarse de manera apropiada al menos a 2.00 metros sobre el piso, excepto en las terminales.

(6) Los conductores de alimentación no deben estar atados entre sí.

(7) Los conductores de derivación deben ser tramos continuos.

5) Conductores de alimentación con tamaño no reducido. Se permite que los conductores de alimentación con tamaño no reducido, según las disposiciones 520-53(h)(3) o (h)(4) pasen a través de orificios

en las paredes diseñados específicamente para ese propósito. Si la penetración se hace a través de una pared clasificada como resistente al fuego, debe ser de acuerdo con la Sección 300-21.

i) Arreglo de cables. Los cables deben protegerse con pasacables cuando atraviesen envolventes y deben estar instalados de modo que la tensión mecánica sobre el cable no se transmita a las conexiones. Cuando los conductores de energía pasen a través de paredes metálicas, deben aplicarse los requisitos establecidos en 300-20.

j) Número de interconexiones en la alimentación. Cuando se utilicen conectores en un conductor de alimentación, debe haber un máximo de tres interconexiones (juegos de pares de conectores acoplados) cuando la longitud total de la alimentación al tablero de control y distribución no exceda de 30.00 metros. En los casos donde la longitud total desde la alimentación al tablero de distribución exceda de 30.00 metros, se permite una interconexión adicional por cada 30.00 metros adicionales del conductor de alimentación.

k) Conectores monopolares separables. Cuando se utilicen conectores monopolares de cables portátiles, deben ser aprobados y del tipo de seguridad. Las Secciones 400-10, 406-7 y 406-8 no deben aplicarse a conectores monopolares separables y a conjuntos de cables monoconductores que utilizan conectores monopolares separables. Cuando los grupos en paralelo de conectores separables monopolares, portadores de corriente, se proporcionen como dispositivos de entrada, deben rotularse en forma claramente visible de precaución indicando la presencia de conexiones paralelas internas. El uso de conectores monopolares separables debe cumplir al menos con una de las siguientes condiciones:

(1) La conexión y desconexión de los conectores sólo debe ser posible cuando los conectores de alimentación estén bloqueados con la fuente de alimentación, de manera que no sea posible conectar o desconectar los conectores cuando esa fuente esté energizada.

(2) Los conectores de línea son del tipo de bloqueo secuencial de manera que los conectores de carga deban conectarse en la siguiente secuencia:

a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipos.

b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.

c. Conexión del conductor de fase y la desconexión deba ser en el orden inverso.

(3) Debe haber un aviso de precaución adyacente a los conectores de línea, indicando que la conexión de la clavija debe ser en el siguiente orden:

a. Conectores del conductor de puesta a tierra de equipos.

b. Conectores del conductor puesto a tierra, si existe.

c. Conectores del conductor de fase, y la desconexión debe ser en el orden inverso.

l) Protección de los conductores de alimentación y conectores. Todos los conductores y conectores de alimentación deben protegerse contra daño físico por un medio aprobado. Esta protección no necesariamente debe ser una canalización.

m) Entradas de superficie con reborde. Las entradas de superficie con reborde (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir energía deben estar clasificadas en amperes.

n) Terminales. Las terminales a las que se vayan a conectar los cables del escenario, deben estar ubicadas de forma tal que permitan un acceso conveniente a las terminales.

o) Conductor del neutro.

1) Terminal del neutro. En equipo de tableros de distribución portátiles diseñados para utilizarse con circuitos con alimentación de 3 fases 4 hilos con puesta a tierra, la terminal del neutro de alimentación, y la ampacidad de su barra colectora asociada, o alambrado equivalente, o ambas, deben tener una ampacidad por lo menos igual al doble de la ampacidad de la terminal de alimentación de fase más grande.

Excepción. Cuando el equipo del tablero de control y distribución portátil esté específicamente construido e identificado para ser modificado internamente en campo, de manera aprobada, para pasar de una alimentación balanceada de 3 fases 4 hilos con puesta a tierra a una monofásica balanceada de 3 hilos con puesta a tierra, la terminal del neutro de la alimentación y su barra colectora asociada, alambrado equivalente, o ambos, deben tener una ampacidad no menor que la terminal más grande de fase de la alimentación monofásica.

2) Conductor neutro de alimentación. Los conductores de alimentación para tableros de distribución portátiles que utilizan reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido se deben dimensionar considerando al conductor del neutro como un conductor portador de corriente para los propósitos de ajuste de la ampacidad. Los conductores de alimentación para tableros de distribución portátiles que utilizan sólo reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal se deben dimensionar considerando al

conductor del neutro como un conductor no portador de corriente para los propósitos de ajuste de la ampacidad. Cuando se usan cables alimentadores de un solo conductor, no instalados en canalizaciones, en circuitos polifásicos que alimentan a tableros de distribución portátiles que tienen reguladores de intensidad con control de fase de estado sólido, el conductor del neutro debe tener una ampacidad de por lo menos el 130% de los conductores de fase que alimentan al tablero de distribución portátil. Cuando estos alimentadores suministran alimentación sólo a reguladores de intensidad de estado sólido y de onda sinusoidal, el conductor del neutro debe tener una ampacidad de por lo menos el 100% de los conductores de fase del circuito que alimentan al tablero de distribución portátil.

p) Personal calificado. La trayectoria de los conductores de alimentación portátiles, la conexión y desconexión de los conectores de alimentación y otras conexiones de alimentación, y la energización y desenergización de los servicios de alimentación deben realizarse exclusivamente por personal calificado, y los tableros de control y distribución portátiles deben ser así marcados, indicando este requisito de manera permanente y clara.

Excepción: Se permite que la conexión de un tablero de distribución portátil esté conectado a una salida para contacto instalada permanentemente, donde la salida del contacto de alimentación esté protegida para su capacidad por un dispositivo de protección contra sobrecorriente no mayor que 150 amperes, y donde la salida para contacto, conexión y tablero de distribución cumplan además con todas las condiciones siguientes:

a. Empleen conectores multipolares aprobados y adecuados para el propósito de cada conexión de la alimentación.

b. Impidan el acceso al público en general a toda conexión de la alimentación.

c. Utilicen cordones multiconductores de uso extra rudo aprobados o cables, con una ampacidad no menos que la carga y no inferior al valor en amperes de los conectores.

E. Equipos portátiles para escenarios, que no sean tableros de distribución

520-61. Lámparas de arco. Las lámparas de arco, incluyendo sus envolventes y balastros asociados, deben estar aprobadas. Las extensiones de cordones, y los cables y cordones de interconexión deben ser del tipo de uso extra rudo y estar aprobados.

520-62. Unidades portátiles de distribución de alimentación. Las unidades portátiles de distribución de alimentación deben cumplir con lo siguiente:

a) Envolventes. La construcción debe ser de tal forma que no quede expuesta ninguna parte portadora de corriente.

b) Contactos y protección contra sobrecorriente. Los contactos deben cumplir con lo indicado en 520-45 y tener en la caja una protección contra sobrecorriente del circuito derivado. Los fusibles e interruptores automáticos deben protegerse contra daño físico. Los cables y cordones que alimenten contactos colgantes o conectores de cordón deben estar aprobados para uso extra rudo.

c) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener una ampacidad igual a la suma de los valores de corriente de todos los circuitos conectados a dichas barras colectoras. Se deben proporcionar zapatas para la conexión del cable principal.

d) Entradas de superficie con reborde. Las entradas de superficie con reborde (clavijas empotradas) que se utilicen para recibir energía deben tener marcada su capacidad en amperes.

e) Arreglo de cables. Los cables deben estar adecuadamente protegidos cuando pasen a través de envolventes y deben disponerse de manera que la tensión mecánica del cable no se transmita a las terminales.

520-63. Alambrado de accesorios con ménsula

a) Alambrado de la ménsula. Las ménsulas utilizadas sobre el escenario deben alambrarse internamente, y el vástago del accesorio debe llevarse a la parte trasera del escenario donde se coloca una pasacables al final del vástago. Se permite el alambrado exterior de ménsulas o de otros accesorios cuando estén alambrados con cordones diseñados para uso rudo que pasen a través del escenario y sin juntas ni empalmes en el dosel de la parte posterior del accesorio y terminen en un conector aprobado para su uso en un escenario, localizado, cuando sea posible, a una distancia no mayor que 45 centímetros del accesorio.

b) Montaje. Los accesorios deben asegurarse firmemente en su lugar.

520-64. Baterías de lámparas portátiles. Las baterías de lámparas portátiles deben construirse de acuerdo con los requisitos de las baterías de lámparas suspendidas y luces laterales del proscenio descritos en 520-44(a). Cuando el cable de alimentación pase a través de paredes metálicas, debe protegerse con los

pasacables y debe disponerse de manera que la tensión mecánica en el cable no se transmita a las conexiones.

NOTA 1: Véase 520-42 para el alambrado de baterías de lámparas portátiles.

NOTA 2: Para los tipos de aislamiento requeridos para cables monoconductores, véase la Sección 520-68(a)(3).

520-65. Guirnaldas (luces colgantes). Las uniones en el alambrado de guirnaldas deben ser escalonadas o alternadas. Cuando los portalámparas tengan terminales de un tipo que muerda el aislamiento y haga contacto con los conductores sólo deben utilizarse con conductores tipo cableado. Las lámparas encerradas en linternas o dispositivos similares de material combustible, deben equiparse con guardas.

520-66. Efectos especiales. Los dispositivos eléctricos utilizados para simular relámpagos, caídas de agua, y efectos similares, deben construirse y ubicarse de manera que las llamas, chispas y partículas calientes no puedan entrar en contacto con material combustible.

520-67. Conectores de cable de circuito derivado multipolar. Los conectores de cable de circuito derivado multipolar, macho y hembra, para conductores flexibles deben construirse de manera que la tensión mecánica en el cordón no se transmita a las conexiones. El conector hembra debe colocarse del lado de carga del cable o del cordón de alimentación. El conector debe tener su valor marcado en amperes y diseñado de manera que otros dispositivos con un valor nominal diferente no puedan ser conectados¸ sin embargo, se permitirá que un contacto de 20 amperes y ranura en T acepte una clavija de conexión de 15 amperes de la misma tensión nominal. Los conectores multipolares de corriente alterna deben ser polarizados y cumplir con lo indicado en 410-6(e) y 410-10.

NOTA: Véase 400-10 para tensión mecánica en terminales.

520-68. Conductores para equipo portátil

a) Tipo de conductores.

1) Generalidades. Los conductores flexibles, incluyendo las extensiones, utilizados para alimentar equipo portátil del escenario deben ser cordones o cables aprobados para uso extra rudo.

2) Lámparas de pedestal. Se permiten cordones para uso extra rudo para alimentar lámparas de pedestal cuando el cordón no esté sujeto a daño físico severo y esté protegido por un dispositivo contra sobrecorriente no mayor que 20 amperes.

3) Aplicaciones a alta temperatura. Se permite utilizar un montaje especial de conductores en una funda no más larga que 90 centímetros en lugar de un cordón flexible si los alambres individuales están trenzados y tienen una clase térmica no menor que 125 ºC y la funda exterior es de fibra de vidrio con un espesor de pared de cuando menos 0.65 milímetros.

Se permite que el equipo portátil para escenario, que requiere conductores de alimentación flexibles con un mayor valor nominal de temperatura, en donde un extremo esté permanentemente conectado al equipo, se empleen conductores adecuados alternos, que estén probados para ese propósito.

4) Desconectador. Se permiten los cordones para uso rudo aprobados, en ensambles de desconectador, cuando se reúnan todas las condiciones siguientes:

(1) Los cordones se utilizan para hacer conexiones entre un solo conector multipolar que contiene dos o más circuitos derivados y conectores múltiples de 2 polos 3 hilos.

(2) La longitud del cordón en el ensamble de desconectador no es más largo de 6.00 metros.

(3) El ensamble de desconectador está protegido contra daño físico al fijarlo en toda su longitud a una tubería, andamio, armadura, torre u otra estructura de soporte firme.

(4) Todos los circuitos derivados que alimentan al ensamble de desconectador están protegidos por dispositivos contra sobrecorriente clasificados a no más de 20 amperes.

b) Ampacidad de los conductores. La ampacidad de los conductores debe ser la que se especifica en 400-5, excepto para cordones portátiles multiconductores aprobados para uso extra rudo, que no estén en contacto directo con el equipo que contenga elementos productores de calor, cuya capacidad de conducción de corriente se permite determinarla de acuerdo con la Tabla 520-44. La corriente de carga máxima en cualquier conductor, no debe exceder de los valores de la Tabla 520-44.

Excepción: Cuando se permite el uso de conductores alternos en la Sección 520-68 (a) (3), su ampacidad debe ser la indicada en las tablas correspondientes de esta NOM para los tipos de cables utilizados.

520-69. Adaptadores. Los adaptadores, derivadores dobles, y otros dispositivos de salida de circuitos simples o múltiples deben cumplir con las condiciones (a), (b) y (c) siguientes:

a) Sin reducción de valor nominal de corriente. Cada contacto y su cable correspondiente deben tener los mismos valores de tensión y de corriente que la clavija de alimentación. No debe utilizarse en un circuito de escenario que tenga una capacidad mayor nominal de corriente.

b) Conectores. Todos los conectores deben alambrarse de acuerdo con lo indicado en 520-67.

c) Tipo de conductor. Los conductores para adaptadores y derivadores dobles deben ser cordones aprobados para uso rudo o extra rudo. El cordón de uso rudo debe limitarse a una longitud total no mayor que 90 centímetros.

F. Camerinos

520-71. Portalámparas colgantes. No deben instalarse portalámparas colgantes en los camerinos.

520-72. Protección de las lámparas. Toda lámpara incandescente expuesta en los camerinos a menos de 2.50 metros del piso, debe equiparse con protectores abiertos, remachados a la cubierta de la caja de salida, o selladas o aseguradas de otra manera en su lugar.

520-73. Interruptores requeridos. Todas las lámparas y cualquier contacto adyacente a los espejos y sobre la mesa de los tocadores, instalados en los camerinos deben ser controlados por interruptores de pared instalados en el camerino. Cada interruptor que controle contactos adyacentes a los espejos y sobre la mesa del tocador, debe estar provisto con una lámpara piloto localizada afuera del camerino, adyacente a la puerta, que indique cuando están energizados los contactos. No se exige que las otras salidas instaladas en el camerino estén controladas por un interruptor.

G. Puesta a tierra

520-81. Puesta a tierra. Todas las canalizaciones metálicas y las cubiertas metálicas de cables deben estar puestas a tierra. Los bastidores y envolventes metálicas de todos los equipos, incluyendo las lámparas de contorno y luminarias portátiles, deben estar puestas a tierra.

ARTICULO 522

SISTEMAS DE CONTROL PARA PARQUES PERMANENTES DE DIVERSIONES

A. Generalidades

522-1 Alcance. Este artículo trata de la instalación de fuentes de alimentación de circuitos de control y de los conductores de circuitos de control para equipos eléctricos, incluyendo el alambrado de control asociado, en todas las estructuras o sobre ellas, que son parte integral de una instalación de diversiones permanente.

522-2 Definiciones.

Aparato de diversión. Aparato mecánico o electromecánico que proporciona una experiencia de diversión.

NOTA: Estos aparatos pueden incluir utilería animada, equipo para espectáculos de acción, figuras animadas y efectos especiales en coordinación con audio e iluminación para brindar una experiencia de diversión.

Aparato de movimiento. Aparato o combinación de aparatos que llevan, transportan o dirigen a las personas sobre o a través de un trayecto restringido o fijo dentro de un área definida con el propósito principal de diversión o entretenimiento.

Atracción de diversión permanente. Aparatos de movimiento, aparatos de entretenimiento o combinación de ellos que se instalan de manera que la transferencia o reubicación no es práctica.

Circuito de control. Para los propósitos de este Artículo, el circuito de un sistema de control que lleva las señales eléctricas que dirigen el desempeño del controlador, pero que no conduce la corriente principal de alimentación.

522-5 Limitaciones de tensión. La tensión de control debe ser de 150 volts a tierra de corriente alterna como máximo, o de 300 volts a tierra, de corriente continua.

522-7 Mantenimiento. Las condiciones de mantenimiento y supervisión deben garantizar que sólo personas calificadas atenderán la atracción de diversión permanente.

B. Circuitos de control

522-10 Fuentes de alimentación para los circuitos de control.

a) Circuitos de control de potencia limitada. Los circuitos de control de potencia limitada se deben alimentar de una fuente con salida nominal máxima de 30 volts y 1000 voltamperes.

1) Transformadores de control. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de control de potencia limitada deben cumplir las secciones aplicables de las Partes A y B del Artículo 450.

2) Otras fuentes de alimentación a circuitos de control de potencia limitada. Las fuentes de alimentación a circuitos de control de potencia limitada, diferentes de transformadores, deben estar protegidas por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo del 167 por ciento del valor nominal en voltamperes de la fuente de alimentación dividida por la tensión nominal. Los fusibles de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con fusibles de protección contra sobrecorriente de mayor valor nominal. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean una parte integral de la fuente de alimentación.

Con el fin de cumplir la limitación de 1000 voltamperes de 522-10(a), la salida máxima de las fuentes de alimentación, que no sean transformadores, se debe limitar a 2500 voltamperes, y el producto de la corriente máxima y la tensión máxima no debe exceder de 10 000 voltamperes. Estos valores se deben determinar derivando cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente.

b) Circuitos de control de potencia no limitada. Los circuitos de control de potencia no limitada no deben exceder de 300 volts. No se exigirá que la salida de la fuente de alimentación esté limitada.

1) Transformadores de control. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de control de potencia no limitada deben cumplir las secciones aplicables de las Partes A y B del Artículo 450.

2) Otras fuentes de alimentación de control de potencia no limitada. Las fuentes de alimentación de control de potencia no limitada, diferentes de transformadores, deben estar protegidas por dispositivos de protección contra sobrecorriente con valor nominal máximo del 125 por ciento del valor nominal en voltamperes de la fuente de alimentación dividida por la tensión nominal. Los fusibles de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con fusibles de protección contra sobrecorriente de mayor valor nominal. Se permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente sean una parte integral de la fuente de alimentación.

C. Métodos de alambrado del circuito de control

522-20 Conductores, barras colectoras y anillos colectores. Los conductores aislados del circuito de control deben ser de cobre y se permitirá que sean cableados o sólidos. Se permitirán ensambles de cables multiconductores.

Excepción 1: Se permitirá que las barras colectoras y los anillos colectores sean de materiales diferentes del cobre.

Excepción 2: Se permitirá que los conductores usados como dispositivos de propósito específico, tales como termopares y dispositivos térmicos de resistencia, sean de materiales diferentes del cobre.

522-21 Dimensionamiento de los conductores.

a) Conductores dentro de un ensamble o componente aprobado. Se permitirán conductores de tamaño 0.051 mm^2 (30 AWG) o más grandes dentro de un componente aprobado o como parte del alambrado de un ensamble aprobado.

b) Conductores dentro de una envolvente o una estación de operador. Se permitirán conductores de tamaño 0.051 mm^2 (30 AWG) o más grandes en un cable multiconductor y con cubierta dentro de una envolvente o una estación de operador. Los conductores en un cable multiconductor sin cubierta, tales como el cable de cinta, no deben ser de un tamaño inferior al 0.131 mm^2 (26 AWG). Los conductores sencillos no deben ser de un tamaño inferior al 0.212 mm^2 (24 AWG).

Excepción: Se permitirán conductores sencillos de tamaño 0.051 mm^2 (30 AWG) o más grandes para alambres para puentes y aplicaciones de alambrado especial.

c) Conductores fuera de una envolvente o una estación de operador. El tamaño de los conductores en un cable multiconductor y con cubierta no debe ser inferior al 0.131 mm^2 (26 AWG). Los conductores individuales no deben ser de un tamaño inferior al 0.824 mm^2 (18 AWG) y se deben instalar únicamente cuando sean parte de un método de alambrado reconocido en el Capítulo 3.

522-22 Ampacidad del conductor. Los conductores de tamaño del 1.31 mm^2 (16 AWG) y más pequeños no deben exceder los valores de corriente permanente de la Tabla 522-22.

522-23 Protección contra sobrecorriente para los conductores. Los conductores de tamaño 30 AWG hasta el 1.31 mm^2 (16 AWG) deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la ampacidad apropiada del conductor en la Tabla 522-22. Los conductores con tamaño mayor que 1.31 mm^2 (16 AWG) deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la ampacidad adecuada del conductor en la Tabla 310-15(b)(16).

522-24 Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización. Se permitirá que los circuitos de control estén con otros circuitos como se especifica en (a) y (b) a continuación).

Tabla 522-22.- Ampacidad del conductor basada en conductores de cobre

con aislamiento para 60ºC y 75ºC en una temperatura ambiente de 30ºC

Tamaño del conductor (AWG)	Ampacidad	
	60 ºC	75 ºC
30	-	0.5
28	-	0.8
26	-	1
24	2	2
22	3	3
20	5	5
18	7	7
16	10	10

1. Para temperaturas ambiente diferentes de 30ºC, se utilizan los factores de corrección de temperatura de la Tabla 310-15(b)(16).

2. Los ajustes de la ampacidad para conductores con aislamiento para 90 ºC o más se deben basar en las ampacidades en la columna de 75ºC.

a) Dos o más circuitos de control. Se permitirá que los circuitos de control ocupen el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización sin considerar si los circuitos individuales son de corriente alterna o de corriente continua, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor en el cable, charola portacables, envolvente o canalización.

b) Circuitos de control con circuitos de fuerza. Se permitirá que los circuitos de control se instalen con los conductores de fuerza tal como se especifica en (1) a (3) siguientes:

1) En un cable, envolvente o canalización. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza ocupen el mismo cable, envolvente o canalización únicamente cuando el equipo alimentado esté funcionalmente asociado.

2) En centros de control ensamblados en fábrica o en campo. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza se instalen en centros de control ensamblados en fábrica o en campo.

3) En un pozo de inspección. Se permitirá que los circuitos de control y los circuitos de fuerza se instalen como conductores subterráneos en un pozo de inspección, de acuerdo con una de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores del circuito de control o de fuerza estén en un cable con envolvente metálica o un cable tipo UF.

(2) Los conductores estén separados permanentemente de los conductores de fuerza por un elemento no conductor continuo fijado firmemente, tal como tubería flexible, además del aislamiento del conductor.

(3) Los conductores estén separados permanente y eficazmente de los conductores de fuerza y estén sostenidos fijamente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.

(4) En charolas portacables, cuando los conductores del circuito de control y los conductores de fuerza que no están funcionalmente asociados a ellos, estén separados por una barrera fija y sólida de un material compatible con la charola portacables, o cuando los conductores del circuito de control o de fuerza están en un cable con envolvente metálica.

522-25 Circuitos de control no puestos a tierra. Se permitirá que los sistemas separados derivados de corriente alterna y de corriente continua de 2 hilos, de 50 volts o más, no sean subterráneos, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Se exija la continuidad de la alimentación de control para una parada ordenada y metódica.

(2) Se instalen detectores de tierra en el sistema de control.

522-28 Circuitos de control en lugares mojados. Cuando existe la probabilidad de que ocurran contactos en lugares mojados, los circuitos de control de corriente continua de 2 hilos subterráneos se deben limitar a 30 volts máximo para corriente continua permanente o 12.4 volts pico para la corriente directa que es interrumpida dentro de un rango de 10 a 200 hertz.

ARTICULO 525

ATRACCIONES MOVILES, CIRCOS, FERIAS Y EVENTOS SIMILARES

A. Generalidades

525-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo y alambrado portátil para atracciones móviles, circos, ferias y eventos similares, incluyendo el alambrado en, o sobre, todas las estructuras.

525-2 Definiciones.

Estructuras portátiles. Unidades diseñadas para ser movidas e incluyen, pero no se limitan a, juegos mecánicos, atracciones, puestos dentro de la feria, carpas, remolques, camiones y unidades similares.

Operador. Individuo responsable de arrancar, detener y controlar un juego mecánico o de supervisar un puesto dentro de la feria.

525-3. Otros Artículos

a) Alambrado y equipo portátil. Cuando los requisitos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 525 difieran, los requisitos del Artículo 525 deben aplicarse al alambrado y al equipo portátil.

b) Estructuras permanentes. Los Artículos 518 y 520 deben aplicarse al alambrado de estructuras permanentes.

c) Equipos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. El Artículo 640 debe aplicarse al alambrado e instalación de equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

d). Atracciones que utilizan piscinas, fuentes e instalaciones similares con volúmenes contenidos de agua. Estos equipos se deben instalar cumpliendo los requisitos aplicables del Artículo 680.

525-5 Libramientos de los conductores aéreos.

a) Libramientos verticales. Los conductores deben estar a una distancia vertical con respecto al suelo de acuerdo con 225-18. Estas distancias se deben aplicar solamente al alambrado instalado en el exterior de tiendas y puestos dentro de la feria.

b) Libramientos a las estructuras portátiles.

1) De menos de 600 volts. Las estructuras portátiles se deben mantener a no menos de 4.50 metros en cualquier dirección de los conductores aéreos que operan a 600 volts o menos, excepto los conductores que alimentan a la estructura portátil. Las estructuras portátiles que se incluyen en 525-3(d) deben cumplir con lo establecido en la Tabla 680-8.

2) De más de 600 volts. Las estructuras no se deben ubicar debajo ni a una distancia menor de 4.50 metros medida horizontalmente y que se extiende verticalmente desde el suelo, de los conductores que funcionan a más de 600 volts.

525-6. Protección del equipo eléctrico. El equipo eléctrico y los métodos de alambrado en o sobre las estructuras portátiles deben estar provistos con protección mecánica cuando estén expuestos a daño físico.

B. Fuentes de alimentación

525-10. Acometidas. Las acometidas deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Protección. El equipo de acometida no debe instalarse en un lugar que sea accesible a personas no calificadas, a menos que el equipo esté encerrado bajo llave.

b) Montaje y ubicación. El equipo de acometida debe montarse sobre un soporte sólido e instalarse de tal manera que esté protegido de la intemperie, a menos que su construcción sea a prueba de intemperie.

525-11 Fuentes múltiples de alimentación. Cuando varias acometidas o sistemas derivados separados, o ambos, alimenten estructuras portátiles, los conductores de puesta a tierra de equipos de todas las fuentes de alimentación que sirven a dichas estructuras, separados por menos de 3.70 metros se deben conectar unidos en las estructuras portátiles. El conductor de unión debe ser de cobre y estar dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122 con base en el dispositivo más grande de protección contra sobrecorriente que alimenta a las estructuras portátiles, pero no debe tener un tamaño inferior al 13.3 mm^2 (6 AWG).

C. Métodos de alambrado

525-20. Métodos de alambrado

a) Tipo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles deben ser de tipo extra rudo. Cuando se utilicen cables o cordones flexibles y no estén expuestos a daño físico, se permite que sean aprobados para uso rudo. Cuando se utilicen en exteriores, los cordones y cables flexibles también deben estar aprobados para lugares mojados y deben ser resistentes a la luz solar. Se permitirá utilizar cordones o cables flexibles de uso extra rudo como alambrado permanente en juegos mecánicos y atracciones portátiles cuando no estén sometidos a daños físicos.

b) Monoconductores. Se permite el uso de cables monoconductores de tamaño nominal de 33.6 mm^2 (2 AWG) o mayor.

c) Conductores abiertos. Los conductores abiertos están prohibidos, excepto que formen parte de un ensamble aprobado o guirnalda de iluminación instalada de acuerdo con el Artículo 225.

d) Empalmes. Los cordones o cables flexibles deben ser continuos, sin empalmes o derivaciones, entre las cajas o accesorios

e) Conectores de cordón. No se deben dejar los conectores de cables en el suelo, a menos que estén aprobados para lugares mojados. Los conectores y conexiones de cables no se deben colocar en pasos de tráfico del público, o dentro de áreas accesibles al público, a menos que estén protegidos.

f) Soporte. El alambrado de un juego mecánico, atracción, carpa o estructura similar no debe estar soportado por otro juego o estructura, a menos que esté diseñado específicamente para ese propósito.

g) Protección. Los cordones o cables, accesibles al público, se deben disponer de modo que se reduzca al mínimo el riesgo de tropiezo y se permitirá que estén cubiertos por tapetes no conductores, siempre que los tapetes no constituyan un mayor riesgo de tropiezo que los cables descubiertos. Se permitirá enterrar los cables. No se deben aplicar los requisitos de 300-5.

h) Cajas y accesorios. Debe instalarse una caja o accesorio en cada punto de conexión, de salida, de desconexión o de empalme.

525-21 Juegos mecánicos, carpas y puesto dentro de la feria.

a) Medios de desconexión. Se debe tener un medio para desconectar cada estructura portátil de todos los conductores energizados. Los medios de desconexión deben estar ubicados a la vista desde la estación del operador y máximo a 1.80 metros de ella. Los medios de desconexión deben ser de fácil acceso para el operador, incluso cuando el juego mecánico está en funcionamiento. Cuando es accesible a personas no calificadas, el medio de desconexión debe ser del tipo de cierre con llave. Se permitirá como método de apertura del circuito un dispositivo de disparo en derivación que abra el desconectador con fusible o el interruptor automático cuando se cierre un interruptor ubicado en la consola del operador del juego mecánico.

b) Alambrado portátil dentro de las carpas y puestos dentro de la feria. El alambrado eléctrico para alumbrado colocado dentro de las carpas y puestos dentro de la feria, se debe instalar firmemente, y en donde esté expuesto al daño físico, debe contar con protección mecánica. Todas las lámparas para la iluminación general deben estar protegidas contra rotura accidental, mediante una luminaria adecuada o un portalámparas con protector.

525-22. Cajas portátiles de distribución o cajas de terminales. Las cajas de distribución portátiles o cajas terminales deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Construcción. Las cajas deben estar diseñadas de modo que ninguna parte energizada quede expuesta excepto cuando sea necesario para revisión, supervisión, ajuste o mantenimiento por personas calificadas. Cuando se hagan las instalaciones en exteriores, las cajas deben ser a prueba de intemperie y estar montadas de forma que el fondo de la envolvente no se encuentre a menos de 15 centímetros del piso.

b) Barras colectoras y terminales. Las barras colectoras deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del alimentador que alimenta la caja. Cuando los conductores terminen directamente en la barra colectora se deben instalar conectores para barras colectoras.

c) Contactos y protección contra sobrecorriente. Los contactos deben tener una protección contra sobrecorriente instalada dentro de la caja. La protección contra sobrecorriente no debe exceder la capacidad de conducción de corriente del contacto, a excepción de lo permitido por el Artículo 430 para cargas de motores.

d) Conectores monopolares. Cuando se utilicen conectores monopolares, deben cumplir con lo indicado en 530-22.

525-23 Protección mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.

a) Cuando se exige protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. La protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra para el personal se debe proporcionar en los casos siguientes:

(1) Todos los contactos que no sean del tipo de seguridad, de 120 volts, 1 fase, de 15 y 20 amperes usados para el ensamble y desensamble o que sean de fácil acceso para el público general.

(2) El equipo de fácil acceso para el público general y alimentado por un circuito derivado de 120 volts, 1 fase y de 15 ó 20 amperes.

Se permitirá que el interruptor de circuito contra fallas a tierra sea una parte integral de la clavija de conexión o esté localizado en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor de 30 centímetros de la

clavija de conexión. Se permitirán juegos de cordones que incorporen protección del personal mediante interruptores de circuito contra fallas a tierra.

b) Cuando no se exige protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. Los contactos que no son accesibles desde el nivel del piso y que solamente faciliten la desconexión y reconexión rápidas del equipo eléctrico no se exigirá que tengan protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. Estos contactos deben ser del tipo de seguridad.

c) Cuando no se permite protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. La iluminación de las salidas de la feria no debe estar protegida con interruptores de circuito contra fallas a tierra.

D. Puesta a tierra y unión

525-30. Unión de los equipos. Se deben unir todos los siguientes equipos que estén conectados a la misma fuente de alimentación:

(1) Canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica.

(2) Envolventes metálicas de equipo eléctrico.

(3) Estructuras metálicas y partes metálicas de las estructuras portátiles, remolques, camiones y tracto camiones, u otro equipo que contenga o sirva de apoyo a equipo eléctrico.

Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito que alimenta a los equipos de los numerales (1), (2) o (3), que probablemente energicen la parte o armazón metálicos, sirva como el medio de unión.

525-31. Puesta a tierra de los equipos. Todo equipo que requiera estar puesto a tierra, debe ser conectado a un conductor de puesta a tierra, de tipo y tamaño reconocido en 250-118 e instalado de acuerdo con las Partes F y G del Artículo 250. El conductor de puesta a tierra de equipo debe estar unido al conductor puesto a tierra del sistema, en los medios de desconexión de la acometida, o en el caso de un sistema derivado separado tal como un generador, en el mismo generador o en el primer medio de desconexión principal alimentado por el generador. El conductor puesto a tierra del circuito no debe estar conectado al conductor de puesta a tierra de equipo en el lado carga de los medios de desconexión de la acometida o en el lado carga de los medios de desconexión del sistema derivado separado.

525-32 Aseguramiento de la continuidad del conductor de puesta a tierra. La continuidad del sistema del conductor de puesta a tierra usado para reducir los riesgos de choque eléctrico, como lo exigen 250-114, 250-138, 406-4(c) y 590-4(d), se debe verificar cada vez que se conecte el equipo eléctrico portátil.

ARTICULO 530

ESTUDIOS DE CINE, TELEVISION Y LUGARES SIMILARES

A. Generalidades

530-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a estudios de cine y televisión que utilicen ya sea cámaras de película o electrónicas, a excepción de lo indicado en 520-1, y estaciones de cambio, fábricas, laboratorios, escenarios o partes de un edificio donde se exponen, revelen, impriman, corten, editen, reparen o almacenen películas o cintas de más de 22 milímetros de ancho.

NOTA.- Para información adicional sobre los métodos de protección contra los riesgos que suponen las películas de nitrato de celulosa, véase el apéndice B.

530-2. Definiciones

Araña (bloque de empalme de cables). Dispositivo que contiene barras colectoras que están aisladas una de otra, con el propósito de empalmar o distribuir energía a cables portátiles y cordones que tienen terminales con conectores monopolares para barras colectoras.

Caja de conexiones mediante clavijas. Un dispositivo de corriente continua que consiste en uno o más contactos de 2 polos, 2 hilos, con contactos no polarizados ni puestos a tierra, diseñados para usarse en circuitos de corriente continua exclusivamente.

Caja de distribución de alimentación de corriente alterna (caja de conexiones mediante clavijas en corriente alterna, caja de distribución): Caja o centro de distribución de corriente alterna que contiene uno o más contactos polarizados y con polo a tierra y puede contener dispositivos de protección contra sobrecorriente.

Conector separable de 1 polo. Un dispositivo que es instalado al final de cables portátiles, flexibles y monoconductores que es utilizado para establecer la conexión o desconexión entre dos cables o un cable y un conector separable, de 1 polo y montado en tablero.

Efectos de escenario (efectos especiales). Una pieza eléctrica o electromecánica de equipo utilizada para simular un efecto visual o auditivo, tales como máquinas de viento, simuladores de rayos o destellos, proyectores de puesta de sol y similares.

Equipo portátil. Equipo diseñado para poder moverse de un lugar a otro.

Escenario (set). Un área específica constituida de escenografía temporal y utilería, diseñada y arreglada para una escena particular en una producción cinematográfica o de televisión.

Estudio de cine (set). Un edificio o grupo de edificios y otras estructuras diseñadas, construidas o permanentemente modificadas para ser utilizadas por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas o programas de televisión.

Estudio de televisión o escenario cinematográfico (Estudio de sonido). Edificio o parte de un edificio usualmente aislado del ruido exterior y de la luz natural, utilizado por la industria del entretenimiento con el propósito de producir películas, programas de televisión o comerciales.

Interruptor de seguridad. Un interruptor de seguridad montado en pared y que se puede operar externamente, el cual puede o no contener protección contra sobrecorriente, y que está diseñado para la conexión de cables y cordones portátiles.

Locación. Un lugar fuera del estudio de cine, donde se filma o se graba una parte de una producción (película).

Pedestal para lámpara (luz de trabajo). Un pedestal portátil que contiene una luminaria de propósito general o un portalámpara con guarda, con el propósito de proporcionar iluminación general en el estudio o escenario.

Tablero de exteriores. Equipo portátil que contiene uno o más contactores con protección contra sobrecorriente, diseñado para el control remoto del alumbrado del escenario.

Utilería de escenario. Artículo u objeto utilizado como un elemento visual en una producción de cine o televisión, a excepción de escenografías pintadas y vestuario.

530-6. Equipo portátil. Se permite utilizar provisionalmente, en exteriores, un escenario portátil y equipo de alumbrado de estudio y el equipo portátil de distribución de energía eléctrica, si el equipo provisto es supervisado por personal calificado mientras está energizado y que esté separado del público en general mediante barreras.

B. Escenario (set)

530-11. Alambrado permanente. El alambrado permanente debe ser con cables de los tipos MC o AC que tengan un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, cable del tipo MI o en canalizaciones aprobadas.

Excepción: Se permite que los circuitos de comunicación; circuitos de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; circuitos de control remoto o de señalización Clase 1, Clase 2 y Clase 3, y circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada, sean alambrados de acuerdo con lo indicado en los Artículos 640, 725, 760 y 800.

530-12. Alambrado portátil.

a) Alambrado para el escenario. El alambrado para la iluminación del escenario, y otros alambrados de suministro, no fijos a las locaciones, debe estar hecho con cables y cordones flexibles de uso rudo aprobados. Cuando esté expuesto a daño físico, este alambrado debe ser con cordones y cables flexibles para uso extra rudo aprobados. Se permiten empalmes y derivaciones si la carga total conectada no excede la ampacidad máxima del cable o cordón.

b) Efectos de escenario y equipo eléctrico utilizado como utilería del escenario. Se permite que el alambrado para los efectos de escenario y equipo eléctrico utilizado como utilería del escenario, sea hecho con cordones o cables flexibles monoconductores o multiconductores aprobados, si los conductores están protegidos contra daño físico y asegurados al escenario mediante amarres de cables o grapas aisladas. Se permiten empalmes o derivaciones cuando estén hechos con dispositivos aprobados y los circuitos estén protegidos a no más de 20 amperes.

c) Otros equipos eléctricos. Se permiten los cordones y cables diferentes de los de uso extra rudo, cuando se suministran como una parte de un conjunto aprobado.

530-13. Control del alumbrado y de los efectos del escenario. Los interruptores utilizados para el alumbrado del escenario y efectos en el escenario (en el escenario y en locaciones) deben ser operables desde el exterior. Cuando se utilicen contactores como medio de desconexión para fusibles, debe instalarse un interruptor individual operable desde el exterior, con valor nominal adecuado, para el control de cada contactor y debe estar ubicado a una distancia no mayor que 1.80 metros de dicho contactor, además de los interruptores de control remoto. Se permite utilizar un solo interruptor operable desde el exterior para desconectar simultáneamente todos los contactores en cualquier tablero de exteriores, cuando se localice a una distancia no mayor que 1.80 metros de dicho tablero.

530-14. Cajas de conexiones mediante clavijas. Cada contacto de las cajas de contactos de corriente continua debe tener un valor nominal no menor que 30 amperes.

530-15. Envolvente y resguardo de las partes vivas

a) Partes vivas. Las partes vivas deben estar encerradas o resguardadas para prevenir cualquier contacto accidental con personas y objetos.

b) Interruptores. Todos los interruptores deben ser operables desde el exterior.

c) Reóstatos. Los reóstatos deben colocarse en gabinetes o cajas que encierren todas las partes vivas, teniendo expuestas solamente las manijas de operación.

d) Partes portadoras de corriente. Las partes portadoras de corriente de interruptores de seguridad, tablero de exteriores, arañas y cajas de conexiones mediante clavijas deben estar encerradas, resguardadas, o localizadas de forma tal que las personas no puedan accidentalmente entrar en contacto con ellas o poner materiales conductores que entren en contacto con dichas partes.

530-16. Lámparas portátiles. Las lámparas portátiles y luces de trabajo deben estar equipadas con cordones flexibles, portalámparas de porcelana con pantalla metálica y protectores sólidos.

Excepción: Las lámparas portátiles utilizadas como utilería en un escenario de cine o televisión, o en un estudio o en locaciones, no deben considerarse como lámparas portátiles para el propósito de esta sección.

530-17. Lámparas de arco portátiles

a) Lámparas de arco de carbón portátiles. Las lámparas de arco de carbón portátiles deben ser de construcción sólida. El arco debe producirse en una envolvente diseñada para evitar la salida de chispas y carbones, y para impedir que personas o materiales entren en contacto con el arco o con partes vivas desnudas. Las envolventes deben estar ventiladas y todos los desconectadores deben ser operables desde el exterior.

b) Lámparas por arco eléctrico de material diferente del carbón, portátiles. Las lámparas de arco, de material diferente del carbón, incluidas las lámparas de arco eléctrico encerradas y sus balastros asociados, deben estar aprobadas. Los juegos de cordones y cables de conexión deben ser tipo uso extra rudo aprobados.

530-18. Protección contra sobrecorriente - Generalidades. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente automáticos (interruptores automáticos o fusibles) para la iluminación de un escenario de un estudio cinematográfico y sus respectivos cables de alimentación deben cumplir con (a) hasta (g) siguientes. La ampacidad máxima permitida en un conductor, cable o cordón de un tamaño dado, debe ser la indicada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

a) Cables en el escenario. Los cables para la iluminación del escenario deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente ajustados a no más de 400 por ciento de la ampacidad indicada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400.

b) Alimentadores. En edificaciones utilizadas fundamentalmente para producción cinematográfica, los alimentadores desde las subestaciones a los escenarios deben protegerse con dispositivos contra sobrecorriente (generalmente localizados en la subestación) que tengan una capacidad de conducción adecuada. Se permite que los dispositivos contra sobrecorriente puedan ser multipolares o monopolares de operación en grupo. No se requiere un polo en el conductor neutro. El ajuste del dispositivo contra sobrecorriente para cada alimentador no debe exceder 400 por ciento de la ampacidad del alimentador, como se indica en las tablas aplicables del Artículo 310.

c) Protección de los cables. Los cables se deben proteger con pasacables cuando pasen a través de envolventes y se deben disponer de manera que la tensión mecánica del cable no se transmita a las conexiones. Cuando los conductores de alimentación pasen a través de metal, se deben aplicar los requisitos de la Sección 300-20.

Se permite que los cables de un alimentador portátil penetren provisionalmente muros, pisos o plafones clasificados como resistentes al fuego, siempre y cuando:

(1) La abertura sea de un material no combustible.

(2) Cuando esté en uso, la abertura esté cerrada con un sello provisional de un material certificado como resistente al fuego;

(3) Cuando no esté en uso, la abertura esté tapada con un material con capacidad de resistencia al fuego equivalente.

d) Tableros de exteriores. Se debe proporcionar protección contra sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos) en los tableros de exteriores. Los fusibles en los tableros de exteriores deben tener una capacidad no mayor que 400 por ciento de la ampacidad de los cables entre los tableros de exteriores y las cajas de conexiones mediante clavijas.

e) Cajas de conexiones mediante clavijas. Los cables y cordones alimentados a través de las cajas de conexiones mediante clavijas deben ser de cobre. Los cables y cordones de tamaños menores a 8.37 mm^2 (8 AWG) deben sujetarse a la caja de conexiones mediante una clavija que contenga dos cartuchos fusibles o un interruptor automático de 2 polos. La capacidad de los fusibles o el ajuste del interruptor automático no debe ser mayor que 400 por ciento de la ampacidad de los cables o cordones indicada en las tablas aplicables de los Artículos 310 y 400. Las cajas de conexiones mediante clavijas no se permiten en sistemas de corriente alterna.

f) Cajas de distribución de alimentación de corriente alterna. Las cajas de distribución de alimentación de corriente alterna utilizadas en los estudios de sonido y en tomas exteriores deben tener contactos del tipo polarizado y de puesta a tierra.

g) Alumbrado. Las conexiones de las luces de trabajo, lámparas de pedestal y luminarias de 1000 watts o menos, conectadas a cajas de conexiones mediante clavijas de corriente continua se deben hacer mediante clavijas con dos fusibles de cartucho no mayores de 20 amperes, o pueden conectarse a salidas especiales en circuitos protegidos por fusibles o interruptores automáticos de valor nominal no mayor que 20 amperes. Los fusibles de tapón no se deben usar a menos que estén en el lado carga del fusible o del interruptor automático en el tablero de exteriores.

530-19. Dimensionamiento de los conductores de alimentadores para estudios de televisión

a) Generalidades. Se permite aplicar los factores de demanda incluidos en la Tabla 530-19(a) a la parte de la máxima carga posible conectada para el alumbrado del estudio o del escenario, para todos los alimentadores permanentemente instalados entre las subestaciones y los escenarios, y todos los alimentadores permanentemente instalados entre el tablero de distribución del escenario y los centros de carga del escenario o de los tableros de exteriores.

Tabla 530-19(a).- Factores de demanda para el alumbrado del escenario

Parte de la carga de alumbrado del escenario a la cual se le aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda del alimentador %
Primeros 50 000 o menos	100
De 50 001 a 100 000	75
De 100 001 a 200 000	60
Excedente a 200 000	50

b) Alimentadores portátiles. Se permite aplicar un factor de demanda de 50 por ciento de la máxima carga posible conectada a todos los alimentadores portátiles.

530-20. Puesta a tierra. Los cables tipo MC o MC-HL, tipo MI y el tipo AC que tiene un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipo, las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los aparatos, dispositivos y equipo, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos. Esto no se aplica a lámparas colgantes y portátiles, ni al alumbrado y equipo de sonido portátil del escenario, ni a cualquier otro equipo de escenario portátil o especial que opere a no más de 150 volts a tierra en corriente continua.

530-21. Clavijas y contactos

a) Capacidad. Debe indicarse la capacidad de las clavijas y de los contactos incluyendo los conectores de cordón y dispositivos con reborde o pestaña, en amperes. La tensión nominal de las clavijas y de los contactos no debe ser menor que la tensión del circuito. La corriente nominal de las clavijas y de los contactos

para circuitos de corriente alterna, no debe ser menor que la corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del alimentador o del circuito derivado. No debe aplicarse la Tabla 210-21(b)(2).

b) Intercambiabilidad. Se permite que las clavijas y contactos utilizados en equipo profesional portátil cinematográfico o de televisión, sean intercambiables para utilizarse en corriente alterna o corriente continua siempre y cuando estén aprobados para utilizarse en ambos tipos de corriente y sean marcados de manera adecuada para identificar el sistema al cual están conectados.

530-22. Conectores separables de un polo.

a) Generalidades. Cuando se utilicen conectores para cables portátiles de un polo de corriente alterna deben estar aprobados y ser del tipo con seguro. Las Secciones 400-10, 406-7 y 406-8 no se deben aplicar a conexiones separables de un polo, ni a conjuntos de cables de un solo conductor que utilizan conectores separables de un polo aprobados. Cuando se suministren ensambles en paralelo de conectores separables de un polo portadores de corriente, como dispositivos de entrada, deben rotularse en forma claramente visible con una indicación precautoria indicando la presencia de conexiones paralelas internas. El uso de los conectores separables de un polo debe cumplir cuando menos con una de las siguientes condiciones:

(1) La conexión y desconexión de los conectores sólo es posible cuando los conectores de alimentación estén bloqueados con la fuente de alimentación y no es posible conectarlos o desconectarlos cuando la alimentación esté energizada.

(2) Los conectores de línea deben ser del tipo bloqueo secuencial aprobado, de tal manera que la carga sea conectada en la siguiente secuencia:

a. Conexión del conductor de puesta a tierra de equipo.

b. Conexión del conductor del circuito puesto a tierra, si existe.

c. Conexión del conductor no puesto a tierra y la desconexión debe ser en orden inverso.

(3) Se debe colocar una nota de advertencia al lado de los conectores de línea indicando que la conexión de clavijas debe seguir el siguiente orden:

a. Conectores del conductor de puesta a tierra de equipo.

b. Conectores del conductor puesto a tierra, si existe.

c. Conectores del conductor no puesto a tierra y la desconexión debe ser en orden inverso.

b) Intercambiabilidad. Se permite que los conectores monopolares separables de un polo utilizados en equipo profesional portátil cinematográfico o de televisión, sean intercambiables para utilizarse en corriente alterna o corriente continua, o para diferentes capacidades de corriente, siempre y cuando estén aprobados para utilizarse en ambos tipos de corriente y sean marcados de manera adecuada para identificar el sistema al cual están conectados.

530-23. Circuitos derivados. Se permite que un circuito derivado de cualquier capacidad que alimente a uno o más contactos, alimente cargas de alumbrado del escenario.

C. Camerinos

530-31. Camerinos. El alambrado fijo en los camerinos se debe instalar de acuerdo con los métodos de alambrado cubiertos en el Capítulo 3. El alambrado de camerinos portátiles debe estar aprobado.

D. Mesas de ver, cortar y montar

530-41. Lámparas en las mesas. En las mesas de ver, cortar y montar se deben usar únicamente portalámparas de materiales compuestos o recubiertos de metal, sin apagador, de cubierta metálica o porcelana, equipadas con medios adecuados para proteger a las lámparas contra daño físico y del contacto con las películas y deshechos de películas.

E. Cámaras de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa

530-51. Lámparas en las cámaras para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. Las lámparas en cámaras de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa deben instalarse en luminarias rígidas del tipo encerradas en vidrio y con empaques. Las lámparas deben controlarse mediante un interruptor que tenga un polo en cada conductor de fase. Este interruptor debe localizarse fuera de la cámara, y estar provisto con una luz piloto que indique si el interruptor está cerrado o abierto. Este interruptor debe desconectar de todas las fuentes de alimentación, a todos los conductores de fase que terminen en cualquier salida en el interior de la cámara.

530-52. Equipo eléctrico en las cámaras para almacenamiento de películas de nitrato de celulosa. Ningún contacto, salida, calentadores, luces portátiles o cualquier otro equipo portátil, debe estar ubicado en el interior de las cámaras de almacenamiento de películas de nitrato de celulosa, excepto lo que se permite en 530-31. Se permite el uso de motores eléctricos si están aprobados para la aplicación y cumplen con el Artículo 500, Clase I, División 2.

F. Subestaciones

530-61. Subestaciones. El alambrado y equipo de más de 600 volts, deben cumplir con el Artículo 490.

530-62. Subestaciones portátiles. El alambrado y equipos de subestaciones portátiles deben cumplir lo establecido en las secciones que aplican a instalaciones en subestaciones fijas permanentes, pero, debido al menor espacio disponible, se permite reducir el espacio de trabajo, siempre que los equipos estén instalados de modo que los operarios puedan trabajar con seguridad y que cualquier persona que esté en la cercanía no pueda entrar en contacto accidental con partes portadoras de corriente ni poner objetos conductores en contacto con dichas partes mientras están energizadas.

530-63. Protección contra sobrecorriente de generadores de corriente continua. Los generadores de 3 hilos deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con la Sección 445-12(e).

530-64. Tableros de distribución de corriente continua.

a) Generalidades. No se requiere que los tableros de distribución de máximo 250 volts de corriente continua entre conductores, sean de frente muerto, cuando están localizados en subestaciones o cuartos de tableros de distribución accesibles solamente a personas calificadas.

b) Bastidor de los interruptores. No se requiere que los bastidores de los interruptores automáticos de corriente continua instalados en tableros de distribución estén conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

ARTICULO 540

CABINAS DE PROYECCION DE CINE

A. Generalidades

540-1. Alcance. Los requerimientos de este Artículo se aplican a las cabinas de proyección de cine, a los proyectores de cine y al equipo asociado del tipo profesional y no profesional que utilicen como fuentes de luz lámparas incandescentes, de arco de carbón, de xenón, o de cualquier otro equipo de fuente luminosa que pueda producir gases, polvos o radiaciones peligrosas.

B. Definiciones

540-2. Proyector profesional. El proyector profesional es el que usa película de 35 milímetros o 70 milímetros con un ancho mínimo de 35 milímetros, y tiene en cada borde 212 perforaciones por metro, o el que usa fuentes luminosas de arco de carbón, xenón u otro equipo de fuente luminosa que genere gases, polvos o radiaciones peligrosas.

540-3. Proyectores no profesionales. Los proyectores no profesionales son aquellos tipos diferentes a los descritos en 540-2.

C. Equipo y proyectores tipo profesional

540-10. Cabina de proyección cinematográfica requerida. Todo proyector tipo profesional debe estar ubicado dentro de una cabina de proyección. Cada cabina de proyección debe ser de construcción permanente, aprobada para el tipo de edificio en que estén ubicadas. Todas las aberturas de proyección, las de reflectores, de observación, y cualquier otra abertura similar, deben estar provistas con vidrio u otro material aprobado que cierre completamente la abertura. Tales cabinas no deben ser consideradas áreas peligrosas (clasificadas) como se define en el Artículo 500.

540-11. Localización de equipo eléctrico asociado

a) Grupos Motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipo similar.

Los grupos motogeneradores, transformadores, rectificadores, reóstatos y equipos similares para alimentación o control de la corriente del equipo de proyección o reflectores, deben estar ubicados, cuando se usa película de nitrato, en un cuarto separado. Cuando estén instalados en la cabina de proyección, deben estar ubicados o protegidos de modo que los arcos o chispas no puedan entrar en contacto con la película. Los extremos del conmutador o los extremos de los grupos motogeneradores deben cumplir con una de las condiciones de (1) a (6) siguientes:

1) Tipos. Deben ser de tipo totalmente cerrado, de tipo cerrado con enfriamiento por ventilador, o de tipo cerrado con ventilación por ducto.

2) Cuartos o carcasas separadas. Deben estar encerrados en cuartos o carcasas separadas fabricados con un material no combustible, construidos de manera que se expulsen las pelusas o las partículas transportadas en el aire, y que estén ventilados apropiadamente desde una fuente de aire limpio.

3) Tapas metálicas sólidas. Deben tener la escobilla o extremo del contacto deslizante del motogenerador, encerrados con cubiertas metálicas sólidas.

4) Carcasas metálicas herméticas. Deben tener las escobillas o contactos deslizantes encerrados en cajas metálicas herméticas y rígidas.

5) Semienvolventes superior e inferior. Deben tener la mitad superior de la escobilla o extremo del contacto deslizante del motogenerador, encerrada en una malla de alambre o metal perforado, y la mitad inferior encerrada mediante cubiertas metálicas sólidas.

6) Mallas de alambre o metal perforado. Deben tener mallas de alambre o metal perforado colocadas en el conmutador en los extremos de la escobilla. Ninguna dimensión de cualquier abertura en la malla de alambre o metal perforado debe exceder de 1.25 milímetros, independientemente de la forma de la abertura y del material utilizado.

b) Interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente u otros equipos. No se deben instalar en las cabinas de proyección interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente, u otros equipos que no sean necesarios normalmente para el funcionamiento de los proyectores cinematográficos, equipos de audio, lámparas de alta intensidad u otros efectos especiales ni otros equipos.

Excepción 1: En las cabinas de proyección aprobadas para uso únicamente de películas de acetato de celulosa (de seguridad), se permite la instalación de equipo eléctrico auxiliar usado en conjunto con la operación del equipo de proyección y el control de luces, telones, equipo de audio y equipo similar. En las cabinas de proyección se debe colocar en el exterior de la puerta de la cabina y dentro de la misma en un lugar claro y visible un letrero con la leyenda: **"Sólo se permite en esta cabina película de seguridad".**

Excepción 2: Se permitirá que los Interruptores de control remoto de las luces del auditorio, o los interruptores para el control de los motores que operan el telón o cubiertas de la pantalla de proyección se instalen en la cabina de proyección.

c) Sistemas de emergencia. El control de los sistemas de emergencia debe cumplir con el Artículo 700,

540-12. Espacio de trabajo. Cada proyector, luz de alta intensidad, reflector o equipo similar, debe tener un espacio libre de trabajo no menor que 75 centímetros a cada lado y por detrás de dichos equipos.

Excepción: Se permite un espacio igual entre dos piezas adyacentes de equipo.

540-13. Tamaño del conductor. Los conductores que alimenten salidas para proyectores de arco y de xenón del tipo profesional no deben ser de tamaño inferior al 8.37 mm^2 (8 AWG), y deben tener una ampacidad no inferior a la corriente nominal del proyector empleado. Los conductores para proyectores del tipo incandescente deben ajustarse a los requerimientos de alambrado indicados en 210-24.

540-14. Conductores para lámparas y equipos que se calientan. Se deben usar conductores aislados con una capacidad de temperatura de operación no menor que 200 C, en todas las lámparas u otros equipos donde la temperatura ambiente en los conductores instalados exceda de 50C.

540-15. Cordones flexibles. En equipos portátiles se deben usar cordones aprobados para uso rudo como se indica en la Tabla 400-4.

540-20 Requisitos de aprobación. Los proyectores y envolventes para lámparas de arco, de xenón o incandescentes, así como los rectificadores, transformadores, reóstatos y equipos similares, deben estar aprobados.

540-21. Marcado. Los proyectores y otros equipos deben estar marcados con el nombre del fabricante o marca comercial, y con la tensión y la corriente para las cuales están diseñados de acuerdo con lo indicado en 110-21.

D. Proyectores no profesionales

540-31. Proyectores que no necesitan cabina de proyección. Los proyectores del tipo no profesional o miniatura, cuando empleen película de acetato de celulosa (de seguridad), pueden operar sin una cabina de proyección.

540-32 Requisitos de aprobación. Los equipos de proyección deben estar aprobados.

E. Equipos para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio

540-50. Equipos para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio. El equipo para procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio debe instalarse como se especifica en el Artículo 640.

ARTICULO 545

EDIFICIOS PREFABRICADOS

545-1. Alcance. Este Artículo establece los requisitos para los edificios prefabricados y los componentes de edificios que se definen más adelante.

545-2. Definiciones

Componente de un edificio: Cualquier subsistema, subconjunto u otro sistema diseñado para usarse dentro, integrarse o formar parte de una estructura, la cual puede incluir sistemas estructurales, mecánicos, de fontanería, eléctricos, de protección contra incendios y contra otros agentes que afecten la salud y la seguridad.

Construcción cerrada: Cualquier edificio, componente de un edificio, conjunto, o sistema prefabricado de modo que ninguna de las partes ocultas del proceso de fabricación se pueda inspeccionar después de su instalación en el sitio de la obra, sin desarmar, dañar o destruir.

Edificio prefabricado: Cualquier edificio de construcción cerrada hecha o ensamblado en fábrica, o en un lugar distinto a donde vaya a estar instalada, o para ensamble e instalación en el sitio previsto para el edificio, y que no sea una casa prefabricada, vivienda móvil, remolque ni vehículo de recreo.

Sistemas de un edificio: El conjunto de planos, especificaciones y documentos de un sistema de edificios prefabricados o para un tipo o sistema de componentes de un edificio, el cual pueda incluir sistemas estructurales, eléctricos, mecánicos, de fontanería, de protección contra incendios y contra otros agentes que afecten la salud y la seguridad, y que incluyan las variaciones que estén específicamente permitidas por los reglamentos de construcción, en los cuales las variaciones se presenten como parte del sistema del edificio o como modificaciones del mismo.

545-4. Métodos de alambrado

a) Métodos permitidos. Todos los métodos de alambrado y canalización incluidos en esta NOM y aquellos otros sistemas de alambrado específicamente diseñados y aprobados para su uso en inmuebles prefabricados, se permiten con accesorios aprobados e identificados para inmuebles prefabricados.

b) Fijación de cables. En construcción cerrada, sólo se permite fijar los cables en gabinetes, cajas o accesorios cuando se usen conductores de tamaño nominal 5.26 mm^2 (10 AWG) o menor y estén protegidos contra daño físico.

545-5. Conductores de acometida. Debe haber medios para llevar la acometida, alimentador o circuito derivado hasta los conductores de los medios de desconexión de la acometida o del edificio.

545-6. Instalación de los conductores de acometida. Los conductores de la acometida se deben instalar después erigir el ensamble en su sitio.

Excepción: Cuando se conoce el punto de fijación antes de la fabricación.

545-7. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida debe estar instalado de acuerdo con lo indicado en 230-70.

545-8. Protección de conductores y equipos. Se debe proporcionar la protección para conductores y equipo expuestos durante los procesos de fabricación, embalaje, transporte y ensamble de la obra en el sitio.

545-9. Cajas

a) Otras dimensiones. Se permite el uso de cajas de dimensiones diferentes a aquellas requeridas en la Tabla 314-16(a), cuando estén probadas, identificadas y aprobadas.

b) De no más de 1650 cm^3. Cualquier caja de no más de 1650 cm^3, diseñada para instalarse en construcción cerrada, debe fijarse con anclajes o abrazaderas para que la instalación sea rígida y segura.

545-10. Contactos o interruptores con envolvente integral. Se permite instalar contactos o interruptores con envolvente y sus medios de montaje integrales, cuando estén identificados y aprobados.

545-11. Unión y puesta a tierra. Los tableros prealambrados y los componentes de un edificio deben tener medios para la unión y puesta a tierra de todas las partes metálicas expuestas que puedan ser energizadas, de acuerdo con el Artículo 250, Partes E, F y G.

545-12. Conductor del electrodo de puesta a tierra. Se deben hacer las previsiones necesarias para el paso del conductor del electrodo de puesta a tierra, desde el equipo de acometida, alimentador o circuito derivado hasta el punto de unión con el electrodo de puesta a tierra.

545-13. Interconexión de los componentes. Se permite el uso de accesorios y conectores que se destinen a quedar ocultos en el momento del ensamble en la obra, cuando estén aprobados, para la conexión de módulos u otros componentes del inmueble. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto al aislamiento, elevación de temperatura, y corrientes de falla, y deben ser capaces de soportar las vibraciones y movimientos leves que ocurren en los componentes del edificio prefabricado.

ARTICULO 547

CONSTRUCCIONES AGRICOLAS

547-1. Alcance. Este Artículo se aplica a los edificios agrícolas o partes de ellos o áreas adyacentes de naturaleza similar o parecida, según se especifica en (a) o (b) siguientes:

a) Polvo excesivo y polvo con agua. Las edificios agrícolas en los que se pueda acumular polvo excesivo o polvo con agua, incluyendo todas las áreas de las aves de corral, ganado y sistemas de cría de peces, donde pueda acumularse polvo esparcido o polvo de alimento, incluyendo partículas de alimentos minerales.

b) Atmósfera corrosiva. Los edificios agrícolas donde existan atmósferas corrosivas. Estas construcciones incluyen áreas en las que:

(1) El excremento de las aves de corral y animales puede causar vapores corrosivos.

(2) Las partículas corrosivas pueden combinarse con agua;

(3) El área sea húmeda y mojada por razones de lavado periódico para limpieza y saneamiento con agua y agentes limpiadores.

(4) Existen condiciones similares.

547-2 Definiciones.

Dispositivo de seccionamiento en el lugar. Medio de seccionamiento instalado en el punto de distribución con fines de seccionamiento, mantenimiento del sistema, desconexión de emergencia o conexión opcional de sistemas de reserva

Plano equipotencial. Area donde una malla metálica u otros elementos conductores están embebidos o colocados bajo concreto, unidos a todas las estructuras metálicas y equipos no eléctricos fijos que se pueden energizar, y están conectados al sistema de puesta a tierra eléctrico, para prevenir que dentro de este plano se desarrolle una diferencia de potencial.

Punto de distribución. Punto de alimentación eléctrica desde el cual se alimentan acometidas aéreas, entradas de servicio, alimentadores o circuitos derivados que van a los edificios o estructuras utilizadas bajo una sola administración.

NOTA No. 1: Los puntos de distribución también se conocen como poste del patio central, poste del medidor o punto de distribución común.

NOTA No. 2: El punto de acometida, como se define en el Artículo 100 es, por lo general, el punto de distribución.

547-3. Otros Artículos. Para construcciones agrícolas que no tengan las condiciones indicadas en 547-1, las instalaciones eléctricas deben ejecutarse de acuerdo con los Artículos aplicables de esta NOM.

547-4. Temperatura superficial. Los equipos o artefactos eléctricos instalados de acuerdo con las disposiciones de este Artículo, se deben instalar de modo que funcionen correctamente a plena carga sin que su temperatura superficial exceda la temperatura de operación normal del equipo o artefacto.

547-5. Métodos de alambrado.

a) Sistemas de alambrado. Se emplearán los métodos de alambrado basados en cables tipo UF, NMC, SE de cobre cable tipo MC o MC-HL con cubierta, tubo conduit de policloruro de vinilo, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, u otros cables o canalizaciones adecuadas para el lugar, con accesorios terminales aprobados. Se permitirá utilizar los métodos de alambrado del Artículo 502, Parte B para las áreas descritas en 547-1(a).

NOTA: Véanse 300-7 352-44 y 355-44 para la instalación de sistemas de canalización expuestos a grandes variaciones de temperatura.

b) Montaje. Todos los cables se deben fijar a una distancia no mayor que 20 centímetros de cada gabinete, caja o accesorio. Para los edificios cubiertos por este Artículo no se requiere del espacio de aire de 6 milímetros para cajas, tubo conduit y accesorios no metálicos según la Sección 300-6(d).

c) Envolventes de equipos, cajas, cajas de paso y accesorios.

1) Polvo excesivo. Las envolventes de equipos, cajas, cajas de paso y accesorios instalados en áreas de edificios donde pueda existir polvo excesivo, deben estar diseñados para reducir al mínimo la entrada de polvo y no deben tener aberturas (tales como los huecos para la fijación de tornillos) a través de los cuales el polvo pudiera entrar a la envolvente.

2) Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, las envolventes de los equipos, cajas, cajas de paso y accesorios se deben ubicar o equipar de manera que se prevenga la entrada o acumulación de humedad dentro de la envolvente, caja, cajas de paso o accesorio. En lugares mojados, incluso los lugares normalmente secos o húmedos en donde las superficies se lavan o rocían periódicamente con agua, las cajas, cajas de paso y accesorios deben estar aprobados para uso en lugares mojados y las envolventes de equipos deben ser a prueba de intemperie.

3) Atmósfera corrosiva. Cuando puedan estar presentes polvo húmedo, humedad excesiva, gases o vapores corrosivos u otras condiciones corrosivas, las envolventes de los equipos, cajas, cajas de paso y accesorios deben tener propiedades de resistencia a la corrosión adecuadas para esas condiciones.

NOTA 1: Ver la Tabla 110-28 con respecto a las designaciones adecuadas del tipo de envolvente.

NOTA 2: Los materiales de aluminio y ferrosos magnéticos pueden corroerse en ambientes agrícolas.

d) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, se deben usar conectores flexibles, conectores flexibles herméticos al polvo, tubo conduit flexible hermético a líquidos, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o cordones flexibles aprobados e identificados para uso rudo. Todos los conectores y accesorios utilizados deben estar aprobados.

e) Protección física. Todo el alambrado y equipo eléctrico expuesto a daño físico se debe proteger.

f) Conductor de puesta a tierra de equipo separado. Cuando se instala un conductor de puesta a tierra de equipos dentro de un lugar que esté dentro del alcance del Artículo 547, éste debe ser un conductor de cobre. Si el conductor de puesta a tierra de equipos se instala subterráneo, debe ser aislado o recubierto.

g) Contactos. Todos los contactos de 125 volts monofásicos, de 15 y 20 amperes para propósito general, instalados en los lugares enumerados de (1) hasta (4) deben tener protección con interruptor de circuito contra fallas a tierra:

(1) Areas que tienen un plano equipotencial.

(2) Exteriores

(3) Lugares húmedos o mojados

(4) Areas de confinamiento de estiércol del ganado

547-6. Desconectadores, interruptores automáticos, controladores y fusibles. Los desconectadores, interruptores automáticos, controladores y fusibles, incluyendo estaciones de botones, relevadores y dispositivos similares deben estar provistos de envolventes como se especifica en 547-5(c).

547-7. Motores. Los motores y otras máquinas eléctricas rotatorias deben estar totalmente cerrados o diseñados de manera que se reduzca al mínimo la entrada de polvo, humedad o partículas corrosivas.

547-8. Luminarias. Las luminarias deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes:

a) Reducir la entrada de polvo. Las luminarias deben estar instaladas para minimizar la entrada de polvo, materias extrañas, humedad y material corrosivo.

b) Expuestas a daño físico. Cualquier luminaria que pueda estar expuesta a daño físico debe estar protegida por una protección adecuada.

c) Expuestas al agua. Una luminaria que pueda estar expuesta al agua proveniente de la condensación del agua o de la solución utilizada en el aseo de los edificios, debe ser aprobada como adecuada para uso en lugares húmedos.

547-9 Alimentación eléctrica a edificios o estructuras desde el punto de distribución. Se permitirá que un punto de distribución alimente a cualquier edificio o estructura ubicado en el mismo inmueble. La

alimentación eléctrica aérea debe cumplir con (a) y (b), o con (c). La alimentación eléctrica subterránea debe cumplir con (c).

a) Dispositivo de seccionamiento en el lugar. Este tipo de dispositivos deben cumplir con (1) hasta (10) siguientes:

1) Cuando se exija. Se debe instalar un dispositivo de seccionamiento en el lugar en el punto de distribución cuando dos o más edificios o estructuras agrícolas se alimenten del punto de distribución.

2) Ubicación. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe ser de montaje en poste y con una altura no menor a la requerida por 230-24 para los conductores que alimenta.

3) Operación. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe desconectar simultáneamente todos los conductores de la acometida no puestos a tierra del alambrado del inmueble.

4) Disposiciones de unión. La envolvente del dispositivo de seccionamiento en el lugar se debe conectar al conductor puesto a tierra del circuito y al sistema del electrodo de puesta a tierra.

5) Puesta a tierra. En el dispositivo de seccionamiento en el lugar, el conductor puesto a tierra del sistema se debe conectar a un sistema de electrodo de puesta a tierra a través de un conductor del electrodo de puesta a tierra.

6) Valor nominal. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe tener capacidad para la carga calculada, como se determina en la Parte E del Artículo 220.

7) Protección contra sobrecorriente. No se exigirá que el dispositivo de seccionamiento en el lugar proporcione protección contra sobrecorriente.

8) Accesibilidad. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe ser capaz de ser operado remotamente mediante una manija de operación instalada en un lugar fácilmente accesible. Cuando la manija de operación del dispositivo de seccionamiento en el lugar esté en su posición más alta, no debe estar a más de 2.00 metros sobre el suelo o la plataforma de trabajo.

9) Dispositivos en serie. No se exigirá un dispositivo de seccionamiento en el lugar adicional para el sistema de alambrado del inmueble cuando un dispositivo de seccionamiento en el lugar que cumpla todos los requisitos aplicables de esta sección es suministrado por la empresa de servicios públicos como parte de sus requisitos de servicio.

10) Marcado. El dispositivo de seccionamiento en el lugar debe tener una marca permanente que lo identifique como un dispositivo de seccionamiento en el lugar. Esta marca se debe ubicar en la manija de operación o inmediatamente junto a ella.

b) Medio de desconexión de la acometida y protección contra sobrecorriente en los edificios o las estructuras. Cuando el medio de desconexión de la acometida y la protección contra sobrecorriente están localizados en el los edificios o las estructuras, se deben aplicar los requisitos (1) hasta (3) siguientes:

1) Dimensionamiento del conductor. Los conductores de alimentación se deben dimensionar de acuerdo con la Parte E del Artículo 220.

2) Instalación del conductor. Los conductores de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos de la Parte B del Artículo 225.

3) Puesta a tierra y unión. Para cada edificio o estructura, la puesta a tierra y la unión de los conductores de alimentación deben cumplir con los requisitos de 250-32, y se deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) El conductor de puesta a tierra de equipos no es menor que el tamaño del conductor más grande de alimentación, si es del mismo material, o se ajusta su tamaño de acuerdo con el tamaño equivalente de las columnas de la Tabla 250-122, si es de material diferente.

(2) El conductor de puesta a tierra de equipos está conectado al conductor puesto a tierra del circuito y al dispositivo de seccionamiento en el lugar en el punto de distribución.

c) Medio de desconexión de acometida y protección contra sobrecorriente en el punto de distribución. Cuando los medios de desconexión de la acometida y la protección contra sobrecorriente para cada juego de alimentadores o circuitos derivados estén ubicados en el punto de distribución, los alimentadores o circuitos derivados para edificios o estructuras deben cumplir los requisitos de 250-32 y del Artículo 225, Partes A y B.

NOTA: Los métodos para reducir las tensiones de neutro a tierra en instalaciones para ganado incluyen alimentar los edificios o estructuras con acometidas monofásicas de 4 hilos, dimensionar las acometidas monofásicas de 3 hilos y los conductores del alimentador para limitar la caída de tensión a 2 por ciento, y conectando las cargas de línea a línea.

d) Identificación. Cuando un sitio está alimentado por más de un punto de distribución, se debe instalar una placa o directorio en cada uno de estos puntos de distribución indicando la ubicación de cada uno de los otros puntos de distribución y los edificios o estructuras que cada uno de ellos alimenta.

547-10 Planos equipotenciales y unión de los planos equipotenciales. La instalación y unión de los planos equipotenciales deben cumplir con (a) y (b) siguientes. Para los propósitos de esta sección, el término ganado no debe incluir las aves de corral.

a) Donde se exija. Los planos equipotenciales se deben instalar donde así lo exijan (1) y (2).

1) En interiores. Los planos equipotenciales se deben instalar en áreas de confinamiento con pisos de concreto donde se ubica equipo metálico que se pueda energizar y es accesible al ganado.

2) En exteriores. Los planos equipotenciales se deben instalar en baldosas de concreto donde se ubica equipo metálico que se pueda energizar y es accesible al ganado.

El plano equipotencial debe abarcar el área donde permanece el ganado mientras tiene acceso al equipo metálico que se puede energizar.

b) Unión. Los planos equipotenciales deben estar conectados al sistema eléctrico de puesta a tierra. El conductor de unión debe ser de cobre sólido, aislado, recubierto o desnudo, y de un tamaño no inferior al 8.37 mm^2 (8 AWG). La unión a la malla de alambre o a los elementos conductores se debe hacer mediante conectores de presión o abrazaderas de bronce, cobre, aleación de cobre o un medio aprobado igualmente fuerte. No se exigirá que los pisos de rejillas que están sostenidos por estructuras que forman parte de un plano equipotencial estén unidos.

NOTA: Las bajas resistencias del sistema de electrodos de puesta a tierra pueden reducir las diferencias de potencial en las instalaciones para ganado.

ARTICULO 550

CASAS MOVILES, CASAS PREFABRICADAS Y ESTACIONAMIENTOS DE CASAS MOVILES

A. Generalidades

550-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se refieren a los conductores y equipo eléctrico instalados dentro o sobre casas móviles y casas prefabricadas, a los conductores que las conectan al suministro de energía, y a la instalación del alambrado eléctrico, luminarias, equipo y accesorios relacionados con la instalación eléctrica dentro de un estacionamiento de casas móviles hasta los conductores de acometida, o cuando no exista, al equipo de acometida de la casa móvil.

550-2. Definiciones

Aparato estacionario. Un aparato que no se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro, en uso normal.

Aparato fijo. Un aparato que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio determinado.

Aparato portátil. Un aparato que se mueve o que puede ser trasladado de un lugar a otro en uso normal.

NOTA: Para los propósitos de este Artículo, se consideran portátiles los siguientes aparatos, si no están fijos en la casa móvil y si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, estufas o parrillas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin equipo de secado y otros aparatos similares.

Area de lavandería. Area que contiene, o está diseñada para contener, lavaderos, lavadoras o secadoras de ropa.

Casa móvil. Una estructura o estructuras ensambladas en fábrica y transportadas en una o varias secciones, que se construyen sobre un chasis permanente y diseñada para ser utilizada como vivienda sin cimientos permanentes, cuando está conectada a los servicios necesarios y tiene instalaciones de plomería, calefacción, aire acondicionado y eléctricas.

Para el propósito de esta NOM y a menos que otra cosa se indique, el término “casa móvil” incluye también a las casas prefabricadas.

Casa prefabricada. Estructura, transportable en una o más secciones que, en el modo de desplazamiento tiene un ancho de 2.40 metros o más de ancho, o 12.20 metros o más de longitud o, cuando está montada en su lugar, tiene 29.7 m^2 o más y está construida sobre un chasis permanente y diseñada para ser usada como una vivienda, con o sin cimientos permanentes cuando está unida a éstos. El término casa prefabricada incluye toda estructura que cumpla todas las disposiciones de este párrafo, excepto los requisitos de dimensiones y con respecto a la cual el fabricante, voluntariamente, llena una certificación exigida por la agencia de regulación, y excepto que ese término no incluye ningún vehículo recreativo autopropulsado. Los cálculos usados para determinar la cantidad de metros cuadrados de una estructura, se basan en las dimensiones exteriores de la estructura, medidas en las proyecciones horizontales más grandes cuando está

montada en el sitio. Estas dimensiones incluyen todos los cuartos expansibles, gabinetes y otras prolongaciones que tienen espacio interior, pero no incluyen ventanas salientes.

Para los propósitos de esta NOM y a menos que se indique algo diferente, el término casa móvil incluye las casas prefabricadas.

Conjunto de alimentación. Los conductores de alimentación aéreos o bajo el chasis, incluyendo el conductor de puesta a tierra, con los accesorios y equipos necesarios, o un cordón de alimentación aprobado para uso en casas móviles, diseñado para suministrar energía desde la fuente de alimentación eléctrica al tablero de distribución colocado dentro de la casa móvil.

Edificio o estructura auxiliar para casas móviles. Cualquier toldo, cabaña, palapa, gabinete de almacenamiento, cobertizo para vehículos, cerca, pórtico o vestíbulo, establecidos para el uso de los ocupantes de la casa móvil en un lote para casas móviles.

Equipo de acometida para casas móviles. Equipo que contiene los medios de desconexión, dispositivos de protección contra sobrecorriente y los contactos u otros medios para conectar el ensamble del alimentador de una casa móvil.

Estacionamiento para casas móviles. Un terreno destinado a ubicar casas móviles que estén ocupadas.

Lote para casas móviles. Parte de un estacionamiento para casas móviles destinada a acomodar una casa móvil y sus construcciones o estructuras accesorias, para uso exclusivo de sus ocupantes.

Tablero de distribución. Véase la definición de tablero de alumbrado y control en el Artículo 100.

Sistema de alambrado eléctrico del estacionamiento. Todo el alambrado, luminarias, equipos y accesorios eléctricos, relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento para casas móviles, incluyendo el equipo de acometida de la casa móvil.

550-4. Requisitos generales

a) Casas móviles no destinadas para vivienda. Las casas móviles no destinadas para vivienda, como por ejemplo, las equipadas únicamente como dormitorios, las oficinas de contratistas en la obra, los dormitorios en las obras de construcción, camerinos de estudios móviles, bancos, clínicas, tiendas móviles o las destinadas a la exhibición o exposición de mercancías o maquinarias, no requieren reunir los requisitos de este Artículo relativos al número y capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, deben cumplir con todos los demás requisitos aplicables de este Artículo si están provistas de una instalación eléctrica destinada a estar energizada con un sistema de alimentación de corriente alterna de 120 volts o 120/240 volts, según el caso. Cuando se requiera una tensión diferente por cualquier diseño o disponibilidad del sistema de alimentación, se deben efectuar ajustes de acuerdo con otros Artículos y secciones para la tensión utilizada.

b) Instaladas en sitios diferentes de estacionamientos para casas móviles. Las casas móviles instaladas en sitios distintos a los estacionamientos destinados para casas móviles deben cumplir con las disposiciones de este Artículo.

c) Conexión del sistema de alambrado. Las disposiciones de este Artículo aplican a casas móviles destinadas a conectarse a un sistema de alambrado a 120/240 volts, de 3 hilos en corriente alterna con un conductor neutro puesto a tierra.

d) Aprobado. Todos los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos, accesorios y otros equipos deben estar aprobados y estar conectados de manera apropiada cuando sean instalados.

B. Casas móviles y prefabricadas

550-10. Fuente de alimentación

a) Alimentador. La fuente de alimentación para una casa móvil debe ser con un ensamble de alimentador consistente de no más de un cordón de alimentación aprobado para casas móviles de 50 amperes, con una clavija conectada firmemente o moldeada integralmente, o un alimentador instalado en forma permanente.

Excepción 1: Se permite que una casa móvil equipada en fábrica con calefacción central y aparatos de cocina con quemadores a gas o petróleo, esté provista con un cordón de suministro de energía aprobado de 40 amperes de capacidad.

Excepción 2: Casas prefabricadas construidas de acuerdo con lo indicado en 550-32(b).

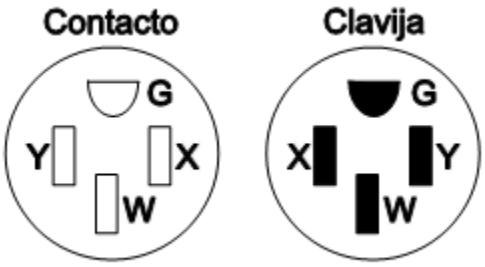
b) Cordón de alimentación. Si la casa móvil tiene un cordón de suministro de energía, éste debe estar permanentemente conectado al tablero de distribución o a una caja de empalme permanentemente conectada al tablero de distribución, con el extremo libre del cordón flexible terminado en la clavija de conexión.

Los cordones con adaptadores o terminales en espiral, extensiones, y similares no deben instalarse en las casas móviles, ni equiparlas con ellos.

Una abrazadera adecuada o su equivalente debe proporcionarse en el disco desprendible del tablero de distribución, para que la tensión mecánica transmitida por el cordón de alimentación no se transmita hasta las terminales cuando el cordón de alimentación se manipula de la manera prevista.

El cordón utilizado debe ser aprobado, con cuatro conductores uno de los cuales debe estar identificado con color verde continuo o verde con una o más franjas amarillas, para ser utilizado como conductor de puesta a tierra.

c) Clavija de conexión. La clavija de conexión debe ser de 3 polos 4 hilos, con conexión de puesta a tierra, para 125/250 volts, con una capacidad de 50 amperes, con una configuración como la indicada en la Figura 550-10(c), y diseñada para usarse con un contacto de 125/250 volts, 50 amperes, con una configuración como la mostrada en la Figura 550-10(c). La clavija debe estar aprobada individualmente, o como parte de un conjunto de un cordón de alimentación para este propósito, y debe estar moldeada o instalada en el cordón flexible, de tal manera que sea herméticamente asegurada al cordón en el punto donde el cordón entra a la cubierta de la clavija de conexión. Si se utiliza una clavija de ángulo recto, la configuración debe estar orientada de tal manera que el polo de puesta a tierra sea el más alejado del cordón.



127/220 volts, 50 amperes, 4 hilos, tipo de puesta a tierra

Donde:

G: Puesta a tierra

W: Puesto a tierra

X, Y: Conductores de fase

Figura 550-10 (c).- Configuraciones de contacto y clavija de 220Y/127 volts, 50 amperes, 3 fases, 4 hilos, con conductor puesto a tierra, para uso con cordones de alimentación en casas móviles y sus estacionamientos.

d) Longitud total del cordón de alimentación. La longitud total del cordón de suministro de energía, medido desde uno de sus extremos, incluyendo sus terminales, hasta el frente de la clavija, no debe ser menor que 6.50 metros y no debe exceder de 11.00 metros. La longitud del cordón desde el frente de la clavija hasta el punto donde el cordón entra a la casa móvil no debe ser menor que 6.00 metros.

e) Marcado. El cordón de suministro de energía debe tener la siguiente inscripción:

"**Para uso en casas móviles - 40 amperes**"

o

"**Para uso en casas móviles - 50 amperes**".

f) Punto de entrada. El punto de entrada del conjunto alimentador a la casa móvil debe estar en la pared exterior, en el piso o en el techo.

g) Protección mecánica. Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe protegerse por medio de tubo conduit y pasacables o su equivalente. El cordón se puede instalar dentro de las paredes de la casa móvil por medio de una canalización continua de un tamaño máximo de 35 milímetros, instalada desde el tablero del circuito derivado hasta la parte inferior del piso de la casa móvil.

h) Protección contra la corrosión y contra daños mecánicos. Se deben tomar medidas permanentes para la protección contra corrosión y daños mecánicos de la clavija del cordón de suministro de energía y cualquier conjunto del cordón conector o contacto, si tales dispositivos están ubicados en el exterior mientras la casa móvil está en tránsito.

i) Mufa para acometida aérea o canalización. Cuando la carga calculada exceda de 50 amperes, o cuando se utilice un alimentador permanente, la alimentación debe hacerse por uno de los medios siguientes:

(1) Una acometida aérea con mufa instalada de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos aislados, con conductores alimentadores codificados por colores, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo; o

(2) Una canalización metálica o un tubo conduit no metálico tipo pesado desde los medios de desconexión de la casa móvil hasta la parte inferior de la misma, con medios para unirse a una caja de empalme apropiada o a un accesorio a la canalización en la parte inferior de la casa móvil (con o sin conductores, según se indica en 550-10(i)(1). El fabricante debe proporcionar instrucciones escritas para la instalación, indicando los tamaños adecuados de los conductores del alimentador para la canalización y el tamaño de la caja de empalme que se debe usar.

550-11. Medios de desconexión y equipos de protección de los circuitos derivados. Se permite que el equipo de los circuitos derivados esté combinado con los medios de desconexión en un solo conjunto. Se permite que tal combinación se designe como un tablero de alumbrado y control. Si se usa un tablero de alumbrado y control con fusibles, la máxima capacidad de los fusibles principales debe estar marcada claramente con letras de por lo menos 6 milímetros de altura, que sea claramente visible al cambiar los fusibles.

Cuando se utilicen fusibles de tapón, sus portafusibles deben ser del tipo S, resistentes a la manipulación y deben estar dentro de un tablero de fusibles de frente muerto. Los tableros de distribución con interruptores automáticos deben ser también del tipo de frente muerto.

NOTA: Véase 110-22, referente a la identificación de cada medio de desconexión y cada acometida, alimentador o circuito derivado en el punto donde éste se origina y el tipo de marcado requerido.

a) Medios de desconexión. Cada casa móvil debe tener un solo medio de desconexión ya sea con interruptor automático o interruptor y fusibles y sus accesorios, instalados en un lugar de fácil acceso, cerca del punto de entrada del cordón o de los conductores de suministro dentro de la casa móvil. El interruptor automático principal o los fusibles deben estar claramente marcados con la palabra "Principal". Este equipo debe tener un conector de puesta a tierra sin soldadura o una barra para puesta a tierra, con suficientes terminales para todos los conductores de puesta a tierra. El conector de la barra del neutro de los conductores puestos a tierra debe estar aislada de acuerdo con lo indicado en 550-16(a). El equipo de desconexión debe tener la capacidad adecuada para la carga calculada. El equipo de distribución, ya sea del tipo interruptor automático o con fusibles, debe estar localizado a un mínimo de 60 centímetros, medidos desde la parte inferior de tales equipos hasta el nivel del piso de la casa móvil.

NOTA: Véase la Sección 550-20(b) para información de los medios de desconexión de circuitos derivados diseñados para energizar equipos de calefacción, aire acondicionado o ambos, localizados fuera de la casa móvil, diferentes de los acondicionadores de aire de habitación.

El tablero de distribución debe tener por lo menos una capacidad de 50 amperes y debe emplear un interruptor automático de 2 polos de 40 amperes para un cordón de alimentación de 40 amperes, o, de 50 amperes para un cordón de alimentación de 50 amperes. Si el tablero de distribución emplea un desconectador con fusibles, debe ser de 60 amperes y debe tener un solo portafusibles de dos polos a 60 amperes, con fusibles principales de 40 o 50 amperes para los cordones de suministro de 40 o 50 amperes, respectivamente. En la parte exterior del tablero de distribución debe estar marcada la capacidad del fusible.

El tablero de distribución se debe colocar en un lugar accesible; pero no se debe colocar ni en baños ni en armarios de ropa. Se debe proporcionar un espacio de trabajo libre de por lo menos 75 centímetros de ancho por 75 centímetros en el frente del tablero de distribución. Este espacio debe extenderse desde el piso hasta la parte superior del tablero.

b) Equipo de protección de los circuitos derivados. En cada casa móvil se debe instalar un tablero de distribución de circuitos derivados y debe incluir una protección contra sobrecorriente para cada circuito derivado, que contenga interruptores automáticos o fusibles.

Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados deben ser de una capacidad:

(1) No mayor que la de los conductores del circuito, y

(2) No mayor que 150 por ciento el valor nominal de un solo aparato con capacidad de 13.3 amperes o mayor, que esté alimentado por un circuito derivado individual, pero

(3) No mayor que la del dispositivo de protección contra sobrecorriente del tipo marcado en el aire acondicionado u otro aparato accionado por motor.

c) Interruptores automáticos bipolares. Cuando se instalen interruptores automáticos para la protección de los circuitos derivados de 220 ó 240 volts, deben estar protegidos por interruptores automáticos de 2 polos de disparo común o simultáneo, o dos unidades de un polo de una sola palanca (con las dos palancas unidas mecánicamente en una sola).

d) Placa de datos eléctricos. Una placa de datos metálica en la parte exterior adyacente a la entrada del conjunto de alimentación, debe tener la leyenda:

"**ESTA CONEXION ES PARA 220/127 VOLTS O 120/ 240 VOLTS, 3 POLOS 4 HILOS, 60 HERTZ, CON UN SUMINISTRO DE _____ AMPERES**".

La capacidad nominal de corriente se debe indicar en el espacio en blanco.

Excepción: Para casas prefabricadas, el fabricante debe suministrar en sus instrucciones de instalación escritas o en la placa de datos el valor nominal mínimo en amperes del ensamble del alimentador o, cuando se suministra, los conductores de acometida proyectados para la conexión a la casa prefabricada. El valor nominal proporcionado no debe ser inferior a la carga mínima calculada según 550-18.

550-12. Circuitos derivados. El número de circuitos derivados requeridos debe estar determinado de acuerdo con (a) hasta (e) siguientes:

a) Alumbrado. Se toma como base la carga unitaria de 33 VA/m², valor que se multiplica por el área de la casa móvil, se consideran las dimensiones exteriores (se excluye el acoplador de enganche), y se divide entre 120 volts para determinar el número de circuitos derivados de 15 o de 20 amperes:

$$\frac{33 \times longitud \times ancho}{120 \times 15(\acute{o}\ 20)} = No.de\ circuitos\ de\ 15\ A\ (\acute{o}\ 20\ A)$$

b) Aparatos pequeños. En cocinas, despensas, desayunadores y comedores, debe haber dos o más circuitos de 20 amperes para aparatos pequeños además de la cantidad de circuitos exigida en otras partes de esta sección, para todas las salidas de contactos exigidas en 550-13(d) en estos cuartos. Estos circuitos no deben tener otras salidas.

Excepción 1: Se permitirán salidas de contactos instalados únicamente para alimentación eléctrica y soporte de un reloj eléctrico en cualquiera de los cuartos especificados en esta sección.

Excepción 2: Se permitirán salidas de contactos instalados para alimentar equipos complementarios y alumbrado en estufas de gas, hornos o unidades de cocción montadas en la cubierta.

Excepción 3: Se permitirá que un solo contacto para equipo de refrigeración sea alimentado por un circuito derivado individual con valor nominal de 15 amperes o más.

Las salidas de los contactos de la cubierta instaladas en la cocina deben estar alimentados mediante no menos de dos circuitos derivados para aparatos pequeños y se permitirá que ambos o cualquiera de ellos alimenten a las salidas de los contactos de la cocina y de otros lugares especificados en esta sección.

c) Area de lavandería. Cuando exista área de lavandería, se deberá suministrar un circuito derivado de 20 amperes para alimentar las salidas de contacto para lavandería. Este circuito no debe tener otras salidas.

d) Aparatos en general. (Incluidos radiadores, calentadores de agua, estufa y equipo de aire acondicionado central o de habitación o aparato similar). Debe haber uno o más circuitos derivados de capacidad adecuada de acuerdo con (1) a (4) siguientes:

NOTA: Para equipo de aire acondicionado central véase el Artículo 440.

(1) La corriente nominal de los aparatos fijos no debe ser mayor que 50 por ciento de la capacidad del circuito derivado si hay salidas de alumbrado en el mismo circuito (sin tomar en cuenta los contactos de la cocina, el comedor y la lavandería, que son considerados como salidas de alumbrado).

(2) Para aparatos fijos en un circuito sin salidas de alumbrado, la suma de la corriente nominal no debe exceder la capacidad del circuito derivado. Las cargas de motores u otras cargas de servicio continuo, no deben exceder 80 por ciento de la capacidad del circuito derivado.

(3) La capacidad de aparatos conectados con un solo cordón y clavija en un circuito que no tenga otras salidas, no debe ser mayor que 80 por ciento de la capacidad nominal del circuito.

(4) La capacidad del circuito derivado se debe basar en las demandas especificadas en 550-18(b)(5).

e) Cuarto de baño. Las salidas de contactos para el cuarto de baño deben estar alimentadas por lo menos con un circuito derivado de 20 amperes. Estos circuitos no deben tener salidas diferentes a las indicadas en 550-13(e)(2).

550-13. Salidas para contactos

a) Salidas para contactos del tipo con terminal de puesta a tierra. Todas las salidas para contactos deben cumplir con lo siguiente:

(1) ser del tipo con terminal de puesta a tierra;

(2) instalarse de acuerdo con lo indicado en la Sección 406-4, y

(3) ser sencillos o múltiples, de 15 o 20 amperes, 120 volts y aceptar clavijas de espigas paralelas, excepto cuando se alimenten aparatos específicos.

b) Interruptores de circuito por falla a tierra. Todas las salidas para contacto monofásicas de 120 volts de 15 y 20 amperes instaladas en exteriores, en compartimientos accesibles desde el exterior, o en baños, incluyendo los contactos que haya en las luminarias, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas. La protección con interruptor de circuito por falla a tierra, se debe suministrar para todos los contactos que sirven a las cubiertas en las cocinas y las salidas de contactos ubicadas a una distancia no mayor de 1.80 metros de fregadero en barra mojada o sanitario. Se deben observar las excepciones establecidas en 210-8(a).

Se permite que los alimentadores de los circuitos derivados estén protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra, en lugar de lo previsto para los interruptores aquí especificados.

c) Aparato fijo conectado con cordón. Se debe proporcionar una salida para contacto del tipo con terminal de puesta a tierra para cada aparato fijo conectado con cordón.

d) Salidas requeridas para contactos. Deben instalarse salidas de contactos en todas las habitaciones diferentes del cuarto de baño, armario y áreas de corredores y deben estar instaladas en espacios de pared con un ancho de 60 centímetros o más, de modo que ningún punto a lo largo de la línea del piso esté a más de 1.80 metros medidos horizontalmente desde una salida en ese espacio. Además, las salidas de contactos se deben instalar en los siguientes lugares:

(1) Sobre o adyacentes a las cubiertas en la cocina [por lo menos uno a cada lado del fregadero, si hay cubiertas a cada lado y tienen 30 centímetros de ancho o más].

(2) Adyacente al refrigerador y el espacio de la estufa auto soportada a gas. Se permitirá un contacto de tipo múltiple para servir como salida para una cubierta y un refrigerador.

(3) En los espacios de la cubierta incorporado para productos de tocador.

(4) En los espacios de la cubierta debajo de gabinetes montados en la pared.

(5) En la pared, en el punto más próximo a aquel donde una cubierta tipo barra se une a la pared.

(6) En la pared, en el punto más próximo a aquel donde un divisor fijo del cuarto se une a la pared.

(7) En las áreas de lavandería a una distancia máxima de 1.80 metros de la ubicación prevista para los de lavandería.

(8) Por lo menos una salida de contacto, ubicada en el exterior y accesible a nivel del suelo y a no más de 2.00 metros por encima del suelo. Una salida de contacto ubicada en un compartimiento accesible desde el exterior de la unidad se debe considerar como un contacto exterior.

(9) Se debe instalar por lo menos una salida de contacto en los baños, a una distancia máxima de 90 centímetros del borde externo de cada lavamanos. Esta salida se debe ubicar por encima o adyacente al sitio del lavamanos. El contacto debe ser adicional a cualquier contacto que sea parte de una luminaria o de un. El contacto no debe estar encerrado dentro del gabinete del baño ni del tocador.

e) Salida para los cables de calefacción de la tubería. Para la conexión de los cables de calefacción de la tubería, se debe ubicar una salida de contacto en la parte inferior de la unidad, de la siguiente manera:

(1) A una distancia máxima de 60 centímetros de la entrada de agua fría.

(2) Conectada a un circuito derivado interior, que no sea el circuito derivado para un pequeño. Para este fin se permitirá usar un circuito de contacto del cuarto de baño.

(3) En un circuito donde todas las salidas están en el lado de la carga del interruptor del circuito contra fallas a tierra.

(4) Esta salida no se debe considerar como el contacto exigido por 550-13 (d) (8).

f) Salidas para contactos no permitidas. No se permitirán salidas de contactos en los siguientes lugares:

1) Regaderas y tinas. No se deben instalar salidas para contactos dentro o directamente encima de una regadera o espacio de la tina.

2) Posición con la cara hacia arriba. Un contacto no debe estar instalado con la cara hacia arriba en cualquier mostrador o mesa de trabajo.

3) Calentadores eléctricos. No se deben instalar salidas de contacto por encima de los calentadores eléctricos de zoclo, a menos que se indique en el aprobado o las instrucciones del fabricante.

g) Salidas de contacto no exigidas. No se exigirán salidas de contacto en los siguientes lugares:

(1) En los espacios de la pared ocupados por estufas integradas o gabinetes para guardar ropa.

(2) En los espacios de la pared por detrás de puertas que se pueden abrir totalmente contra la superficie de una pared.

(3) En los divisores de la habitación de tipo celosía que tienen menos de 2.50 metros, no sólidos, y a una distancia máxima de 15 centímetros del piso.

(4) En el espacio de la pared suministrado para cubierta tipo barra.

550-14. Luminarias y aparatos.

a) Fijación de los aparatos en tránsito. Se deben proporcionar los medios para asegurar firmemente los aparatos cuando la casa móvil esté en tránsito (véase 550-16 para los requerimientos de puesta a tierra).

b) Accesibilidad. Cada aparato debe estar accesible para inspección, limpieza, reparación o reemplazo sin que sea necesario quitar cualquier parte fija de la construcción.

c) Colgantes. Se permitirán luminarias de tipo colgante o cordones colgantes.

d) Luminarias en regaderas y tinas. Cuando una luminaria se instale sobre una tina o en un compartimento para la regadera, debe ser de tipo cerrado, con empaques y aprobado para lugares mojados.

550-15. Métodos de alambrado y materiales. Con excepción de las limitaciones especificadas en esta Sección los métodos de alambrado y los materiales incluidos en esta NOM deben ser utilizados en casas móviles. No se permite en circuitos derivados, el uso de conductores de aluminio, aleación de aluminio o de cobre con recubrimiento de aluminio.

a) Cajas no metálicas. Se permiten cajas no metálicas únicamente con canalizaciones no metálicas o cables con cubierta no metálica.

b) Protección del cable con cubierta no metálica. El cable con cubierta no metálica instalado a 38 centímetros o menos por arriba del piso, si está expuesto, se debe proteger contra daño físico con paneles, bandas de resguardo o canalizaciones. El cable susceptible de dañarse en el almacenamiento debe estar protegido en todos los casos.

c) Protección de cables con cubierta metálica o no metálica. Se permite que los cables con cubierta metálica o no metálica pasen a través del centro de la parte más ancha de los montantes de 5 x 10 centímetros. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 x 5 centímetros o por otros montantes o bastidores donde el cable o su armadura, esté a menos de 3 centímetros de la superficie interior o exterior de los montantes, cuando los materiales de revestimiento de la pared estén en contacto con aquéllos. Para proteger al cable se debe utilizar una placa de acero a cada lado del cable, o tubo de un espesor de pared no menor que 1.5 milímetros. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio.

d) Placas frontales metálicas. Cuando se usen placas frontales metálicas, deben estar puestas a tierra, eficazmente.

e) Requisitos de instalación. Si una cocina, secadora de ropa u otros aparatos similares, se conectan con cable con cubierta metálica o tubo conduit metálico flexible, se debe dejar una longitud libre de cable o de tubo conduit de cuando menos 90 centímetros, para permitir el movimiento del aparato . El cable o tubo conduit metálico flexible debe estar asegurado a la pared. Los cables tipo NM o SE no deben usarse para conectar una estufa o una secadora. Esto no prohíbe el uso del cable tipo NM o SE entre el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado y la caja de conexiones, o el contacto para la estufa o la secadora.

f) Canalizaciones. Cuando un tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado termine en una envolvente con una conexión con contratuerca y pasacable, se deben proporcionar dos contratuercas, una por dentro y

otra por fuera de la envolvente. Se permite el uso de tubo conduit no metálico tipo pesado o ligero. Todos los extremos cortados de tubo conduit deben escariarse o darle un acabado para eliminar los filos cortantes.

g) Interruptores. Los interruptores deben tener las capacidades siguientes:

(1) Para los circuitos de alumbrado, los interruptores deben tener una capacidad nominal no menor que 10 amperes, a 120 volts y en ningún caso menor que la carga conectada.

(2) Para motores u otras cargas, los interruptores deben cumplir las disposiciones 404-14

h) Alambrado bajo el chasis (expuesto a la intemperie) Cuando el alambrado sea exterior o debajo del chasis (120 volts o mayor) y esté expuesto a la humedad o a daño físico, debe estar protegido con tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado excepto según lo previsto en (1) y (2). Los conductores deben ser adecuados para lugares mojados.

(1) Se debe permitir tubo conduit de resina termofija reforzada (RTRC) para uso sobre el suelo, cable tipo MI, tubo conduit metálico ligero o tubo conduit rígido de cloruro de vinilo (PVC), cuando vayan encaminadas estrechamente contra los bastidores y envolventes de los equipos.

(2) Tubo conduit PVC o RTRC cédula 80 aprobado para exposición a daño físico cuando se extiendan verticalmente de una profundidad de enterramiento de al menos 45 centímetros por debajo del suelo y termine en un tubo conduit o envolvente instalada en fábrica.

i) Cajas, accesorios y gabinetes. Las cajas, accesorios y gabinetes deben estar firmemente asegurados en su lugar y deben estar apoyados a un elemento estructural de la casa, directamente o mediante una abrazadera resistente.

Excepción: Cajas tipo de fijación rápida (por resorte). Las cajas que están equipadas con soportes especiales para pared o plafón y los artefactos eléctricos con cajas integrales, que pueden asegurarse firmemente a las paredes o al plafón, y que estén marcados para ese uso, se permiten sin soportarse de un miembro estructural o soporte. La prueba y aprobación debe incluir a los sistemas de construcción de paredes y plafones para los cuales las cajas y dispositivos son destinados a ser utilizados.

j) Conexiones de las terminales de aparatos. Los aparatos que tengan conexiones terminales con un circuito derivado que opere a temperaturas mayores a 60 ºC, deben tener conductores de circuito que cumplan con lo indicado en los incisos siguientes:

(1) Se permite que los conductores de circuitos derivados que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a la que sean sometidos, entren directamente al aparato.

(2) Los conductores que tengan un aislamiento adecuado para la temperatura a que son sometidos, deben ir desde la conexión de la terminal del aparato hasta una caja de salida de fácil acceso, ubicada cuando menos a 30 centímetros del aparato. Estos conductores deben estar en una canalización adecuada o un cable Tipo AC o MC con una longitud mínima de 45 centímetros pero no mayor que 1.80 metros.

k) Interconexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar e identificados para la interconexión de los componentes del edificio.

Los accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos durante el transporte de la casa móvil.

NOTA: Ver 550-19 con respecto a la interconexión de las unidades con secciones múltiples.

550-16. Puesta a tierra. La puesta a tierra de las partes metálicas eléctricas y no eléctricas en una casa móvil debe hacerse a través de la conexión a una barra de puesta a tierra en el tablero de distribución de la casa. La barra de puesta a tierra debe conectarse a tierra utilizando un conductor con aislamiento de color verde del cordón de alimentación o del alambrado del alimentador a la tierra de acometida, instalado en el equipo de acometida, localizado adyacente al lugar de la casa móvil. Ni el chasis de la casa móvil, ni la carcasa de cualquier aparato eléctrico, deben conectarse al conductor de circuito puesto a tierra (neutro) en la casa móvil. Cuando el panel de distribución es el equipo de acometida, tal como lo permite 550-32 (b), los conductores del neutro y la barra conductora de puesta a tierra del equipo deben estar conectados.

a) Conductor puesto a tierra

1) Aislado El conductor puesto a tierra (neutro), debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra y de las cajas de los equipos y de otras partes puestas a tierra. Las terminales del conductor del circuito puesto a tierra en el tablero de distribución y en estufas, secadoras de ropa, cubierta de cocinas y hornos montados en la pared, estar aislados de las envolventes de los equipos. Los tornillos, cintas o barras de unión en el

tablero de distribución o en aparatos deben ser retirados y desechados. Cuando el panel de distribución es el equipo de acometida, como lo permite 550-32 (b), los conductores del neutro y la barra conductora de puesta a tierra del equipo deben estar conectados.

2) Conexiones de estufas y secadoras de ropa. Las conexiones de estufas y secadoras de ropa a 120/240 volts de tres conductores, se deben hacer con un cordón de cuatro conductores clavijas con terminal de puesta a tierra de tres polos cuatro hilos, o por cables tipo AC, MC, o con conductores dentro de tubo conduit metálico flexible.

b) Medio de puesta a tierra de equipos

1) Cordón de alimentación o alimentador permanente. El conductor con aislamiento de color verde en el cordón de suministro o en el alambrado alimentador permanente, debe estar conectado a la barra de puesta a tierra del tablero de distribución o en los medios de desconexión.

2) Sistema eléctrico. En el sistema eléctrico, toda parte metálica expuesta, caja, estructura, tapas ornamentales de luminarias y similares, deben estar unidas eficazmente a la terminal de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución.

3) Aparatos conectados con cordón. Los aparatos conectados con cordón, tales como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores y los sistemas eléctricos de las estufas de gas y similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón con conductor de puesta a tierra y una clavija con terminal de puesta a tierra.

c) Unión de partes metálicas no portadoras de corriente

1) Partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente. Toda parte metálica expuesta no portadora de corriente, y que pueda ser energizada debe estar unida en forma efectiva a la terminal de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución. Se debe conectar un conductor de unión entre el tablero de distribución y alguna terminal accesible en el chasis.

2) Terminales de puesta a tierra. Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobadas como conectores a compresión adecuados para el tamaño del conductor utilizado. El conductor de unión debe ser alambre o cable cableado, aislado o desnudo y de cobre de tamaño nominal no menor que 8.37 mm^2 (8 AWG) o equivalente. El conductor de unión se debe instalar de tal manera que no quede expuesto a daño físico.

3) Tubería y ductos metálicos. La tubería metálica de gas, agua, desagüe y los ductos metálicos de circulación de aire se consideran unidos si están conectados a la terminal en el chasis (véase 550-16(c)(1)) mediante abrazaderas, conectores sin soldadura o cintas adecuadas de puesta a tierra.

4) Techos y cubiertas exteriores metálicos. Cualquier techo metálico o cubierta exterior se considera unido si se cumplen las condiciones siguientes:

(1) las láminas metálicas están traslapadas entre sí y están firmemente aseguradas a las partes estructurales de madera o metal con sujetadores metálicos y

(2) si la parte inferior de la lámina de la cubierta metálica exterior se asegura por medio de sujetadores metálicos en cada miembro de cruce del chasis por dos cintas metálicas por unidad de casa móvil o sección en los extremos opuestos.

El material de la cinta de unión debe ser de un ancho mínimo de 10 centímetros y de material equivalente al del techo o de un material de conductividad eléctrica igual o mejor. La cinta debe fijarse con un accesorio que penetre la pintura, tal como tornillos o arandelas con puntas en forma de estrella o su equivalente.

550-17. Pruebas

a) Prueba de rigidez dieléctrica. El alambrado de cada casa móvil debe ser sometido a una prueba de rigidez dieléctrica de 900 volts durante un minuto (con todos los interruptores cerrados), que se aplique entre las partes vivas (incluyendo el neutro) y la tierra de la casa móvil. Como alternativa, se permite que la prueba se ejecute a 1080 volts durante un segundo. Esta prueba se debe hacer después de que los circuitos derivados estén terminados y que los equipos de alumbrado y aparatos han sido instalados.

Excepción: Los equipos de alumbrado y aparatos que estén aprobados no requieren ser sometidos a la prueba de rigidez dieléctrica.

b) Pruebas de continuidad, operación y verificación de la polaridad. Cada casa móvil debe ser sujeta a todo lo siguiente:

(1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes expuestas eléctricamente conductoras están unidas apropiadamente;

(2) una prueba de operación eléctrica, para demostrar que todo el equipo, con excepción de calentadores de agua y hornos eléctricos, estén conectados y operen adecuadamente, y

(3) una verificación de la polaridad eléctrica del equipo permanentemente alambrado y de las salidas para contactos para determinar que las conexiones se han realizado apropiadamente.

550-18. Cálculos. El siguiente método debe ser empleado para calcular la carga del cordón de suministro y del tablero de distribución para cada conjunto alimentador, para cada casa móvil, en lugar del procedimiento descrito en el Artículo 220 y debe basarse en una alimentación de 120/240 volts o 220Y/127 volts, tres conductores, con cargas de 120 volts balanceadas entre dos fases de un sistema de tres hilos.

a) Carga de alumbrado y de aparatos pequeños

1) Voltamperes para alumbrado. Longitud x ancho del piso de la casa móvil (dimensiones exteriores) x 33 voltamperes/m^2.

2) Voltamperes para aparatos pequeños. Número de circuitos x 1500 voltamperes por cada circuito de 20 amperes de contactos para aparato (ver la definición de aparato portátil, con la NOTA en 550-2).

3) Voltamperes para el circuito del área de lavandería. 1500 voltamperes.

4) Voltamperes totales. Voltamperes para alumbrado + voltamperes para aparatos pequeños + voltamperes para el área de lavandería = voltamperes totales

5) Voltamperes netos. Los primeros 3000 voltamperes totales al 100 por ciento más los restantes al 35 por ciento = voltamperes que se deben dividir por 220 volts para obtener la corriente (amperes) por fase.

b) Carga total para determinar el suministro de energía. La carga total para determinar el suministro de energía es la suma de:

(1) La carga de alumbrado y de aparatos pequeños calculada según lo establecido en 550-18(a)(5).

(2) Los amperes de la placa de datos de motores, calentadores y otras cargas (extractores, equipos de aire acondicionado, calefacción eléctrica, de gas o combustible). Se omiten las cargas más pequeñas de calefacción o enfriamiento, excepto cuando el ventilador se use como evaporador del aparato del aire acondicionado. Cuando no esté instalado un equipo de aire acondicionado y se provea un cordón de suministro de energía de 40 amperes, se debe dejar una reserva de 15 amperes para aire acondicionado por fase.

(3) 25 por ciento de la corriente del motor mayor en (2).

(4) Los amperes totales de la placa de datos para el triturador de desperdicios, lavavajillas, calentador de agua, secadora de ropa, horno de pared y cocinetas. Cuando el número de estos aparatos es mayor de tres, aplicar el 75 por ciento del total.

(5) Calcular los amperes para estufas y hornos integrados (distintas a los hornos y cocinetas) al dividir entre 220 o 240 volts los valores indicados a continuación:

Potencia en la placa de datos (watts)	Voltamperes a usar
De 0 hasta 10 000	80% de la potencia nominal
De 10 001 a 12 500	8 000
De 12 501 a 13 500	8 400
De 13 501 a 14 500	8 800
De 14 501 a 15 500	9 200
De 15 501 a 16 500	9 600
De 16 501 a 17 500	10 000

(6) Si existen salidas o circuitos para aparatos distintos de los instalados en fábrica, debe incluirse la carga estimada.

Véase a continuación un ejemplo de aplicación de estos cálculos.

Ejemplo:

Una casa móvil de 20 x 3 metros y con dos circuitos derivados para aparatos, un calentador de 1000 voltamperes a 220 volts, un extractor de aire de 200 voltamperes a 127 volts, un lavavajillas de 400 voltamperes a 127 volts y una estufa eléctrica de 6000 voltamperes a 220 volts.

Carga para alumbrado y aparatos pequeños:

Alumbrado	$20[m] \times 3[m] \times 33\left[\frac{VA}{m^2}\right]$	1980 [VA]
Aparatos pequeños	$1500\ [VA] \times 2$	3000 [VA]
Lavandería	$1500\ [VA] \times 1$	1500 [VA]
Subtotal		**6480 [VA]**
Los primeros 3000 VA al 100%	$3000\ [VA]$	3000 [VA]
Resto de la carga	$(6480 - 3000)\,[VA] \times 0.35$	1218 [VA]
Subtotal		**4218 [VA]**

		Carga por fase (A)	
		Fase A	**Fase B**
Alumbrado y aparatos pequeños	$\frac{4218\ [VA]}{220\ [V]} =$	19.17	19.17
Calentador	$\frac{1000\ [VA]}{220\ [V]} =$	4.54	4.54
Extractor de aire	$\frac{200\ [VA]}{127\ [V]} =$	1.57	
Lavavajillas	$\frac{400\ [VA]}{127\ [V]} =$		3.15
Estufa	$\frac{6000\ [VA] \times 0.8}{220\ [V]} =$	21.82	21.82
Carga total por fase		47.1	48.68

c) Método opcional para cálculo de la carga para alumbrado y para aparatos. Se permite el método opcional para calcular la carga para alumbrado y aparatos mostrados en 220-82.

550-19. Interconexión de casas móviles de múltiples secciones o unidades de casas prefabricadas.

a) Métodos de alambrado. Se deben usar métodos de alambrado aprobados de tipo fijo, para unir partes de un circuito que debe estar unido eléctricamente y que está localizado en secciones adyacentes de casas móviles, después de que la casa sea instalada sobre la cimentación. Las uniones de los circuitos deben estar accesibles para desarmarse cuando la vivienda se prepare para su reubicación.

NOTA: Ver 550-15(k) con relación a la interconexión de los componentes.

b) Medios de desconexión. Se permitirá que las casas expansibles o prefabricadas de unidades múltiples, que no tienen alimentadores instalados permanentemente y se van a trasladar de un lugar a otro tengan medios de desconexión con equipo protector del circuito derivado en cada unidad si su ubicación es tal que después ensamblar las unidades, se cumplirán los requisitos de 550-10.

550-20. Salidas, luminarias, equipo de aire acondicionado y similar en exteriores

a) Aprobado para uso en exterior. Las luminarias y equipos en exteriores deben ser del tipo aprobado para uso en lugares mojados o exteriores. Los contactos en exteriores deben cumplir lo establecido en 406-9. Cuando se ubican en la parte inferior de la casa o abajo de las prolongaciones del techo o lugares protegidos similares, las luminarias y los equipos exteriores deben estar aprobados para uso en lugares húmedos.

b) Equipos de calefacción y/o de aire acondicionado en exteriores. Un circuito derivado de una casa móvil para alimentar equipo de calefacción y/o de aire acondicionado localizados en el exterior, diferentes a equipo de aire acondicionado tipo ventana, debe tener sus conductores terminados en una caja registro de salida aprobada, o en un medio de desconexión localizado en el exterior de la casa móvil. Se debe fijar una placa permanente junto a la caja de salida, que contenga la siguiente información:

ESTA CONEXION ES PARA EQUIPO DE CALEFACCION Y/O DE AIRE ACONDICIONADO.

EL CIRCUITO DERIVADO TIENE UNA CAPACIDAD MAXIMA DE _____ AMPERES, PARA _____ VOLTS, 60 HERTZ.

LA AMPACIDAD DEL CONDUCTOR ES DE _____ AMPERES

Los medios de desconexión deben estar ubicados a la vista del equipo.

En los espacios en blanco se deben indicar los valores de tensión y corriente. La placa debe tener un espesor no menor que 0.5 milímetros y estar grabada en bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o recubierto o su equivalente. Las dimensiones mínimas de la etiqueta deben ser de 7.5 x 4.5 centímetros.

550-25 Protección con interruptor de circuito por fallas de arco.

a) Definición. Los interruptores de circuito por fallas de arco se definen en el Artículo 100

b) Casas móviles y de casas prefabricadas. Todos los circuitos derivados de 120 volts que alimentan salidas de 15 y 20 amperes instaladas en las alcobas, salas de estar, comedores, salones, bibliotecas, terrazas, salón de juegos, closets, pasillos u otras áreas o cuartos similares de casas móviles y de casas prefabricadas deben cumplir con 210-12.

C. Acometida y alimentadores

550-30. Sistemas de distribución. El sistema eléctrico distribución secundaria para el estacionamiento de las casas móviles hacia los lotes de las casas móviles debe ser monofásico, de tensión nominal de120/240 volts. Para los fines de esta Parte C, cuando la acometida para el estacionamiento sea mayor que 240 volts, los transformadores y los tableros de distribución secundaria deben ser tratados como acometidas.

550-31. Factores de demanda permisibles. Los sistemas eléctricos de alambrado para estacionamientos de casas móviles deben estar calculados (a 120/240 volts) con base en el mayor de los valores siguientes:

(1) 16 000 voltamperes para cada lote de casa móvil, o

(2) la carga calculada de acuerdo con lo indicado en 550-18 para la casa móvil típica más grande que se pueda ubicar en cada lote.

Se permite calcular la carga de acometida o de los alimentadores de acuerdo con la Tabla 550-31. No se permite ningún factor de demanda para cualquier otra carga, con excepción de lo indicado en esta NOM.

Tabla 550-31.- Factores de demanda para conductores de entrada de acometida y alimentadores

Número de casas móviles	Factor de Demanda
1	100
2	55
3	44
4	39
5	33
6	29
7 a 9	28
10 a 12	27
13 a 15	26
16 a 21	25
22 a 40	24
41 a 60	23
61 y en adelante	22

550-32. Equipo de acometida

a) Equipo de acometida para casas móviles. El equipo de acometida de una casa móvil debe estar localizado al lado de ésta y no instalado dentro o sobre la casa móvil. El equipo de acometida debe colocarse a la vista y a una distancia no mayor que 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil a la que sirve. Se permite que el equipo de acometida esté ubicado en otro lugar del predio, siempre que haya un medio de desconexión adecuado para el equipo de acometida, ubicado al alcance de la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.00 metros de la misma y cuyo valor nominal no sea inferior a la exigida para el equipo de acometida según 550-32(c). La puesta a tierra en el medio de desconexión debe estar de acuerdo con 250-32.

b) Equipo de acometida para casas prefabricadas. Se permite que el equipo de acometida esté instalado dentro o sobre una casa prefabricada, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) La casa debe estar asegurada en su lugar mediante un sistema de anclaje o instalada y asegurada sobre un cimiento permanente.

(2) La instalación de acometida debe cumplir lo establecido en las Partes A hasta G del Artículo 230.

(3) Deben existir medios para conectar el conductor del electrodo de puesta a tierra al equipo de acometida, y para encaminarlo por fuera de la estructura.

(4) La puesta a tierra y la unión de acometida deben estar acordes con las Partes A hasta E del Artículo 250.

(5) Las instrucciones deben establecer con claridad métodos de puesta a tierra que se encuentran en el Artículo 250.

(6) En las instrucciones se debe especificar el tamaño mínimo del conductor del electrodo de puesta a tierra.

(7) Sobre o adyacente al equipo de acometida, se debe colocar una etiqueta roja con la siguiente advertencia:

ADVERTENCIA

NO SUMINISTRE ENERGIA ELECTRICA HASTA QUE EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA ESTE INSTALADO Y CONECTADO (CONSULTE LAS INSTRUCCIONES DE INSTALACION)

Cuando el equipo de acometida no está instalado dentro ni sobre la unidad, la instalación debe cumplir con las otras disposiciones de esta sección.

c) Valor nominal. El equipo de acometida de casas móviles debe tener un valor nominal de corriente no inferior a 100 amperes, a 120/240 volts y deben existir medios para conectar el conjunto del alimentador de la casa móvil por un método de alambrado permanente. También se permitirá que las salidas de fuerza, utilizadas como equipo de acometida de una casa móvil, contengan contactos hasta de 50 amperes con la protección contra sobrecorriente adecuada. Los contactos de 50 amperes deben tener la configuración mostrada en la Figura 550-10(c).

d) Equipo eléctrico adicional en exteriores. El equipo de acometida de la casa móvil debe también contener los medios para la conexión de una construcción o estructura accesoria o equipo eléctrico adicional ubicado fuera de la casa móvil mediante un método de alambrado fijo, bien sea en el equipo de acometida de la casa móvil o en el medio de desconexión externo local permitido en 550-32(a).

e) Contactos adicionales. Se permiten contactos adicionales para la conexión de equipo eléctrico ubicado fuera de la casa móvil, tales contactos deben ser de 120 volts, monofásicos, de 15 y 20 amperes, y deben estar protegidos por un interruptor de circuito por falla a tierra.

f) Altura de montaje. Los medios de desconexión exteriores para las casas móviles deben estar ubicados de forma que la parte inferior de las envolventes que los contengan estén a no menos de 60 centímetros sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo. Los medios de desconexión deben estar instalados de tal manera que el centro de la palanca de operación manual, cuando está en su posición más alta, esté a no más de 2.00 metros sobre el nivel del piso terminado o plataforma de trabajo.

g) Marcado. Cuando un contacto a 125/250 volts o 220Y/127 volts se use en un equipo de acometida de una casa móvil, éste debe estar marcado con la siguiente leyenda:

"Desconecte el desconectador o interruptor automático antes de insertar o retirar la clavija.

La clavija debe estar completamente insertada o retirada".

El marcado debe estar localizado en un lugar visible sobre el equipo de acometida, junto al contacto.

550-33. Alimentador

a) Conductores de los alimentadores. Los conductores alimentadores de la casa móvil deben constar de un cordón, instalado de fábrica de acuerdo con lo indicado en 550-10(b), o un alimentador instalado permanentemente que conste de cuatro conductores, aislados, codificados por colores, los cuales deben estar identificados por un marcado de fábrica o en campo de acuerdo con lo indicado en 310-110. Los conductores de puesta a tierra de equipo no se deben identificar mediante la remoción del aislamiento.

Excepción: Cuando el alimentador para una casa móvil se instale entre la acometida y un medio de desconexión de la casa móvil como lo indica la Sección 550-32(a), se permite omitir el conductor de puesta a tierra de equipo, cuando el conductor puesto a tierra del circuito es puesto a tierra en los medios de desconexión como se requiere en 250-32(b) excepción.

b) Capacidad del alimentador. Los conductores del circuito alimentador de un lote para casas móviles y casas prefabricadas, deben tener una capacidad no inferior a las cargas alimentadas y un valor nominal no inferior que 100 amperes y se permitirá que estén dimensionados de acuerdo con 310-15(b)(7).

ARTICULO 551

VEHICULOS DE RECREO Y SUS ESTACIONAMIENTOS

A. Generalidades

551-1 Alcance. Las disposiciones de este Artículo se refieren a los conductores y equipos eléctricos, que no sean los circuitos de baja tensión ni de los vehículos automotores ni extensiones de ellos, instalados dentro o sobre vehículos de recreo, a los conductores que conectan vehículos de recreo a una fuente de suministro de electricidad y a la instalación del equipo y los dispositivos relacionados con instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento de vehículos de recreo.

551-2 Definiciones (Véase el Artículo 100 para otras definiciones)

Aparato estacionario. Un aparato que no se puede trasladar fácilmente de un lugar a otro en uso normal.

Aparato fijo. Un aparato que está sujeto o asegurado por otros medios en un sitio específico.

Aparato portátil. Un aparato que se mueve o puede ser fácilmente trasladado de un lugar a otro en uso normal.

NOTA: Para los propósitos de este Artículo, los siguientes aparatos, se consideran portátiles si se conectan por medio de cordón: refrigeradores, cocinas de gas, lavadoras de ropa, lavavajillas sin equipos de secado u otros aparatos similares.

Baja tensión. Fuerza electromotriz de 24 volts nominal o menos, suministrada desde un transformador, rectificador o batería.

Casa rodante. Vehículo diseñado para proporcionar alojamiento temporal para recreación, acampar o viajar, construido sobre, o unido permanentemente al chasis de un vehículo con motor de propulsión propia o a un chasis de un camión que es parte integral del vehículo completo (Véase Vehículo de recreo).

Conductores del circuito alimentador para el sitio de vehículos de recreo. Los conductores que van desde el equipo de acometida del estacionamiento hasta el equipo de acometida del lugar de cada de vehículos de recreo.

Cajón para vehículos de recreo. Es el área destinada para la ubicación de un vehículo de recreo.

Camión o camioneta para acampar. Unidad portátil construida para proporcionar alojamiento temporal para recreo, viajar o acampar y que consiste en un techo, piso y paredes, diseñado para ser montado y desmontado del cajón de una camioneta de carga (véase Vehículos de recreo).

Conjunto alimentador. Los conductores, incluyendo los conductores de fase, los puestos a tierra, y conductores de puesta a tierra de equipo, conectores, clavijas y todos los demás accesorios, soportes aislantes para cables o dispositivos instalados con el propósito de llevar energía desde la fuente de alimentación hasta el panel de distribución dentro del vehículo de recreo.

Convertidor. Dispositivo que cambia la corriente de una forma a otra, por ejemplo de corriente alterna a corriente continua.

Estacionamiento para vehículos de recreo. Un terreno sobre el cual se sitúan, establecen o se mantienen dos o más lugares de estacionamiento para vehículos recreativos del público en general, utilizados como alojamiento temporal para propósito de recreación o vacaciones.

Estructura. Riel de chasis y cualquier aditamento de metal soldado al mismo, con un espesor de 1.5 milímetros o mayor.

Equipo de acometida del sitio de vehículos de recreo. El equipo necesario, usualmente una salida de energía, consistente de un interruptor automático o desconectador con fusibles y sus accesorios, localizados cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación al sitio del vehículo de recreo, con la finalidad de constituir el medio de desconexión para el suministro de dicho sitio.

Equipo de aire acondicionado o de climatización. Todo equipo destinado o instalado con el fin de hacer el proceso de tratamiento del aire para controlar simultáneamente o individualmente su temperatura, humedad, limpieza y distribución, con objeto de cumplir con los requisitos del espacio acondicionado.

Frente muerto (aplicado a desconectadores, interruptores automáticos, tableros de alumbrado y control y tableros de distribución). Diseñado, construido e instalado de tal forma que las partes que no transportan corriente, normalmente están expuestas en el frente.

Medio de desconexión. Equipo que usualmente consta de un interruptor automático o un desconectador y fusibles y sus accesorios, colocado cerca del punto de entrada de la acometida a un vehículo de recreo y destinado a ser el medio de desconexión de la energía del vehículo de recreo.

Convertidor. Dispositivo que cambia la energía eléctrica de una forma a otra, como por ejemplo de corriente alterna a corriente continua.

Remolque para acampar. Vehículos portátiles montados sobre ruedas y construidos con paredes laterales hechas de paneles desmontables, que pueden plegarse para ser remolcados por otros vehículos y desplegarse en el campamento para proporcionar alojamiento al viajar o acampar (véase vehículos de recreo).

Remolque para viajes. Un vehículo sobre ruedas diseñado y construido principalmente para proporcionar alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar, de un tamaño y peso tales que no requiera permiso especial para circular en autopistas cuando es remolcado por un vehículo de motor y que tenga un área para vivienda menor que 30 m^2 (ver Vehículo de recreo).

Sitio para vehículos de recreo. Un espacio dentro de un estacionamiento para vehículos de recreo, destinado para el acomodo de cualquier vehículo de recreo, tiendas de campaña u otras unidades individuales para acampar en forma temporal.

Tablero de distribución (para vehículos de recreo). Un tablero o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en un solo tablero, incluyendo barras, con o sin dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente para controlar los circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza de pequeñas capacidades individuales o conjuntas; diseñados para colocarse en un gabinete o en una caja para cortacircuitos colocada dentro o contra una pared o división, y accesible únicamente por el frente.

Vehículo de recreo. Tipo de vehículo diseñado principalmente como alojamiento temporal para recreo, acampar o viajar, ya sea que tenga su propia fuerza motriz o esté montado sobre o remolcado por otro vehículo. Los tipos principales son: remolque para viajes, remolque para acampar, camión o camioneta para acampar y casa rodante.

551-4. Requisitos generales

a) No incluidos. Un vehículo de recreo que no se utilice para los propósitos definidos en 551-2, no es necesario que cumpla con las disposiciones de la Parte D, relacionadas con el número o la capacidad de los circuitos requeridos. Sin embargo, si el vehículo de recreo está provisto con una instalación eléctrica que debe estar alimentada por un sistema de corriente alterna de tensión nominal de 120 volts o 120/240 volts o 127/220 volts, debe cumplir con todos los demás requisitos aplicables de este Artículo.

b) Sistemas. Este Artículo cubre la combinación de sistemas eléctricos, instalación de generadores y sistemas de 120 volts, 127, 208Y/120 volts o 120/240 volts.

B. Sistemas eléctricos combinados

551-20. Sistemas eléctricos combinados

a) Generalidades. Se permite que el alambrado de vehículos para conexión a una batería o a una fuente de corriente continua, se conecte a una fuente de 120 volts, siempre y cuando el sistema completo de alambrado y el equipo tengan la capacidad y cumplan completamente con los requisitos de las partes A, B, C, D y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 volts. Los circuitos alimentados desde transformadores de corriente alterna no deben alimentar aparatos de corriente continua.

b) Convertidores de tensión (de 120 volts de corriente alterna a baja tensión de corriente continua). El lado de corriente alterna de un convertidor de 120 volts debe estar alambrado en completa conformidad con los requisitos de las partes A, B, C, D, y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 volts.

Excepción: No están sujetos a lo indicado anteriormente, los convertidores suministrados como parte integral de un aparato.

Todos los convertidores y transformadores deben ser aprobados para uso en vehículos de recreo, y diseñados o equipados para proporcionar protección contra sobre temperaturas. Para determinar la capacidad nominal de los convertidores, se deben aplicar lo siguientes porcentajes a la carga total conectada, incluyendo el régimen promedio de carga de la batería de todos los equipos de 12 volts.

Los primeros 20 amperes de la carga a 100 por ciento, más

Los segundos 20 amperes de la carga a 50 por ciento, más

La carga arriba de 40 amperes al 25 por ciento.

Excepción: Un aparato de baja tensión que es controlado por un desconectador de acción momentánea (normalmente abierto) que no tiene medios para mantenerse en la posición de cerrado, ni los refrigeradores que funcionan a 120 volts, no deben ser considerados como una carga conectada cuando se determine la

capacidad nominal del convertidor requerido. Los aparatos energizados momentáneamente deben estar limitados a aquéllos utilizados para preparar el vehículo para su utilización o traslado.

c) Unión de la envolvente del convertidor de tensión. La envolvente metálica no portadora de corriente del convertidor de tensión, se debe conectar al chasis del vehículo mediante un conductor de cobre con un tamaño mínimo de 8.37 mm^2 (8 AWG). El convertidor de tensión debe tener un conductor independiente de unión al chasis que no se debe usar como conductor portador de corriente.

d) Artefactos con tensión dual, incluyendo luminarias y aparatos. Los artefactos, incluyendo las luminarias y aparatos, que tengan conexiones tanto para 120 volts como para baja tensión, deben ser del tipo aprobado para tensión dual.

e) Autotransformadores. No se deben usar autotransformadores.

f) Contactos y clavijas. Cuando un vehículo de recreo esté equipado con un sistema de corriente alterna, un sistema de baja tensión, o ambos, los contactos y clavijas del sistema de baja tensión deben tener una configuración diferente de la del sistema de corriente alterna. Cuando un vehículo equipado con una batería u otro sistema de baja tensión tenga una conexión externa para alimentación a baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita alimentación de corriente alterna.

C. Otras fuentes de energía

551-30. Instalación del generador

a) Montaje. Los generadores deben estar montados de tal modo que estén unidos eficazmente al chasis del vehículo de recreo.

b) Protección del generador. El equipo debe estar instalado para asegurar que los conductores portadores de corriente procedentes del generador del motor y otra fuente de alimentación externa no sean conectados al mismo tiempo a un circuito del vehículo.

Los interruptores de transferencia automáticos en tales aplicaciones deben estar aprobados para usarse en uno de los siguientes casos:

(1) Sistemas de emergencia

(2) Sistemas opcionales en espera

Los contactos usados como medios de desconexión deben estar accesibles (como se aplica a los métodos de alambrado) y ser capaces de interrumpir su corriente nominal sin riesgo para el operador.

c) Instalación de baterías y generadores. Las baterías y las unidades generadoras accionadas por motor de combustión interna (sometidas a los requisitos de esta NOM), se deben fijar en su lugar para evitar desplazamientos por vibraciones o sacudidas en las carreteras.

d) Ventilación de los compartimentos para generadores. Los compartimentos destinados a unidades generadoras accionadas por motor de combustión interna, deben tener ventilación aprobada de acuerdo con las instrucciones suministradas por el fabricante de la unidad generadora.

e) Conductores de alimentación. Los conductores de alimentación desde el generador del motor a la primera terminal en el vehículo deben ser del tipo cableado e instalado en tubo conduit flexible aprobado o tubo conduit flexible hermético a líquidos aprobado. El punto de la primera terminal debe estar en uno de los siguientes lugares:

(1) En el tablero de distribución;

(2) En una caja de conexiones con una tapa ciega;

(3) En una caja de conexiones con un contacto;

(4) En un interruptor de transferencia dentro de una envolvente; o

(5) En un conjunto de contacto aprobado para su uso en conjunto con el generador.

El tablero de distribución o caja de conexiones con un contacto debe instalarse en el interior del vehículo y a no más de 45 centímetros de la pared del compartimento, pero no dentro del mismo. Si el generador está bajo del nivel del piso y no en un compartimento, el tablero de distribución o la caja de conexiones con el contacto debe ser instalada dentro del vehículo a no más de 45 centímetros del punto de entrada del éste. En la pared del compartimiento, dentro o fuera de él, se debe montar una caja de empalme con tapa ciega. Un conjunto de contactos aprobado en conjunto con el generador debe estar montado de acuerdo con un método aprobado. Si el generador está por debajo del nivel del piso y no en un compartimento la caja de conexión con la tapa ciega debe montarse en cualquier parte de la estructura del generador que lo soporta (pero no sobre el generador) o en el piso del vehículo a una distancia no mayor que 45 centímetros de cualquier punto directamente encima del generador en el lado interior o exterior de la superficie del piso. La protección contra sobrecorriente, de acuerdo con lo indicado en 240-4 debe ser proporcionada para conductores de alimentación como parte integral del generador, estar ubicado a no más de 45 centímetros del punto de entrada al vehículo.

551-31. Fuente de alimentación múltiple

a) Fuentes de alimentación múltiple. Cuando se instale una fuente de alimentación múltiple, que conste de una fuente alterna de energía y un cordón de alimentación de energía, el alimentador de la fuente alterna de energía debe estar protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorriente. La instalación debe cumplir con lo indicado en 551-30(a) y (b) y 551-40.

b) Capacidad de fuentes de alimentación múltiples. No se requiere que las fuentes de alimentación múltiples sean de la misma capacidad.

c) Fuentes alternas de energía de más de 30 amperes. Si una fuente alterna de energía excede de 30 amperes, a 120 volts, se permite alambrar como un sistema de 120 volts, o como un sistema de 120/240 volts, provisto con un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor apropiado instalado en el alimentador.

d) Conjunto alimentador no menor que 30 amperes. Se permite que un conjunto alimentador externo sea menor que la carga calculada pero no menor que 30 amperes, y debe tener una protección contra sobrecorriente no mayor que la capacidad del conjunto alimentador externo.

551-32. Otras fuentes. Otras fuentes de energía de corriente alterna, tales como inversores o grupo motogenerador, deben estar aprobadas para uso en vehículos de recreo y deben estar instaladas de acuerdo con disposiciones aprobadas. Otras fuentes de energía de corriente alterna deben estar alambradas en total conformidad con los requisitos de las Partes A, B, C, D y E de este Artículo, con respecto a sistemas eléctricos de 120 volts.

551-33. Restricciones de la fuente alterna de energía. El equipo de transferencia, si no está integrado a la fuente de energía, debe instalarse de modo que asegure que los conductores portadores de corriente desde otras fuentes de alimentación de corriente alterna y otra fuente alimentación externa no sean conectados al mismo tiempo al circuito del vehículo. Los interruptores de transferencia automáticos en tales aplicaciones deben estar aprobados para usarse en uno de los siguientes casos:

(1) Sistemas de emergencia

(2) Sistemas opcionales en stand-by

D. Sistemas de 120 volts o 120/240 volts

551-40. Sistemas de 120 volts o 120/240 volts

a) Requisitos generales. El equipo y materiales eléctricos de vehículos de recreo, indicados para estar conectados a un sistema de alambrado de tensión nominal de 120 volts, 2 fases con conductor de puesta a tierra de equipos, o un sistema de alambrado de tensión a 120/240 volts o, 3 fases con conductor de puesta a tierra de equipos, deben estar aprobados e instalados de acuerdo con los requisitos de las Partes A, B, C, D y E de este Artículo. El equipo eléctrico conectado de línea a línea debe tener un valor de tensión de 208-230 volts.

b) Materiales y equipo. Los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos, accesorios y otro equipo instalado, destinado para su uso dentro o colocados en un vehículo de recreo, deben estar aprobados. Todos los productos deben usarse sólo de la forma que han sido probados y encontrados adecuados para el uso destinado.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. El alambrado interno de un vehículo de recreo que tenga un solo circuito derivado de 15 o 20 amperes como se permite en 551-42(a) y (b), debe tener una protección para personas por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra. El interruptor de circuito por falla a tierra se debe instalar en el punto donde el conjunto alimentador termina dentro del vehículo de recreo. Cuando no se use un juego de cordón separable, se permite que el interruptor del circuito por falla a tierra sea parte integral de la clavija de conexión del conjunto alimentador. El interruptor de circuito por falla a tierra también debe proporcionar protección en el caso de que se desconecte un conductor del circuito puesto a tierra, o que se intercambien los conductores del circuito, o en ambos casos.

551-41. Salidas para contactos requeridas

a) Espaciamiento. Las salidas para contactos deben instalarse con un espaciamiento sobre las paredes cada 60 centímetros de ancho o más, de tal manera que ningún punto a lo largo de una línea en el piso esté a más de 1.8 metros, medido horizontalmente de cualquier contacto en ese espacio.

Excepción 1: Areas de baños y corredores.

Excepción 2: El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, muebles para ropa, muebles empotrados y espacios que estén detrás de las puertas que se puedan abrir completamente contra la superficie de la pared o instalaciones similares.

b) Ubicación. Las salidas para contactos deben instalarse como sigue:

1) Adyacentes a las partes altas de las cubiertas de cocinas (por lo menos uno en cada lado del fregadero si la parte alta de la cubierta se prolonga a ambos lados y tiene un ancho de 30 centímetros o más.

2) Adyacentes a espacios que alojen refrigeradores y estufas de gas; excepto cuando se instalen en fábrica un refrigerador a gas o un aparato de cocina y no requieran conexión eléctrica externa.

3) Adyacentes a espacios en la parte superior de la cubierta de 30 centímetros de ancho o más, que no estén al alcance desde un contacto especificado en(1), por medio de un cordón de 1.80 metros sin cruzar áreas de paso, aparato de cocina o fregaderos.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. Cada salida para contacto monofásico de 120 volts y 15 o 20 amperes, debe tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas, en los lugares siguientes:

1) Adyacentes a lavabos de los baños.

2) Cuando los contactos están instalados para alimentar las superficies de las cubiertas y estén a una distancia no mayor que 1.80 metros de cualquier lavabo o fregadero.

Excepción 1: Los contactos instalados en espacios dedicados para aparatos, tales como lavavajillas, trituradores de desperdicios, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

Excepción 2: Contactos sencillos para las conexiones interiores de las secciones de la habitación expandibles.

Excepción 3: Contactos desenergizados que estén a una distancia no mayor que 1.80 metros de cualquier lavabo o fregadero debido a la retracción de la sección de la habitación expandible.

3) En el área ocupada por un sanitario, regadera, tina o cualquier combinación de ellas.

4) En el exterior del vehículo.

Excepción: No se exige que los contactos que estén ubicados en el interior de un tablero accesible, instalado fuera del vehículo para dar alimentación a un aparato instalado, tengan protección de interruptor de circuito por falla tierra.

Se permite una salida para contacto en una luminaria. No se permite instalar una salida para contacto en una tina, o en un compartimento combinado de tina con ducha.

d) Posición hacia arriba. Un contacto no debe instalarse en posición de cara arriba en ninguna parte superior de una cubierta de la cocina ni en superficies horizontales similares dentro del área de la vivienda.

551-42. Circuitos derivados requeridos. Cada vehículo de recreo que contenga un sistema eléctrico de 120 o volts debe tener uno de los circuitos siguientes:

a) Un circuito de 15 amperes. Un circuito de 15 amperes para alimentar lámparas, salidas para contactos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un interruptor de fusibles de 15 amperes, o un interruptor automático de 15 amperes.

b) Un circuito de 20 amperes. Un circuito de 20 amperes para alimentar lámparas, salidas para contactos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un desconectador de fusibles de 20 amperes o un interruptor automático de 20 amperes.

c) De dos a cinco circuitos de 15 o 20 amperes. Se permite un máximo de cinco circuitos de 15 o 20 amperes para alimentar lámparas, salidas para contactos y aparatos fijos. Tales vehículos de recreo deben estar equipados con un tablero de distribución para una tensión máxima de 120 volts o 120/240 volts con un conjunto alimentador principal máximo de 30 amperes. En tales sistemas no debe haber instalados más de dos aparatos de 120 volts controlados por termostato (por ejemplo, un acondicionador aire y calentador de agua) a menos que se utilicen desconectadores de aislamiento, sistemas de administración de la energía o por otro método similar.

Excepción: Se permiten circuitos adicionales de 15 o 20 amperes cuando sea empleado, un sistema administrador de energía aprobado, con capacidad máxima de 30 amperes.

NOTA: Véase 210-23(a) para cargas permitidas. Véase 551-45(c) para los requisitos de desconexión principal y protección contra sobrecorriente.

d) Más de cinco circuitos sin un sistema de administración de energía. Un conjunto alimentador de 50 amperes, 120/240 volts debe ser utilizado cuando se emplean seis o más circuitos. La distribución de carga debe asegurar un razonable balance de corrientes entre fases.

551-43. Protección de los circuitos derivados

a) Capacidad nominal. La capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados debe ser:

1) No mayor que la de los conductores del circuito; y

2) No mayor que 150 por ciento de la capacidad de un aparato de 13.3 amperes o más, y alimentado por un circuito derivado individual, pero

3) No mayor que el tamaño de la protección contra sobrecorriente, marcada sobre un acondicionador de aire u otros aparatos accionados por motor.

b) Protección de conductores más pequeños. Se permite instalar un interruptor automático o un fusible de 20 amperes para la protección de los cables o cordones o aparatos pequeños, y de conductores de derivación de tamaño de 2.08 mm^2 (14 AWG), de una longitud no mayor que 1.80 metros para luminarias empotradas.

c) Contacto de 15 amperes considerado protegido por un dispositivo de 20 amperes. Si hay más de un contacto o una carga en un circuito derivado, se permite que el contacto de 15 amperes esté protegido por un interruptor automático o por un fusible de 20 amperes.

551-44. Conjunto de alimentación. Cada vehículo recreativo debe tener sólo uno de los conjuntos de fuente de alimentación tratados a continuación:

a) Ensamble de alimentación principal de 15 amperes. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(a), deben emplear un ensamble alimentador principal aprobado de 15 amperes o mayor.

b) Ensamble alimentador principal de 20 amperes. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(b), deben emplear un ensamble alimentador principal aprobado de 20 amperes o mayor.

c) Ensamble alimentador de 30 amperes. Los vehículos de recreo alambrados de acuerdo con lo indicado en 551-42(c), deben emplear un ensamble alimentador principal aprobado de 30 amperes o mayor.

d) Ensamble alimentador de 50 amperes. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(d), deben emplear un ensamble alimentador principal aprobado de 50 amperes, en 120/240 volts.

551-45. Tablero de distribución

a) Aprobado y de capacidad adecuada. Se debe usar un tablero de distribución aprobado, de capacidad nominal apropiada u otro equipo específicamente aprobado para este uso. La barra de terminales del conductor puesto a tierra debe estar aislada como se indica en 551-54(c); Dentro de la envolvente del tablero de distribución se debe instalar una barra para las terminales de puesta a tierra de los equipos.

b) Ubicación. El tablero de distribución debe instalarse en un sitio de fácil acceso. Los espacios de trabajo para el tablero no deben ser menores de 60 centímetros de ancho y de 75 centímetros de profundidad.

Excepción 1: Cuando la cubierta del tablero de distribución quede expuesta al espacio interior de un pasillo, se permite reducir una de las dimensiones del espacio de trabajo a no menos de 55 centímetros. Se considera que un tablero de distribución está expuesto cuando la cubierta del mismo está dentro de 5 centímetros de la superficie del acabado del pasillo.

Excepción 2: Se permite que las puertas de acceso al comportamiento de un generador estén equipadas con un sistema de bloqueo.

c) Tipo frente muerto. El tablero de distribución debe ser de tipo de frente muerto y debe consistir en uno o más interruptores automáticos o portafusibles tipo S. Cuando se usen fusibles, o más de dos interruptores automáticos debe instalarse un medio de desconexión principal. Cuando se instalen más de dos circuitos derivados, se debe instalar un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente que no exceda la capacidad del ensamble alimentador.

551-46. Medios de conexión a la fuente de alimentación

a) Conjunto alimentador. El o los conjuntos alimentadores deben ser suministrados o instalados de fábrica y debe ser de uno de los tipos indicados a continuación:

1) Separable. Cuando se proporcione un conjunto alimentador separable, compuesto de un cordón flexible con conector y clavija moldeada de conexión, el vehículo debe estar equipado con una entrada de superficie empotrada, montada de forma permanentemente (clavija de conexión tipo macho empotrada para base de

motor), alambrado directamente al tablero de distribución por un método de alambrado aprobado. La clavija debe ser aprobada.

2) Conectado permanentemente. Cada conjunto alimentador debe estar directamente conectado a las terminales del tablero de distribución o a los conductores dentro de una caja de conexión y provista con los medios para impedir que se transmitan tensiones mecánicas a las terminales. La ampacidad de los conductores entre cada caja de conexiones y las terminales de cada tablero de distribución, debe ser por lo menos igual que la del cordón de alimentación. El extremo del ensamble del alimentador debe estar equipado con una clavija de conexión del tipo descrito en (c) siguiente. Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe estar protegido por medio de tubo conduit y pasacables o su equivalente. El cordón de alimentación debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daño mecánico mientras el vehículo esté circulando (en tránsito) o cuando el ensamble de cordón se almacena o remueve para usarse.

b) Cordones. La longitud útil expuesta del cordón debe estar medida desde el punto de entrada al vehículo de recreo o desde el frente de la entrada de superficie empotrada (clavija de conexión para base de motor) hasta el frente de la clavija de conexión en el extremo de la alimentación.

La longitud útil expuesta del cordón, medida al punto de entrada en el exterior del vehículo, debe ser de al menos 7.50 metros cuando el punto de entrada esté en un costado del vehículo, o al menos de 9.00 metros cuando el punto de entrada al vehículo esté en la parte trasera.

Cuando la entrada del cordón al vehículo está a más de 90 centímetros sobre el terreno, la longitud mínima del cordón se debe aumentar en la distancia que hay en exceso de 90 centímetros.

NOTA: Véase inciso (e) siguiente.

c) Clavijas de conexión

1) Unidades con un circuito derivado de 15 amperes. Los vehículos de recreo que tengan un solo circuito derivado de 15 amperes, como se permite en 551-42(a), deben tener una clavija de conexión de 2 polos, 3 conductores, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 15 amperes, 120 volts, que tengan la configuración mostrada en la Figura 551-46(c).

NOTA: Para información adicional sobre configuraciones de clavijas, véase el apéndice B.

2) Unidades con un circuito derivado de 20 amperes. Los vehículos de recreo que tengan un solo circuito derivado de 20 amperes, como se permite en 551-42(b), deben tener una clavija de conexión de 2 polos, 3 conductores, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 20 amperes, 120 volts, que tengan la configuración indicada en la Figura 551-46(c).

3) Unidades con dos a cinco circuitos derivados de 15 o 20 amperes. Los vehículos de recreo con alambrado de acuerdo con lo indicado en 551-42(c), deben tener una clavija de conexión de 2 polos, 3 conductores, del tipo con puesta a tierra de capacidad de 30 amperes, 120 volts, que cumpla con la configuración indicada en la Figura 551-46(c), destinada para usarse con unidades de capacidad 30 amperes, 120 volts.

4) Unidades con ensamble de fuente de alimentación de 50 amperes. Los vehículos de recreo que tengan un conjunto alimentador de capacidad de 50 amperes, como lo permite 551-42(d), deben tener una clavija de conexión de 3 polos, 4 conductores, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 50 amperes, 127/220 o 120/240 volts, que cumpla con la configuración mostrada en la Figura 551-46 (c).

d) Etiquetado en la entrada eléctrica. Cada vehículo de recreo debe tener permanentemente adherida, en su superficie externa en o cerca del punto de entrada de los cordones de alimentación, una etiqueta de dimensiones mínimas de 7.5 x 4.5 centímetros grabada, estampada, o en relieve, de bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o con recubrimiento de aluminio, de espesor no menor que 0.508 milímetros o de otro material adecuado (por ejemplo lámina de plástico de 0.127 milímetros de espesor) mediante grabado o estampado en la cual se lea, según el caso, cualquiera de las siguientes notas:

“ESTA CONEXION ES PARA 110 - 120 volts, CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ,

CON UN SUMINISTRO DE _____ AMPERES”

o

“ESTA CONEXION ES PARA 220Y/127 VOLTS o 120/240 VOLTS, CORRIENTE ALTERNA,

3 FASES, 4 HILOS, 60 HERTZ,

CON SUMINISTRO DE _____ AMPERES”

La capacidad nominal de corriente debe indicarse en el espacio en blanco.

e) Ubicación. El punto de entrada del ensamble alimentador debe estar ubicado a no más de 4.50 metros de la parte trasera del vehículo, en el lado izquierdo o en la parte trasera a la izquierda del vehículo dentro de una distancia de 45 centímetros de la pared exterior.

Excepción 1: Se permite que un vehículo de recreo equipado, solamente con un sistema flexible de drenaje aprobado o un sistema de ventilación y drenaje con escape lateral, que tenga el punto de entrada de suministro eléctrico en cualquier lado, siempre que los tubos de drenaje de la instalación sanitaria estén del mismo lado.

Excepción 2: Se permite que en un vehículo de recreo el punto de entrada de suministro eléctrico esté a más de 4.50 metros desde la parte trasera. Cuando esto ocurre, la distancia que exceda de 4.50 metros debe agregarse a la longitud mínima del cordón como se establece en 551-46(b).

Excepción 3: Se permitirá que los vehículos recreativos diseñados para el transporte de ganado tengan el punto de entrada de la instalación eléctrica ubicado en cualquiera de los lados o en el frente.

551-47. Métodos de alambrado

a) Sistemas de alambrado. Se permite utilizar cables y canalizaciones instalados según los Artículos 320, 322, 330 hasta 340, 342 hasta 362, 386 y 388 de acuerdo con sus Artículos aplicables, excepto que se especifique algo diferente en este Artículo. Se debe instalar un medio de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con lo indicado en 250-118.

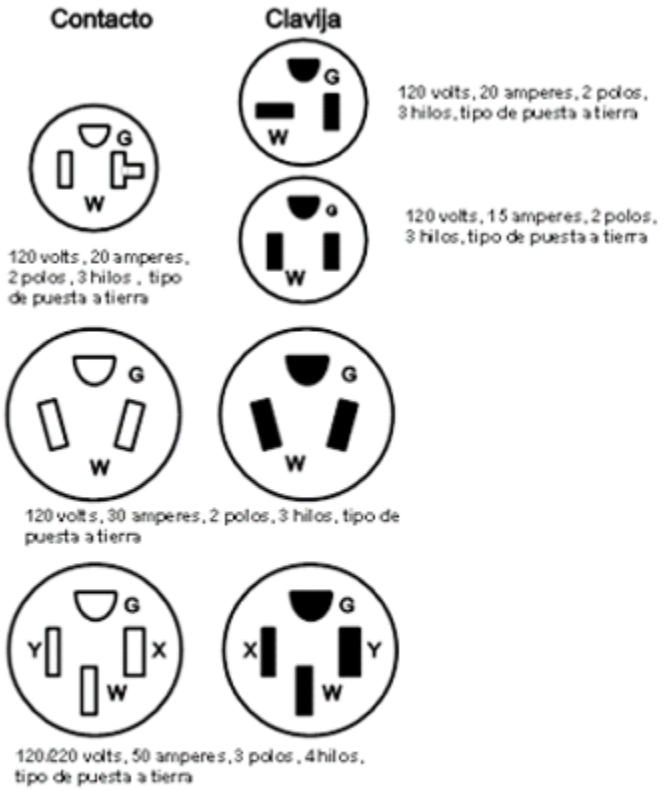


Figura 551-46 (c).- Configuraciones para contactos y clavijas de conexión del tipo puesta a tierra utilizadas con los cordones de alimentación de los vehículos de recreo y sus estacionamientos

b) Tubo conduit. Cuando los tubos conduit metálicos del tipo pesado o tubos conduit metálicos semipesado terminen en una envolvente o en caja de conexiones con un conector, pasacables y contratuerca, se deben instalar dos contratuercas, una por dentro de la envolvente y otra por fuera. Los extremos del tubo conduit deben estar escariados o con acabado para eliminar los filos cortantes.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas son aceptables únicamente con cable con cubierta no metálica o canalizaciones no metálicas.

d) Cajas. En paredes y plafones de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar al ras con el acabado de la superficie o sobresaliendo.

e) Montaje. Las cajas en paredes y cajas para plafones deben estar montadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 314.

Excepción 1: Se permiten cajas del tipo de cierre con resorte o cajas provistas con herrajes especiales para pared o techo que las aseguren firmemente a las paredes o plafones.

Excepción 2: Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una placa de madera, que brinde un soporte de 4 centímetros como mínimo alrededor de la caja, y de un espesor mínimo de 13 milímetros o mayor, fijada directamente al panel de la pared.

f) Continuidad del cable y la canalización. El recubrimiento de los cables y las canalizaciones debe ser continuo entre las cajas y otras envolventes.

g) Protecciones. Se permite que los cables con armadura, tipo AC o, con recubrimiento no metálico y tubería conduit no metálica, pasen por el centro de la parte más ancha de las columnas de madera de 5 x 10 centímetros. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen por columnas de madera de 5 x 5 centímetros o por otras columnas o bastidores en los que el cable o tubería esté a menos de 3.2 centímetros de la superficie interior o exterior. Para proteger al cable o tubería se requieren placas de acero a cada lado del cable o tubo, o un tubo de acero con espesor de pared no menor que 1.35 milímetros. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio. Cuando los cables con recubrimiento no metálico pasen a través de orificios, cortes, ranuras barrenadas o agujeros en partes metálicas, el cable debe protegerse por pasacables, o contratuercas aseguradas firmemente a la abertura.

h) Dobleces o curvas. Ningún doblez o curva debe tener un radio menor que cinco veces el diámetro del cable.

i) Soportes para cable. Cuando los cables se conecten con conectores o abrazaderas, los cables deben estar soportados a no más de 30 centímetros de las cajas de salida, de los tableros de distribución y de las cajas de conexión en los aparatos. Los soportes deben estar colocados a cada 1.40 metros en los demás lugares.

j) Cajas no metálicas sin abrazaderas para cable. Los cables con cubierta no metálica deben sujetarse a no más de 20 centímetros de una caja de salida no metálica sin abrazaderas para cable. Cuando los dispositivos de alambrado con envolventes integrales son empleados con un bucle extra de cable para permitir reemplazos futuros del dispositivo, el bucle de cable se debe considerar como parte integral del dispositivo.

k) Daño físico. Cuando estén sujetos a daño físico, los cables con cubierta no metálica deben estar protegidos por cubiertas, tiras protectoras, canalizaciones u otros medios.

l) Placas frontales metálicas para contactos. Las placas frontales metálicas deben cumplir con la sección 406-5(a). Las placas frontales no metálicas deben cumplir con la sección 406-5(c).

m) Placas frontales metálicas puestas a tierra. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, éstas deben estar puestas a tierra.

n) Humedad o daño físico. Cuando el alambrado al exterior o bajo el chasis sea de 120 volts, o más, y esté expuesto a la humedad o a daño físico, el alambrado debe estar protegido por tubo conduit metálico del tipo pesado, semipesado, o tubo conduit rígido de policloruro de vinilo o en un cable del Tipo MI que se fije sólidamente en las estructuras y envolventes de los equipos u otras canalizaciones o cables e identificados para ese uso.

o) Interconexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar aprobados e identificados para la interconexión de los componentes del edificio. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos durante el transporte del vehículo de recreo.

p) Métodos de conexión de unidades expandibles. El método de conexión de las unidades expandibles al cuerpo principal del vehículo debe cumplir con uno de los incisos siguientes:

1) Conexión con cordón y clavija. Las conexiones con cordón y clavija deben cumplir los subincisos (a) hasta (d) siguientes:

(a) Se permite que aquella parte de un circuito derivado que esté instalada en una unidad expandible, sea conectada a la parte del circuito derivado en el cuerpo principal del vehículo por medio de un cordón y clavija de conexión aprobados para uso rudo. El cordón y sus conexiones deben cumplir

con todas las disposiciones del Artículo 400 y debe ser considerado como de uso permitido de acuerdo con lo establecido en 400-7. Cuando la clavija de conexión y el cordón están localizados en el interior del vehículo, se permite el uso de cordones paralelos con aislamiento termofijo o elastómero, tipo SPT-3, SP-3 o SPE.

(b) Si el contacto provisto para la conexión del cordón al circuito principal está localizado en el exterior del vehículo, debe estar protegido con un interruptor de circuito de falla a tierra para seguridad de las personas y estar aprobado para lugares mojados. Un cordón localizado en el exterior de un vehículo debe estar aprobado e identificado para uso exterior.

(c) A menos que el conjunto de cordón sea removible o pueda guardarse en el interior del vehículo, debe estar protegido permanentemente contra la corrosión y daños mecánicos mientras el vehículo esté circulando (en tránsito).

(d) La clavija de conexión y el cordón deben estar instalados de modo que las terminales vivas de las clavijas no queden expuestas.

2) Alambrado directo. Se permitirá que la parte de un circuito derivado instalada en una unidad expandible se conecte a la parte del circuito derivado instalado en el cuerpo principal del vehículo, por medio de un cordón flexible instalado de acuerdo con (a) hasta (e) siguientes o por otro método de alambrado aprobado:

(a) El cordón flexible debe estar aprobado para uso pesado y en lugares mojados.

(b) Se permitirá que el cordón flexible esté expuesto en la parte inferior del vehículo.

(c) Se permitirá que el cordón flexible pase por dentro de una pared o un ensamble de piso o ambos, en una longitud oculta máxima de 60 centímetros antes de terminar en la caja de conexiones o de salida.

(d) Cuando esté oculto, el cordón flexible se debe instalar en tubo conduit o tubería no flexibles, que sean continuos desde la caja de salida o de conexiones dentro del vehículo recreativo hasta una caja de salida, una caja de conexiones o un accesorio de alivio de tensión mecánica, todos ellos a prueba de intemperie y aprobados para su uso en lugares mojados, ubicados en la parte inferior del vehículo. La cubierta exterior del cordón flexible debe ser continua dentro de la caja de salida o conexiones.

(e) Cuando el cordón flexible pase a través del piso hasta un área expuesta dentro del vehículo recreativo, se debe proteger por medio de tubo conduit y pasacables o un medio equivalente.

Cuando esté sometido a daños físicos, el cordón flexible se debe proteger con RMC (tubo conduit metálico pesado), IMC (tubo conduit metálico semipesado), PVC Cédula 80, RTRC (tubo conduit de resina termofija reforzada) u otro medio aprobado y se debe prolongar por lo menos 15 centímetros por encima del piso. Se debe proporcionar un medio para asegurar el cordón flexible en el sitio donde entra al vehículo recreativo.

q) Prealambrado para instalaciones de aire acondicionado. El prealambrado instalado para futuras instalaciones de aire acondicionado debe cumplir con lo siguiente y las demás de este Artículo que sean aplicables.

1) Debe estar instalado en el tablero de distribución un dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal compatible con los conductores del circuito.

2) Las terminales de carga del circuito deben terminar en una caja de conexiones con una tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se use una caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Debe colocarse una etiqueta conforme con lo indicado en 551-46(d) sobre o adyacente a la tapa de la caja de conexiones con la leyenda:

CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO

ESTA CONEXION ES PARA AIRE ACONDICIONADO A 110 VOLTS – 120 VOLTS,

CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ,____ AMPERES.

NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO

El valor nominal de corriente, no debe exceder 80 por ciento del valor nominal del circuito, y se debe indicar legiblemente en el espacio en blanco.

4) El circuito no debe servir para ningún otro propósito.

r) Prealambrado para la instalación de un generador. El prealambrado instalado para la conexión futura de un generador debe estar conforme con lo indicado en lo siguiente y las demás de este Artículo que les sean aplicables.

1) Los conductores del circuito deben ser del tamaño apropiado en relación con la carga prevista como se indica en la etiqueta requerida en (4) de esta subsección y protegidos por un dispositivo de protección contra sobrecorriente de acuerdo con sus ampacidades. Cuando el generador suministra protección contra sobrecorriente para los conductores, no se exigirá protección adicional contra sobrecorriente.

2) Cuando sean utilizadas cajas de conexiones en el origen del circuito o en puntos terminales, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Cuando se instalen dispositivos tales como salidas para contactos, interruptores de transferencia u otros similares, la instalación debe estar completa, incluyendo las conexiones de los conductores del circuito. Todos los dispositivos deben estar aprobados y tener un valor adecuado.

4) Debe estar colocada sobre la cubierta de cada caja de conexiones, que contenga al circuito incompleto, una etiqueta conforme con lo indicado en 551-46(d) y con la siguiente leyenda apropiada:

CIRCUITO DE GENERADOR

ESTA CONEXION ES PARA UN GENERADOR A 110 VOLTS - 120 VOLTS,

CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ, PARA UNA CAPACIDAD MAXIMA DE ____ AMPERES.

O

CIRCUITO DE GENERADOR

ESTA CONEXION ES PARA UN GENERADOR A 120/240 VOLTS, 60 HERTZ,

PARA UNA CAPACIDAD MAXIMA DE ____ AMPERES

El valor nominal en amperes debe estar marcado legiblemente en el espacio en blanco.

s) Prealambrado para otros circuitos. El prealambrado instalado con el fin de instalar otros aparatos o dispositivos debe cumplir las partes aplicables de este artículo y las siguientes:

(1) En el tablero de distribución se debe instalar un dispositivo de protección contra sobrecorriente de valor compatible con los conductores del circuito y con las conexiones del alambrado terminadas.

(2) El extremo de carga del circuito debe terminar en una caja de conexiones con tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se utilice una caja de conexiones con tapa ciega, los extremos libres de los conductores se deben aislar o cubrir con cinta adecuadamente.

(3) En la caja de unión o adyacente a ella o al dispositivo aprobado para el propósito se debe colocar una etiqueta, conforme con 551-46 (d) con la siguiente información:

ESTA CONEXION ES PARA _____ CON CAPACIDAD NOMINAL DE

____ VOLTS CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ, _____ AMPERES MAXIMO

NO EXCEDER EL VALOR NOMINAL DEL CIRCUITO

Un valor nominal en amperes que no exceda del 80 por ciento del valor nominal del circuito debe estar marcado de manera legible en el espacio en blanco

551-48. Conductores y cajas. El número máximo de conductores permitido en cajas debe cumplir con lo indicado en 314-16.

551-49. Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 200-6.

551-50. Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes de conductores y conexiones en terminales deben estar de acuerdo con lo indicado en 110-14.

551-51. Interruptores.

a) Los interruptores deben tener una capacidad nominal como se indica a continuación:

1) Circuitos de alumbrado. Para los circuitos de alumbrado, los interruptores no deben tener un valor nominal menor de 10 amperes, 120 volts, y en ningún caso menor que la carga conectada.

2) Motores u otras cargas. Los interruptores para motores u otras cargas deben cumplir con las disposiciones de 404-14.

b) Ubicación. Los interruptores no se deben instalar dentro de lugares mojados, en los espacios para regaderas o bañeras, a menos que se instalen como parte de un ensamble listado para regadera o bañera.

551-52. Contactos. Todas las salidas para contactos deben ser del tipo de puesta a tierra y deben estar instalados de acuerdo con lo indicado en 406-4 y 210-21.

551-53. Luminarias

a) Generalidades. Cualquier acabado combustible de paredes o techos que esté expuesto entre el borde de un platillo o bandeja ornamental para luminaria y la caja de salida, debe estar cubierto con un material no combustible o un material identificado para ese uso.

b) Luminarias en regaderas. Si se instala una luminaria sobre tinas o regaderas debe ser del tipo cerrado y con empaque aprobado para este tipo de instalación, y estar protegido por un interruptor de circuito de falla a tierra.

El desconectador para luminarias en el baño y para extractores de aire, localizados sobre la tina o en la regadera debe estar localizado fuera de estos lugares.

c) Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado y otros en el exterior. Las luminarias en exteriores y otros equipos deben estar aprobados para uso exterior.

551-54. Puesta a tierra. (Para la unión de partes metálicas no portadoras de corriente, véase también 551-56).

a) Puesta a tierra de la fuente de energía. El conductor de puesta a tierra del cordón de alimentación o del alimentador debe estar conectado a la barra de puesta a tierra u otros medios aprobados de puesta a tierra en el tablero de distribución.

b) Tablero de distribución. El tablero de distribución debe tener una barra de puesta a tierra con terminales suficientes para todos los conductores de puesta a tierra o contar con otros medios aprobados de puesta a tierra.

c) Conductor puesto a tierra aislado (Conductor neutro). El conductor puesto a tierra (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo y de las envolventes de los equipos y otras partes puestas a tierra. Las terminales del conductor puesto a tierra del circuito (neutro) en el tablero de distribución y en estufas, secadoras de ropa, unidades de cocción en cubiertas y hornos montados en la pared, deben aislarse de las envolventes de equipo. Los tornillos de unión, cintas o barras de unión en el tablero de distribución o en aparatos deben ser retirados y desechados. La conexión de estufas eléctricas y secadoras de ropa eléctricas que utilicen un conductor puesto a tierra (neutro), si son conectados con cordón, debe estar hecha con un cordón de 4 conductores y con clavija y contacto del tipo de puesta a tierra de 3 polos, 4 hilos.

551-55. Puesta a tierra de equipo interior

a) Partes metálicas expuestas. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes, bastidores, tapas ornamentales de las luminarias, y similares, deben estar efectivamente unidas a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución.

b) Conductores de puesta a tierra y unión de los equipos. Alambres desnudos, alambres con aislamiento de color verde, o verdes con franjas amarillas deben ser empleados únicamente como conductores de puesta a tierra de equipo.

c) Puesta a tierra de equipo eléctrico. La puesta a tierra de los equipos se debe hacer por uno o más de los siguientes métodos:

(1) Conexión de envolventes metálicas, la cubierta de cables tipo MC o MC-HL y tipo MI cuando la cubierta esté identificada para puesta a tierra, o la armadura del cable tipo AC a las envolventes metálicas.

(2) Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra de equipo y una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra, el cual no debe ser usado para otro propósito o un dispositivo de puesta a tierra.

(3) Se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo de un cable con cubierta no metálica esté asegurado por medio de un tornillo roscado en la tapa ornamental de una luminaria, diferente a un tornillo de montaje o un tornillo de cubierta, o sujeto a un medio de puesta a tierra aprobado (placa) en una caja registro de salida no metálica para el montaje de la luminaria (se permiten también medios de puesta a tierra para los tornillos de fijación de las luminarias).

d) Conexiones de puesta a tierra en cajas no metálicas. Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra del equipo colocados dentro de una caja de salida no metálica, debe estar dispuesta de tal forma que la conexión del conductor puesto a tierra pueda hacerse a cualquier accesorio o dispositivo en la caja que requiere ponerse a tierra.

e) Continuidad de puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipo de un circuito derivado entre a una caja, los conductores deben tener un adecuado contacto eléctrico entre sí, y el arreglo debe hacerse de tal manera que la desconexión o remoción de un contacto, luminaria u otro dispositivo, alimentado desde la caja no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

f) Aparatos conectados con cordón. Los aparatos conectados con cordón, como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores, y el sistema eléctrico de cocinas de gas, u otros similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón aprobado como un conductor de puesta a tierra de equipo y con clavijas del tipo de puesta a tierra.

551-56. Unión de partes metálicas no portadoras de corriente

a) Unión requerida. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, que puedan ser energizadas, deben unirse efectivamente a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución.

b) Unión del chasis. Un conductor de unión debe conectarse entre cualquier tablero de distribución y una terminal accesible en el chasis. Los conductores de aluminio o aleación cobre-aluminio no deben usarse para la conexión, si tales conductores o sus terminales están expuestos a elementos corrosivos.

Excepción: Debe considerarse como unido cualquier vehículo de recreo que emplee un chasis metálico de construcción unitaria al cual el tablero de distribución esté firmemente asegurado con pernos y tuercas o por soldadura o remachado.

c) Requisitos del conductor de unión. Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobados como conectores de terminales de presión y adecuados al tamaño del cable utilizado. Los conductores de unión deben ser de un solo alambre o cableados o aislados o desnudos y de cobre de tamaño nominal como mínimo de 8.37 mm^2 (8 AWG).

d) Unión de techos metálicos y recubrimiento exterior. El techo metálico y el recubrimiento exterior deben considerarse unidos cuando:

(1) Los paneles metálicos se coloquen uno sobre otro y estén firmemente asegurados a la estructura de madera o metal por medio de sujetadores metálicos; y

(2) Los paneles inferiores de la cubierta exterior metálica estén asegurados por medio de sujetadores metálicos en cada travesaño del chasis, o el panel inferior esté unido al chasis con una cinta metálica.

e) Unión de tubería de gas, agua y drenaje. Las tuberías de gas, agua y drenaje deben considerarse que están puestas a tierra cuando se unen al chasis.

f) Unión de ductos metálicos de aire y hornos. Los ductos metálicos de circulación de aire y hornos deben estar unidos.

551-57. Sujeción y acceso a los aparatos. Cada aparato debe ser accesible para inspección, servicio, reparación y reemplazo sin remover la construcción permanente. Se deben proporcionar los medios para asegurar firmemente los aparatos en su lugar cuando el vehículo de recreo esté circulando.

F. Pruebas en fábrica

551-60. Pruebas eléctricas en fábrica. Cada vehículo de recreo debe sujetarse a las siguientes pruebas:

a) Circuitos de 120 volts o 120/240 o 127/220 volts. Cada vehículo de recreo diseñado con un sistema eléctrico de 120 ó 120/240, 127/220 volts, debe soportar un potencial aplicado, sin ruptura del dieléctrico, entre los conductores puestos a tierra y los de fase y la tierra del vehículo de recreo, a una tensión de 900 volts de corriente alterna o 1280 volts de corriente continua, durante 1 minuto, o a una prueba de resistencia dieléctrica a una tensión de 1080 volts de corriente alterna o 1530 volts de corriente directa durante 1 segundo con todos los desconectadores cerrados. Durante la prueba, todos los desconectadores y demás controles deben estar en la posición de conectado. Las luminarias y aparatos permanentemente instalados no requieren pasar esta prueba. La prueba debe efectuarse después de que los circuitos derivados estén terminados, antes de energizar el sistema, y nuevamente después de que todas las cubiertas exteriores y gabinetes han sido aseguradas. La prueba dieléctrica se deberá hacer conforme a las instrucciones del fabricante del equipo de prueba.

Cada vehículo de recreo debe sujetarse a lo siguiente:

(1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes metálicas están adecuadamente unidas;

(2) pruebas de operación para demostrar que todos los equipos están apropiadamente conectados y operando adecuadamente; y

(3) pruebas de polaridad para verificar que las conexiones se han efectuado apropiadamente.

(4) prueba para demostrar que los dispositivos de protección contra falla a tierra instalados en el vehículo recreativo funcionan correctamente.

G. Estacionamientos de los vehículos de recreo

551-71. Tipo de contactos suministrados. Cada estacionamiento para vehículo de recreo con suministro eléctrico debe estar equipado al menos con un contacto de 20 amperes, 120 volts. Cuando menos el 5 por ciento de todos los lugares para vehículos de recreo con suministro eléctrico, debe contar cada uno con un contacto de 50 amperes a 120/240 ó 127/220 volts, que cumpla con la configuración indicada en la Figura 551-46(c). Se permite que estos suministros eléctricos incluyan contactos adicionales que tengan las configuraciones de acuerdo con lo indicado en 551-81. Un mínimo de 70 por ciento de todos los lugares para estacionamiento de vehículos de recreo con suministro eléctrico, debe estar equipado con un contacto de 30 amperes, 120 volts, conforme con lo indicado en la Figura 551-46(c). Se permite que este suministro incluya un contacto adicional conforme con lo indicado en 551-81. El resto de los lugares de vehículos de recreo con suministro eléctrico, deben estar equipados con uno o más contactos cuya configuración esté de acuerdo con lo indicado en 551-81.

Cuando se determine el porcentaje de lugares para vehículos de recreo con contactos de 30 ó 50 amperes, se permite excluir a los lugares dedicados a carpas (tiendas de campaña) con una alimentación de 15 ó 20 amperes.

Dentro del estacionamiento de vehículos de recreo se permite que haya contactos adicionales para la conexión de equipo eléctrico fuera del vehículo de recreo.

Todos los contactos monofásicos de 15 ó 20 amperes, 120 volts, deben tener un interruptor de circuito por falla a tierra aprobado para protección de personas.

551-72. Sistema de distribución. Los contactos con valor nominal de 50 amperes se deben alimentar desde un circuito derivado con valor nominal y la clase de tensión del contacto. Para otros lugares para vehículos de recreo con contactos de 20 y 30 amperes a 120 volts pueden derivarse de cualquier sistema de distribución puesto a tierra que alimente una fuente monofásica de 120 volts. Los conductores neutros no deben reducirse en tamaño nominal por abajo de los conductores de fase para la distribución del estacionamiento. Se permite que los conductores neutros se reduzcan en tamaño nominal por abajo del mínimo requerido para los conductores de fase, únicamente para cargas conectadas permanentemente a 220 volts, fase a fase.

551-73. Cálculo de cargas

a) Bases del cálculo. La acometida y los alimentadores eléctricos deben calcularse basándose en no menos de:

(1) 9600 voltamperes, por lugar equipado con instalaciones de suministro de 50 amperes a 120/240 volts;

(2) 3600 voltamperes, por lugar equipado con instalaciones de suministro de 20 y 30 amperes;

(3) 2400 voltamperes, por lugar equipado con instalación de suministro de 20 amperes; y

(4) 600 voltamperes, por lugar equipado con instalaciones de alimentación de 20 amperes que son dedicados exclusivamente a tiendas de campaña.

Los factores de demanda mostrados en la Tabla 551-73(a) deben ser los mínimos permitidos que se utilicen en el cálculo de la carga para la acometida y los alimentadores. Cuando el suministro eléctrico para un lugar para un vehículo de recreo tenga más de un contacto, el cálculo de la carga debe realizarse únicamente para el contacto de valor nominal mayor.

Cuando la alimentación eléctrica esté en un lugar que sirva a dos vehículos recreativos, el equipo para ambos lugares debe cumplir lo indicado en 551-77 y la carga calculada sólo se debe determinar para los dos contactos con valor nominal más alto.

Tabla 551-73(a).- Factores de demanda para los conductores de entrada

de acometida y alimentadores para lugares de estacionamiento

Número de lugares para vehículos de recreo	Factor de demanda Por ciento	Número de lugares para vehículos de recreo	Factor de demanda Por ciento
1	100	10 a 12	50
2	90	13 a 15	48
3	80	16 a 18	47
4	75	19 a 21	45
5	65	22 a 24	43
6	60	25 a 35	42
7 a 9	55	36 y más	41

b) Transformadores y tableros de distribución secundaria. Para los propósitos de esta NOM, cuando la acometida del estacionamiento exceda de 220 ó 240 volts, los transformadores y los tableros de distribución secundaria deben considerarse como acometidas.

c) Factores de demanda. El factor de demanda para un número dado de lugares debe aplicarse a todos los lugares indicados. Por ejemplo, 20 lugares calculados a 45 por ciento de 3600 voltamperes, resulta con una demanda permitida de 1620 voltamperes por lugar, con un total de 32 400 voltamperes para los 20 lugares.

NOTA: Estos factores de demanda pueden ser inadecuados en lugares con temperaturas extremas de calor o frío con circuitos cargados por aparatos de calefacción o aire acondicionado.

d) Capacidad del circuito alimentador. Los conductores del circuito alimentador de un lugar de vehículos de recreo deben tener una ampacidad adecuada para las cargas suministradas y deben ser cuando menos de 30 amperes. Los conductores puestos a tierra deben tener la misma ampacidad que los conductores de fase.

NOTA: Debido a las distancias, las longitudes típicas del circuito de la mayoría de los estacionamientos de vehículos de recreo, los tamaños para conductores alimentadores indicados en las Tablas de ampacidad en el Artículo 310, pueden ser inadecuados para mantener la regulación de tensión sugerida en la Nota 4 indicada en 210-19. La caída total de tensión es la suma de las caídas de tensión de cada segmento del circuito, cuando la carga para cada segmento es calculada usando la carga de ese segmento y los factores de demanda indicados en 551-73(a).

Las cargas para otras instalaciones de recreo, pero no limitadas, tales como edificios de inmuebles, edificios de recreo y piscinas, se deben dimensionar separadamente y luego se deben agregar al valor calculado para los lugares de vehículos de recreo, cuando ellos son alimentados por una sola acometida.

551-74. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe proporcionarse de acuerdo con lo indicado en el Artículo 240.

551-75. Puesta a tierra. Todos los equipos eléctricos e instalaciones en los estacionamientos de vehículos de recreo deben estar puestos a tierra como lo prescribe el Artículo 250.

551-76. Puesta a tierra del equipo de acometida para sitios de vehículos de recreo

a) Partes metálicas expuestas no portadoras de corriente. Las partes expuestas no-portadoras de corriente de equipo fijo, cajas metálicas, gabinetes y accesorios, que no estén eléctricamente conectadas a un equipo puesto a tierra, deben estar puestas a tierra por medio de un conductor que vaya con los conductores del circuito desde el equipo de acometida o desde el transformador de un sistema de distribución secundaria. Los conductores de puesta a tierra de equipo deben estar calculados de acuerdo con lo indicado en 250-122, y se permite que estén empalmados por medios aprobados.

La instalación de las conexiones de puesta a tierra de los equipos debe ser tal que la desconexión o desmontaje de un contacto u otro dispositivo, no interfiera ni interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

b) Sistema de distribución secundaria. Cada sistema de distribución secundaria debe estar puesto a tierra en el transformador.

c) El conductor neutro no debe ser usado como puesta a tierra de equipo. El conductor neutro no debe ser usado como puesta a tierra de equipo para vehículos de recreo o equipo dentro del estacionamiento.

d) Sin conexión en el lado de la carga. Ninguna conexión a un electrodo de puesta a tierra debe hacerse al conductor neutro en el lado de la carga de los medios de desconexión de acometida o del tablero de distribución del transformador.

551-77. Equipo de alimentación para los lugares de vehículos de recreo

a) Ubicación. Cuando se proporcione el equipo de alimentación eléctrica de los lugares para vehículos de recreo, deben ubicarse a la izquierda del vehículo estacionado (del lado del camino), en 1.50 metros a 2.10 metros desde el borde izquierdo (lado del conductor del vehículo recreativo estacionado) del lugar de estacionamiento y debe estar ubicado en cualquier punto sobre esta línea desde la parte posterior del lugar de estacionamiento hasta 4.50 metros adelante de la parte posterior de dicho lugar.

En los lugares para salida frontal, se permitirá que el equipo de alimentación eléctrica esté localizado en cualquier punto a lo largo de la línea que esté de 1.50 metros a 2.10 metros desde el borde izquierdo (lado del conductor del vehículo recreativo estacionado), desde 4.90 metros adelante de la parte trasera del lugar de estacionamiento hasta el punto central entre los dos caminos que brindan acceso y salida de los lugares con salida frontal.

b) Medios de desconexión. Debe instalarse un desconectador o un interruptor automático en el equipo de alimentación del lugar para desconectar el suministro de energía al vehículo de recreo.

c) Acceso. Todo equipo de alimentación del lugar debe estar accesible por una entrada no obstruida o pasillo no menor que 60 centímetros de ancho y 2.00 metros de alto.

d) Altura de montaje. El equipo de alimentación del lugar debe localizarse a no menos de 60 centímetros y no más de 2.00 metros sobre el nivel del piso.

e) Espacio de trabajo. Se debe proporcionar y mantener espacio suficiente alrededor de todo equipo eléctrico para permitir su operación rápida y segura, de acuerdo con lo indicado en 110-16.

f) Marcado. Cuando el equipo de alimentación del lugar contenga un contacto a 120/240 ó 127/220 ó 125/250 volts, el equipo debe marcarse como sigue: “Antes de insertar o remover la clavija, apague el interruptor de desconexión o el interruptor automático. La clavija debe estar insertada o removida totalmente”. El marcado debe localizarse sobre el equipo adyacente a la salida para el contacto.

551-78. Protección del equipo exterior

a) Lugares mojados. Todos los desconectadores, interruptores automáticos, contactos, equipo de control y medidores localizados en lugares mojados o en el exterior de un edificio, deben ser equipos a prueba de lluvia.

b) Medidores. Si están instalados medidores secundarios, las bases de los medidores, cuando no estén usados, deben estar cubiertas con una placa ciega adecuada.

551-79. Libramiento de los conductores aéreos. Los conductores aéreos de no más de 600 volts nominal, deben tener un claro vertical no menor que 5.50 metros y un claro horizontal no menor que 90 centímetros en todas las áreas sujetas al movimiento de vehículo de recreo. En las demás áreas, los claros deben cumplir con lo indicado en 225-18 y 225-19.

NOTA: Para información adicional sobre libramientos de conductores de más de 600 volts, véase 225-60 y 225-61.

551-80. Conductores de acometida subterránea, del alimentador, del circuito derivado y conductores de circuito alimentador del lugar para vehículo de recreo

a) Generalidades. Todos los conductores directamente enterrados, incluyendo el conductor de puesta a tierra de equipo, si es de aluminio, deben estar aislados y aprobados para tal uso. Todos los conductores deben ser continuos de equipo a equipo. Todos los empalmes y derivaciones deben hacerse en cajas de empalme aprobadas o por el uso de material aprobado e identificado para ese propósito.

b) Protección contra daño físico. Los conductores enterrados directamente y cables que entren o salgan de una trinchera deben estar protegidos por tubo conduit metálico pesado o semipesado, o ligero con protección adicional contra la corrosión, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo (PVC), tubo conduit subterráneo no metálico con conductores tipo NUCC, tubo conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, u otras canalizaciones o envolventes aprobadas. Cuando estén sujetos a daño físico, los conductores o cables deben protegerse por tubo conduit metálico pesado o semipesado o no metálico pesado o RTRC aprobado para exposición a daño físico. Esta protección debe extenderse a por lo menos 45 centímetros dentro de la trinchera desde el nivel del piso terminado.

NOTA: Véase 300-5 y el Artículo 340 para información de conductores o cable tipo UF, usado en instalaciones subterráneas o directamente enterrado.

551-81. Contactos. Un contacto para suministro de energía eléctrica para vehículos de recreo debe tener alguna de las configuraciones mostradas en la Figura 551-46(c) y los siguientes valores:

a) 50 amperes: 127/220 ó 120/240 volts, 3 polos, 4 hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120/240 volts.

b) 30 amperes: 120 volts, 2 polos, 3 hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120 volts.

c) 20 amperes: 120 volts, 20 amperes, 2 polos, 3 hilos, del tipo de puesta a tierra para sistemas de 120 volts.

ARTICULO 552

ESTACIONAMIENTO DE REMOLQUES

A. Generalidades

552-1. Alcance. Este Artículo cubre los requisitos para los conductores y equipo eléctrico instalados dentro o sobre remolques estacionados, no cubiertos totalmente en los Artículos 550 y 551.

552-2. Definiciones. (Véanse los Artículos 100, 550 y 551 para otras definiciones).

Remolque estacionado: Unidad que cumple con los siguientes criterios: (a) construido sobre un chasis montado sobre ruedas; (b) tiene un área total no mayor que 37 m^2, una vez armado.

552-3. Otros Artículos. Siempre que los requerimientos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 552 difieran, los requerimientos del Artículo 552 prevalecen.

552-4. Requerimientos generales. Un remolque estacionado como el especificado en 552-2 está destinado para uso de temporada. No está destinado como vivienda permanente o para usos comerciales tales como bancos, clínicas, oficinas o similar.

B. Sistemas de baja tensión

552-10. Sistemas de baja tensión

a) Circuitos de baja tensión. Los circuitos de baja tensión suministrados e instalados por el fabricante de remolques estacionados, excepto los relacionados con los frenos, están sujetos a esta NOM. Los circuitos que alimentación para las luces deben cumplir con los requerimientos federales o estatales y con esta NOM.

b) Alambrado de baja tensión

1) Material. Deben usarse conductores de cobre para los circuitos de baja tensión.

Excepción: Se permite usar el chasis o estructura metálica como trayectoria de retorno a la fuente de alimentación.

2) Tipos de conductores. Los conductores deben estar conforme a los requerimientos de los tipos GXL, HDT, SGT, SGR o SXL, o deben tener un aislamiento de acuerdo con lo indicado en la Tabla 310-104 (a) o equivalente. Los conductores de tamaño nominal de 13.3 mm^2 (6 AWG) hasta 0.824 mm^2 (18 AWG) deben estar aprobados. Los conductores individuales de baja tensión deben ser del tipo cableado.

NOTA: Para información adicional sobre los tipos GXL, HDT y SXL, véase el apéndice B.

3) Marcado. Todos los conductores aislados de baja tensión, deben estar marcados sobre la superficie exterior a intervalos no mayores a 1.20 metros como sigue:

(1) Deben estar marcados de acuerdo con lo indicado en esta NOM o norma del producto.

(2) Los conductores de uso automotriz deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, designación de especificación, y el tamaño nominal.

(3) Otros conductores deben estar marcados con el nombre o logotipo del fabricante, temperatura máxima de operación, tamaño nominal, material del conductor y espesor del aislamiento.

c) Métodos de alambrado en baja tensión

1) Protección física. Los conductores deben protegerse contra daño físico y deben estar asegurados. Cuando se instalen conductores aislados con abrazaderas a la estructura, el aislamiento del conductor debe estar reforzado con una envoltura o capa de material equivalente, excepto que la cubierta del cable no requiera protegerse. El alambrado debe mantenerse lejos de filos cortantes, partes en movimiento o fuentes de calor.

Excepción: No se permite el uso del tubo de polietileno del Artículo 364.

2) Empalmes. Los conductores deben estar empalmados o unidos con dispositivos de empalme que provean una conexión segura o por soldadura. Los empalmes soldados deben primero empalmarse o unirse mecánica y eléctricamente de manera segura sin soldadura, y posteriormente soldarse. Todos los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben estar cubiertos con un aislamiento equivalente al de los conductores.

3) Separación. Los circuitos de baterías y otros circuitos de baja tensión deben separarse físicamente al menos 13 milímetros de espacio o por otros medios adecuados para circuitos de diferentes fuentes de energía. Son métodos aceptables para conseguir esta separación la sujeción con abrazaderas, el tipo de trayectoria, o medios equivalentes que aseguren la separación total y permanente. Cuando se crucen circuitos de diferentes fuentes de energía, la cubierta externa de los cables con cubierta no metálica debe considerarse una separación adecuada.

4) Conexión a tierra. Las conexiones a tierra al chasis o estructura deben estar accesibles y seguras mecánicamente para su servicio. Las conexiones a tierra deben hacerse por medio de conductores de cobre y terminales de cobre o aleación de cobre del tipo sin soldadura, identificados para el tamaño del conductor usado. La superficie de contacto sobre la cual las conexiones a tierra hacen contacto, debe estar limpias y libres de óxido o pintura, o estar eléctricamente conectadas a través de una roldana dentada con dientes internos y externos, de cadmio, de estaño, o galvanizadas, o mediante roldanas roscadas. Las conexiones a tierra sujetas con tornillos, remaches o pernos, tuercas y roldanas deben ser de cadmio, estaño, o galvanizadas; se permite que los remaches sean de aluminio sin anodizado cuando se sujeten a estructuras de aluminio.

5) La terminal de puesta a tierra de la batería al chasis debe unirse al chasis con un conductor de cobre de tamaño nominal mínimo de 8.37 mm^2 (8 AWG). En el caso de que la terminal de alimentación de la batería tenga un tamaño nominal mayor que 8.37 mm^2 (8 AWG), entonces el conductor de unión debe tener el mismo tamaño nominal.

d) Instalaciones de baterías. Las baterías que deben cumplir con los requerimientos de esta NOM, se deben asegurar firmemente al vehículo e instalarse en un área hermética al vapor hacia el interior del vehículo y directamente ventilada hacia el exterior de éste. Cuando las baterías estén instaladas en un compartimento, éste debe estar ventilado por medio de aberturas que tengan un área mínima de 11 cm^2, tanto en la parte superior como inferior. Cuando las puertas del compartimento estén equipadas con ventilación, las aberturas deben estar a no más de 50 milímetros de la parte superior como inferior. Las baterías no deben instalarse en compartimentos que contengan equipos que produzcan chispas o llamas.

e) Protección contra sobrecorriente

1) Capacidad. El alambrado del circuito de baja tensión debe estar protegido con dispositivos de protección contra sobrecorriente con una capacidad que no exceda la ampacidad de los conductores de cobre, según se indica en la tabla siguiente:

Tabla 552-10(e)(1).- Protección contra sobrecorriente para baja tensión

Tamaño o designación nominal del cable mm^2 (AWG)		Ampacidad amperes	Tipo de conductor
0.824	18	6	Solamente cable
1.31	16	8	Solamente cable
2.08	14	15	Cable o alambre
3.31	12	20	Cable o alambre
5.26	10	30	Cable o alambre

2) Tipo. Los interruptores automáticos o fusibles deben ser de un tipo aprobado, incluyendo los del tipo automotor. Los portafusibles deben estar claramente marcados con el tamaño máximo del fusible y protegidos contra corto-circuitos y daño físico, por una cubierta o medio equivalente.

NOTA: Para información adicional sobre fusibles, véase el apéndice B.

3) Aparatos. Los aparatos de corriente continua y alto consumo de corriente, tales como: bombas, compresores, ventiladores, calentadores y aparatos similares impulsados por motor, deben estar instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Los motores que son controlados por desconectadores automáticos o por desconectadores de enclavamiento manual deben estar protegidos de acuerdo con lo indicado en 430-32(b).

4) Ubicación. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe instalarse en un lugar accesible del vehículo, a no más de 45 centímetros del punto donde se conecte el suministro de energía a los circuitos del vehículo. Si se localiza fuera del remolque estacionario, el dispositivo debe estar protegido contra la intemperie y contra daño físico.

Excepción: Se permite que el suministro externo de baja tensión tenga fusibles a no más de 45 centímetros después de entrar a la unidad o después de salir de una canalización metálica.

f) Desconectadores. Los desconectadores deben tener una capacidad de corriente continua no menor que la de la carga conectada.

g) Luminarias. Todas las luminarias interiores de baja tensión clasificados para más de 4 watts, que utilicen lámparas clasificadas para más de 1.2 watts, deben estar aprobadas.

C. Sistemas eléctricos combinados

552-20. Sistemas eléctricos combinados

a) Generalidades. Se permite que el alambrado de vehículos para conexión a una batería o a una fuente de corriente continua, se conecte a una fuente de 120 volts, siempre y cuando el sistema completo de alambrado y el equipo tengan la capacidad y cumplan completamente con los requisitos de las partes A, C, D y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 volts. Los circuitos alimentados en corriente alterna por un transformador no deben alimentar aparatos de corriente continua

b) Convertidores (de 120 volts corriente alterna a corriente continua baja tensión). El lado del convertidor de 120 volts de corriente alterna debe estar alambrado en completa conformidad con los requisitos de las partes A, C, D y E de este Artículo, para sistemas eléctricos de 120 volts.

Excepción: No están sujetos a lo indicado anteriormente, los convertidores suministrados como parte integral de un aparato eléctrico aprobado.

Todos los convertidores y transformadores deben ser aprobados para uso en remolques estacionarios, y diseñados o equipados para proporcionar protección contra altas temperaturas. Para determinar la capacidad nominal de los convertidores, se deben aplicar los siguientes porcentajes a la carga total conectada, incluyendo el régimen promedio de carga de la batería de todos los equipos de 12 volts.

Los primeros 20 amperes de la carga a 100 por ciento, más

Los segundos 20 amperes de la carga a 50 por ciento, más

El resto de la carga por arriba de 40 amperes al 25 por ciento.

Excepción: Un aparato eléctrico de baja tensión que es controlado por un desconectador momentáneo (normalmente abierto) que no tiene medios para mantenerse en la posición de cerrado, no debe ser considerado como una carga conectada cuando se determine la capacidad nominal del convertidor requerido. Los aparatos eléctricos energizados momentáneamente deben estar limitados a aquéllos utilizados para preparar la unidad para su ocupación o traslado.

c) Unión de la envolvente del convertidor de tensión. La envolvente metálica del convertidor que no está diseñada para transportar corriente, debe ser unida a la estructura de la unidad mediante un conductor de cobre con un tamaño nominal mínimo de 8.37 mm^2 (8 AWG). Se permite que el conductor de puesta a tierra para la batería y la envolvente metálica sea el mismo conductor.

d) Artefactos de doble tensión, incluyendo luminarias y aparatos eléctricos. Los artefactos, incluyendo las luminarias y aparatos eléctricos, que tengan conexiones para 120 volts y con conexiones para baja tensión, deben ser del tipo aprobado para doble tensión.

e) Autotransformadores. No se deben usar autotransformadores.

f) Contactos y clavijas. Cuando un remolque estacionario esté equipado con un sistema de corriente alterna de 120 volts ó 120/240 ó 127/220 volts, o con un sistema de baja tensión, o ambos, los contactos y clavijas del sistema de baja tensión deben tener una configuración diferente de los sistemas de 120 volts ó 120/240 ó 127/220 volts. Cuando una unidad equipada con una batería o con un sistema de corriente continua que tiene una conexión externa para una fuente de baja tensión, el conector debe tener una configuración tal que no admita alimentación de 120 volts.

D. Sistemas de 120 ó 120/240 volts

552-40. Sistemas de 120 ó 120/240 volts

a) Requisitos generales. El equipo y materiales eléctricos de remolques estacionados, indicados para estar conectados a un sistema de alambrado de tensión nominal de 120 volts, 2 hilos, con un conductor puesto a tierra o un sistema de alambrado de tensión nominal a 120/240 volts, 3 hilos, con un conductor puesto a tierra, deben estar aprobados e instalados de acuerdo con los requisitos de las Partes A, C, D y E de este Artículo.

b) Materiales y equipo. Los materiales eléctricos, dispositivos, aparatos eléctricos, accesorios y otro equipo instalado, destinado para su uso dentro o colocados en un remolque estacionado, deben estar aprobados. Todos los productos deben usarse sólo de la forma que han sido probados y encontrados adecuados para el uso destinado.

552-41. Salidas para contactos requeridas

a) Espaciamiento. Las salidas para contactos deben instalarse con un espaciamiento sobre las paredes cada 60 centímetros de ancho o más, de tal manera que ningún punto a lo largo de una línea en el piso esté a más de 1.80 metros, medido horizontalmente de cualquier salida en ese espacio.

Excepción 1: Areas de baños y corredores.

Excepción 2: El espacio de paredes ocupado por gabinetes de cocina, armarios, muebles para ropa, muebles empotrados y partes que estén detrás de las puertas que se puedan abrir completamente contra la superficie de la pared o instalaciones similares.

b) Ubicación. Las salidas para contactos deben instalarse como sigue:

1) Adyacentes a las partes altas de los mostradores de cocinas (por lo menos uno en cada lado del fregadero si la parte alta del mostrador se prolonga a ambos lados y tiene un ancho de 30 centímetros o más).

2) Adyacentes a espacios que alojen refrigeradores y estufas de gas; excepto cuando se instalen en fábrica un refrigerador a gas o un aparato de cocina y no requieran conexión eléctrica externa.

3) Adyacentes a espacios en la parte superior de mostradores de 30 centímetros de ancho o más, que no estén al alcance desde un contacto especificado en (1) por medio de un cordón de 1.80 metros sin cruzar áreas de paso, aparato de cocina o fregaderos.

c) Protección con interruptor de circuito por falla a tierra. Cada salida para contacto monofásico de 120 volts y 15 ó 20 amperes, debe tener un interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas, en los lugares siguientes:

1) Adyacentes a lavabos de los baños.

2) A una distancia no mayor que 1.80 metros de cualquier lavabo o fregadero.

Excepción: Los contactos instalados en espacios dedicados para aparatos, tales como lavavajillas, trituradores de desperdicios, refrigeradores, congeladores y equipo de lavandería.

3) En el área ocupada por un sanitario, regadera, tina o cualquier combinación de ellas.

4) En el exterior de la unidad.

Excepción: No se exige que los contactos que estén ubicados en el interior de un tablero accesible, instalado fuera de la unidad para dar alimentación a un aparato instalado, tengan protección de interruptor de circuito por falla tierra.

Se permite una salida para contacto en una luminaria aprobada. No se permite instalar una salida para contacto en una tina, o en un compartimento combinado de tina con regadera.

d) Salida para cable de calefacción de tubería. Cuando se instale un cable de calefacción de tubería, la salida debe estar:

1) Localizada a una distancia no mayor que 60 centímetros de la entrada de agua fría.

2) Conectada a un circuito derivado interior diferente de un circuito derivado de aparatos pequeños.

3) En un circuito en el que todas las salidas están en el lado de carga del interruptor de circuito por falla a tierra para protección de personas.

4) Montada en la parte inferior del remolque estacionado y no se debe considerar como la salida para contacto exterior exigida en 552-41(e).

e) Salidas para contacto en exteriores. Se debe instalar al menos una salida para contacto en el exterior. Se debe considerar como contacto exterior, a una salida para contacto instalada en un compartimento accesible desde el exterior del remolque estacionado. La salida para contacto en el exterior se debe proteger según se especifica en 552-41(c)(4).

f) Salidas para contacto no-permitidas

1) Regaderas y tinas. No se deben instalar salidas para contactos en o dentro de un alcance de 75 centímetros de una regadera o espacio de la tina.

2) Posición con el frente hacia arriba. Un contacto no debe estar instalado con el frente hacia arriba en cualquier mostrador o mesa de trabajo.

552-43. Suministro de energía

a) Alimentador. El suministro de energía al remolque estacionado debe ser con un ensamble de alimentador consistente de no más de un cordón de alimentación aprobado de 30 amperes o 50 amperes, con una clavija conectada firmemente o moldeada integralmente, o un alimentador instalado permanentemente.

b) Cordón de suministro de energía. Si el remolque estacionado tiene un cordón de suministro de energía, éste debe estar permanentemente conectado al tablero de distribución o a una caja de empalme permanentemente conectada al tablero de distribución, con el extremo libre del cordón flexible terminado en una clavija.

Los cordones con adaptadores o terminales en espiral, extensiones, y similares no deben instalarse en los remolques estacionados, ni equiparlos con ellos.

Una abrazadera adecuada o su equivalente debe proporcionarse en el disco desprendible del tablero de distribución, para que absorba la tensión mecánica del cordón de alimentación y no se transmita hasta las terminales, cuando el cordón de alimentación se maneja de la manera prevista.

El cordón utilizado debe ser aprobado con 3 hilos, 120 volts o cuatro hilos, 120/240 volts, uno de los cuales debe estar identificado con color verde continuo o verde con una o más franjas amarillas, para ser utilizado como conductor de puesta a tierra.

c) Mufa para acometida aérea o canalización. Cuando la carga calculada exceda de 50 amperes, o cuando se utilice un alimentador permanente, la alimentación debe hacerse por uno de los medios siguientes:

1) Una acometida aérea con mufa instalada de acuerdo con el Artículo 230, que contenga cuatro conductores continuos aislados, con conductores alimentadores codificados por colores, uno de los cuales debe ser el conductor de puesta a tierra del equipo; o

2) Una canalización metálica o un tubo conduit no metálico tipo pesado o tubo conduit no metálico flexible hermético a líquidos, desde los medios de desconexión del remolque estacionado hasta la parte inferior del mismo, con medios para unirse a una caja de empalme apropiada o a un accesorio a la canalización en la parte inferior del remolque estacionado (con o sin conductores, según se indica en 550-10(i)(1)).

552-44. Cordón

a) Conectado permanentemente. Cada ensamble alimentador debe estar directamente conectado a las terminales del tablero de distribución o a los conductores dentro de una caja de conexión y provisto con los medios para impedir que se transmitan tensiones mecánicas a las terminales. La ampacidad de los conductores entre cada caja de conexiones y las terminales de cada tablero de distribución, debe ser por lo menos igual que la del cordón de alimentación. El extremo del ensamble del alimentador debe estar equipado con una clavija del tipo descrito en 552-44(c). Cuando el cordón pase a través de paredes o pisos, debe estar protegido por medio de tubo conduit y monitores o su equivalente. El cordón de alimentación debe tener provisiones permanentes para la protección contra la corrosión y daño mecánico mientras la unidad esté circulando (en tránsito).

b) Longitud del cordón. La longitud utilizable y expuesta del cordón debe estar medida desde el punto de entrada del remolque estacionado o desde el frente de la entrada de cavidad (clavija de conexión para base de motor) hasta el frente de la clavija en el extremo de la alimentación.

La longitud utilizable y expuesta del cordón, medida al punto de entrada en el exterior de la unidad, debe ser de al menos 7.00 metros cuando el punto de entrada esté en un costado de la unidad, o al menos de 8.50 metros cuando el punto de entrada a la unidad esté en la parte trasera. La longitud máxima no debe exceder de 11.00 metros.

Cuando la entrada del cordón al vehículo está a más de 90 centímetros sobre el terreno, la longitud mínima del cordón se debe aumentar en la distancia que hay en exceso de 90 centímetros.

c) Clavijas

1) **Unidades con dos a cinco circuitos derivados de 15 ó 20 amperes.** Los remolques estacionados alambrados de acuerdo con 552-46(a), deben tener una clavija de 2 polos, 3 hilos, del tipo con puesta a tierra, de capacidad de 30 amperes, 120 volts, que tengan la configuración mostrada en la Figura 552-44(c), prevista para uso con unidades de 30 amperes y 120 volts.

2) Unidades con ensamble de fuente de alimentación de 50 amperes. Los remolques estacionados que tengan un conjunto de fuente de alimentación a 50 amperes, tal como lo permite la Sección 552-43(b), deben tener una clavija de conexión de 3 polos y 4 hilos, con polo a tierra, a 120/240 volts y 50 amperes, conforme a la configuración de la figura 552-44(c).

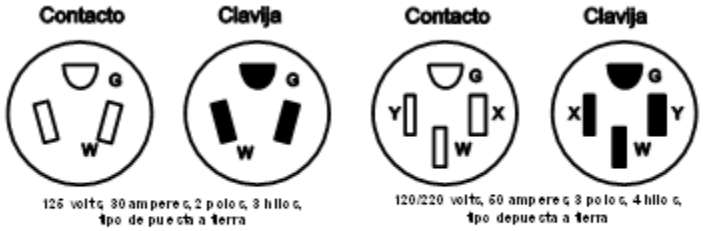


Figura 552-44(c).- Configuraciones para contactos y clavijas del tipo con puesta a tierra

d) Etiquetado en la entrada eléctrica. Cada remolque estacionado debe tener permanentemente adherida, en su superficie externa en o cerca del punto de entrada de los cordones de alimentación, una etiqueta de dimensiones mínimas de 7.5 x 4.5 centímetros grabada, estampada, o en relieve, de bronce, acero inoxidable o aluminio anodizado o con recubrimiento de aluminio puro, de espesor no menor que 0.508 milímetros o de otro material adecuado (por ejemplo lámina de plástico de 0.127 milímetros) en la cual se lea, según el caso, cualquiera de las siguientes notas:

"ESTA CONEXION ES PARA 120 VOLTS, CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ,

CON UN SUMINISTRO DE _____ AMPERES"

O

"ESTA CONEXION ES PARA 120/240 VOLTS, CORRIENTE ALTERNA, 3 POLOS, 4 HILOS, 60 HERTZ,

CON SUMINISTRO DE _____ AMPERES"

La capacidad nominal de corriente debe indicarse en el espacio en blanco.

e) Ubicación. El punto de entrada del conjunto alimentador debe estar ubicado a no más de 4.50 metros de la parte trasera del remolque en el lado izquierdo o en la parte trasera a la izquierda del centro longitudinal de la unidad dentro de una distancia de 45 centímetros de la pared exterior.

Excepción: Se permite que en un remolque estacionado el punto de entrada de suministro eléctrico esté a más de 4.50 metros desde la parte trasera. Cuando esto ocurre, la distancia que exceda de 4.50 metros debe agregarse a la longitud mínima del cordón como se establece en 551-46(b).

552-45. Tablero de distribución

a) Aprobado y marcado apropiadamente. Se debe usar un tablero de distribución aprobado, de capacidad nominal apropiada u otro equipo específicamente aprobado para este uso. La terminación de la barra del conductor puesto a tierra debe estar aislada como se indica en 552-55(c); la barra terminal de puesta a tierra de equipo debe estar unida internamente a la envolvente metálica del tablero de distribución.

b) Ubicación. El tablero de distribución debe instalarse en un sitio de fácil acceso. Los espacios de trabajo para el tablero no deben ser menores de 60 centímetros de ancho y de 75 centímetros de profundidad.

Excepción: Cuando la cubierta del tablero de distribución quede expuesta al espacio interior de un pasillo, se permite reducir una de las dimensiones del espacio de trabajo a no menos de 55 centímetros. Se considera que un tablero de distribución está expuesto cuando la cubierta del mismo está a no más de 5 centímetros de la superficie del acabado del pasillo.

c) Tipo frente muerto. El tablero de distribución debe ser del tipo de frente muerto. Cuando se usen fusibles, o más de dos interruptores automáticos debe instalarse un medio principal de desconexión. Cuando se instalen más de dos circuitos derivados, se debe instalar un dispositivo principal de protección contra sobrecorriente cuya corriente nominal no exceda la capacidad del ensamble alimentador.

552-46. Circuitos derivados. Los circuitos derivados deben determinarse de acuerdo con lo siguiente:

a) De dos a cinco circuitos de 15 ó 20 amperes. Se permite un máximo de cinco circuitos de 15 ó 20 amperes para alimentar lámparas, salidas para contacto y aparatos fijos. Tales remolques estacionados deben estar equipados con un tablero de distribución para una tensión máxima de 120 volts con un conjunto alimentador principal de 30 amperes. En tales sistemas no debe haber instalados más de dos aparatos de 120 volts controlados con termostato (por ejemplo, un acondicionador de aire y calentador de agua) a menos que se utilicen dispositivos de conmutación para aislamiento físico de los aparatos, sistemas de administración de la energía o por otro método similar.

Excepción: Se permiten circuitos adicionales de 15 ó 20 amperes cuando sea empleado dentro del sistema, un sistema administrador de energía aprobado, con capacidad máxima nominal de 30 amperes.

b) Más de cinco circuitos. Cuando sean necesarios más de cinco circuitos, deben determinarse de acuerdo con lo siguiente:

1) Alumbrado. Se toma como base la carga unitaria de 33 VA/m^2, valor que se multiplica por el área del remolque estacionado, se consideran las dimensiones exteriores (se excluye el acoplador de enganche), y se divide entre 120 volts para determinar el número de circuitos derivados de 15 ó de 20 amperes, es decir:

$$\frac{33 \times longitud \times ancho}{120 \times 15(\text{ó } 20)} = No.de\ circuitos\ de\ 15\ A\ (\text{ó } 20\ A)$$

Se permite que los circuitos de alumbrado puedan alimentar trituradores de basura conectados con cordón y proporcionar energía a equipo complementario de la cocina y alumbrado tales como: estufas, relojes y temporizadores.

2) Aparatos pequeños. Los circuitos derivados para aparatos pequeños se deben instalar de acuerdo con lo indicado en 210-11(c)(1).

3) Aparatos en general. (Incluidos radiadores, calentadores de agua, estufas, calefactores y equipo de aire acondicionado central o de habitación o aparato similar). Debe haber uno o más circuitos derivados de capacidad adecuada de acuerdo con (a) a (d) siguientes:

NOTA 1: Para el circuito derivado de lavandería véase 210-11(c)(2).

NOTA 2: Para equipo de aire acondicionado central véase el Artículo 440.

a) La corriente nominal de los aparatos fijos no debe ser mayor que 50 por ciento de la capacidad del circuito derivado si también hay salidas para alumbrado, contactos de uso general o ambos.

b) Para aparatos fijos con motores de más de 1/8 caballos de fuerza, la carga calculada total se debe basar en el 125 por ciento del motor más grande, más la suma de las otras cargas. Cuando el circuito derivado alimenta cargas continuas o cualquier combinación de cargas continuas y no continuas, el tamaño del conductor del circuito derivado debe estar acorde con 210-19(a).

c) La capacidad de aparatos conectados con un solo cordón y clavija en un circuito que no tenga otras salidas, no debe ser mayor que 80 por ciento de la capacidad nominal del circuito.

d) La capacidad del circuito derivado se debe basar en las demandas especificadas en 552-47(b)(5).

552-47. Cálculos. El siguiente método debe ser empleado para calcular la carga del cordón de suministro y del tablero de distribución para cada conjunto alimentador, para cada remolque estacionado, en lugar del procedimiento indicado en el Artículo 220 y debe basarse en una alimentación de 120/240 ó 220Y/127 volts, tres hilos, con cargas de 120 volts balanceadas entre dos hilos de corriente de un sistema de tres hilos.

a) Carga de alumbrado y de aparatos pequeños. Voltamperes para alumbrado: La longitud por el ancho del piso del remolque (dimensiones externas), por 33. Por ejemplo:

$$33 \times longitud \times ancho = Carga\ de\ alumbrado\ (voltamperes\ de\ alumbrado)$$

Voltamperes para aparatos pequeños: Se consideran 1500 voltamperes por cada circuito de contactos para aparatos de 20 amperes (véase la definición de aparato portátil) incluyendo 1500 voltamperes para el circuito de lavandería, es decir:

$$\text{Numero de circuitos x } 1500 = \text{voltamperes de aparatos pequeños}$$

Total = voltamperes de alumbrado + voltamperes de aparatos pequeños.

Los primeros 3 000 voltamperes se consideran a 100 por ciento y para el resto de la carga se considera un factor de 35 por ciento = VA que se dividen entre 220 o 240 volts para obtener los amperes por fase.

b) Carga total para determinar el suministro de energía. La carga total para determinar el suministro de energía es la suma de:

1) La carga de alumbrado y de aparatos pequeños como se calcula en 552-47(a).

2) La corriente (amperes) de la placa de datos para cargas de motores y calefactores (ventiladores de extracción, acondicionadores de aire, calentadores eléctricos, de gas o de petróleo).

Se omiten las cargas más pequeñas de calefacción o enfriamiento, excepto cuando el ventilador es utilizado como evaporador del aparato de aire acondicionado. Cuando un acondicionador de aire no está instalado pero se proporciona un cordón alimentador de 50 amperes, se debe dejar una reserva de 15 amperes por fase para acondicionamiento de aire.

3) 25 por ciento de la corriente de los motores más grandes indicados en (2) de esta sección.

4) La corriente total de la placa de datos de trituradores de basura, lavavajillas, calentadores de agua, secadoras de ropa, hornos montados en pared y cocinetas.

Cuando el número de estos aparatos excedan de tres, debe utilizarse 75 por ciento del total.

5) Calcular la corriente (amperes) para estufas y hornos integrados (distintas a los hornos y cocinetas separados) al dividir entre 220 ó 240 volts los valores indicados a continuación:

Valor nominal en la placa de datos	Usar (VA)
0 a 10 000	80% del valor nominal
10 001 a 12 500	8000
12 501 a 13 500	8400
13 501 a 14 500	8800
14 501 a 15 500	9200
15 501 a 16 500	9600
16 501 a 17 500	10 000

6) Si se proporcionan salidas o circuitos para aparatos eléctricos distintos de los instalados en fábrica, debe incluirse la carga estimada.

c) Método opcional de cálculo para cargas de alumbrado y aparatos eléctricos. Para remolques, se permite usar el método opcional para cálculo de cargas de alumbrado y aparatos eléctricos que se muestra en 220-82.

552-48. Métodos de alambrado

a) Sistemas de alambrado. Se permite utilizar cables y canalizaciones instalados según los Artículos 320, 322, 330 hasta 340, 342 hasta 362, 386 y 388, según el Artículo aplicable, excepto que se especifique algo diferente en este Artículo. Se debe instalar un medio de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con lo indicado en 250-118.

b) Tubo conduit. Cuando el tubo conduit metálico del tipo pesado y el semipesado terminen en una envolvente o en caja de conexiones con un conector, pasacable (monitor) y contratuerca, se deben proporcionar dos contratuercas, una dentro y otra fuera de la envolvente o caja. Los extremos del tubo conduit deben estar escariados o con acabado para eliminar los filos cortantes.

c) Cajas no metálicas. Las cajas no metálicas son aceptables únicamente con cable con cubierta no metálica o canalizaciones no metálicas.

d) Cajas. En paredes y plafones de madera o de otro material combustible, las cajas y accesorios deben quedar al ras con el acabado de la superficie o sobresaliendo.

e) Montaje. Las cajas en paredes y techos deben estar montadas de acuerdo con lo indicado en el Artículo 314.

Excepción 1: Se permiten cajas del tipo de puesta a presión o cajas provistas con herrajes especiales para pared o techo que las aseguren firmemente a las paredes o techos.

Excepción 2: Se considera como medio aprobado para el montaje de una caja de salida, una placa de madera, que brinde un soporte de 4 centímetros como mínimo alrededor de la caja, y de un espesor mínimo de 12 milímetros o mayor fijada directamente al panel de la pared.

f) Cubierta armada. La cubierta de cables con cubierta no metálica, de cables armados MC y de cables tipo AC debe ser continua entre las cajas de salida y otras envolventes.

g) Protecciones. Se permite que los cables armados tipo MC o MC-HL, tipo AC o los cables con cubierta no metálica y tubería conduit no metálica pasen a través del centro de la parte más ancha de los montantes de 5 x 10 centímetros. Sin embargo, se deben proteger cuando pasen a través de montantes de 5 x 5 centímetros o en otros montantes o marcos en los que el cable o armadura esté a menos de 3.2 centímetros de la superficie interior o exterior de los montantes, o cuando los materiales que cubran la pared estén en contacto con los montantes. Para proteger al cable se requieren placas de acero a cada lado del cable, o tubo de acero de un espesor de pared no menor que 1.35 milímetros. Estas placas o tubos se deben fijar firmemente en su sitio. Cuando los cables con cubierta no metálica pasen a través de orificios, cortes, ranuras barrenadas o agujeros en partes metálicas, el cable debe protegerse por pasacables, monitores o contratuercas aseguradas firmemente en la abertura antes de instalar el cable.

h) Soportes para cable. Cuando los cables se conecten con conectores o abrazaderas, los cables deben estar soportados a no más de 30 centímetros de las cajas de salida, de los tableros de distribución y de las cajas de conexión en los aparatos. Los soportes deben estar colocados en intervalos no menores que 1.40 metros.

i) Cajas no metálicas sin abrazaderas para cable. Los cables con cubierta no metálica deben sujetarse a no más de 20 centímetros de una caja de salida no metálica sin abrazaderas para cable. Cuando los dispositivos de alambrado con envolventes integrales son empleados con un bucle extra de cable para permitir reemplazos futuros del dispositivo, el bucle de cable se debe considerar como parte integral del dispositivo.

j) Daño físico. Cuando un cable con cubierta no metálica expuesto esté sujeto a daño físico, debe protegerse con cubiertas, tiras protectoras, tubos u otros medios.

k) Placas frontales metálicas para contactos. Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso de un espesor no menor que 0.8 milímetros o de metales no ferrosos no menores a 1 milímetro de espesor. Las placas frontales no metálicas deben ser aprobadas.

l) Placas frontales metálicas puestas a tierra eficazmente. Cuando se utilicen placas frontales metálicas, éstas deben estar puestas a tierra eficazmente.

m) Humedad o daño físico. Cuando el alambrado al exterior o sobre el chasis sea de 120 volts, o más, y esté expuesto a la humedad o daño físico, el alambrado debe protegerse por tubo conduit metálico del tipo pesado, semipesado, o tubería rígida no metálica que quede estrechamente fija contra las estructuras y envolventes de equipo u otras canalizaciones o cables aprobadas e identificadas para ese uso.

n) Conexión de componentes. Los conectores y accesorios destinados a estar ocultos al momento del armado, deben estar aprobados e identificados para la conexión de los componentes construidos. Tales accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en cuanto a su aislamiento, elevación de temperatura, resistencia a la corriente de falla y deben ser capaces de soportar las vibraciones y golpes producidos en el remolque estacionado.

o) Métodos de conexión de unidades expandibles. El método de conexión de las unidades expandibles con el cuerpo principal del vehículo debe cumplir con las siguientes disposiciones según sea aplicable.

1) Se permite que aquella parte de un circuito derivado que esté instalada en una unidad expandible, se conecte al circuito derivado en el cuerpo principal del vehículo por medio de un cordón flexible o clavija con cordón aprobado e identificado para uso rudo. El cordón y sus conexiones deben cumplir con las previsiones del Artículo 400 y deben estar considerados como de uso permitido en 400-7.

2) Si el contacto provisto para la conexión del cordón al circuito principal está localizado en el exterior de la unidad, debe protegerse con un interruptor de circuito de falla a tierra para seguridad del personal y estar aprobado para lugares mojados. Un cordón localizado en el exterior de la unidad debe estar aprobado e identificado para uso exterior.

3) A menos que el conjunto de cordón alimentador sea removible o pueda guardarse dentro de la unidad, debe estar protegido permanentemente contra daños mecánicos o corrosión mientras la unidad está en tránsito.

4) Si se usa un cordón con clavija, debe instalarse de tal manera que en las terminales de la clavija no queden expuestas partes vivas cuando estén conectadas.

p) Prealambrado para instalaciones de aire acondicionado. El prealambrado para facilitar futuras instalaciones de aire acondicionado debe cumplir con lo siguiente y otras partes aplicables de este Artículo. Este circuito no debe servir para otros propósitos.

1) Debe estar instalado en el tablero de distribución un dispositivo de protección contra sobrecorriente con un valor nominal compatible con los conductores del circuito y todas las conexiones del alambrado deben estar completas.

2) Las terminales de carga del circuito deben terminar en una caja de conexiones con una tapa ciega o un dispositivo aprobado para este propósito. Cuando se use una caja de conexiones con tapa ciega, las terminales libres de los conductores deben estar adecuadamente cubiertas o encintadas.

3) Debe colocarse una etiqueta conforme con lo indicado en 552-44(d) sobre o adyacente a la tapa de la caja de conexiones con la leyenda:

CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO

ESTA CONEXION ES PARA AIRE ACONDICIONADO A 120 VOLTS,

CORRIENTE ALTERNA, 60 HERTZ, DE ____ AMPERES

NO SE DEBE EXCEDER LA CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO

El valor nominal de corriente, no debe exceder 80 por ciento del valor nominal del circuito, y se debe indicar legiblemente en el espacio en blanco.

4) El circuito no debe servir para ningún otro propósito.

552-49. Conductores y cajas

a) Número máximo de conductores. El número máximo de conductores permitido en cajas debe cumplir con lo indicado en 314-16.

b) Conductores libres en cada caja. Deben dejarse al menos 15 centímetros de conductor libre en cada caja, excepto cuando los conductores estén destinados a tener dobleces sin uniones.

552-50. Conductores puestos a tierra. La identificación de los conductores puestos a tierra debe estar de acuerdo con lo indicado en 200-6.

552-51. Conexión de terminales y empalmes. Los empalmes de conductores y conexiones en terminales deben estar de acuerdo con lo indicado en 110-14.

552-52. Desconectadores. Los desconectadores deben tener un valor nominal como se indica a continuación:

a) Circuitos de alumbrado. Para los circuitos de alumbrado, los desconectadores deben tener un valor nominal no menor que 10 amperes, 120 volts y en ningún caso menor que la carga conectada.

b) Motores u otras cargas. Para motores u otras cargas, los desconectadores deben tener un valor nominal adecuado para controlar la carga, en amperes o potencia en caballos de fuerza o ambos. (Se permite que un desconectador de acción rápida de uso general, controle motores de 1492 watts de potencia o menos, con una corriente a plena carga no mayor que el 80 por ciento del valor nominal en amperes del desconectador).

552-53. Contactos. Todas las salidas para contactos deben ser: (1) del tipo con puesta a tierra, (2) instalados de acuerdo con lo indicado en 210-21 y 406-4.

552-54. Luminarias

a) Generalidades. Cualquier acabado combustible de pared o techo que esté expuesto entre el borde de un platillo o bandeja ornamental para luminaria y la caja de salida, deben estar cubiertos con materiales no combustibles o un material aprobado e identificado para tal propósito.

b) Luminarias para regaderas. Si se provee una luminaria sobre tinas o regaderas debe ser del tipo cerrado y con empaque aprobado para este tipo de instalación, y estar protegida por un interruptor de circuito de falla a tierra.

El desconectador para luminarias en el baño y para extractores de aire, localizados sobre la tina o en la regadera debe estar localizado fuera de estos lugares.

c) Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado, y otros en el exterior. Las luminarias de exteriores y otros equipos deben estar aprobados para uso exterior.

552-55. Puesta a tierra. (Para la conexión de partes metálicas no portadoras de corriente véase también 552-57).

a) Puesta a tierra del suministro de energía. El conductor de puesta a tierra en el cordón de alimentación o en el alimentador debe estar conectado a la barra de puesta a tierra u otros medios aprobados de puesta a tierra en el tablero de distribución.

b) Tablero de distribución. El tablero de distribución debe tener una barra de puesta a tierra con suficientes terminales para todos los conductores de puesta a tierra, o contar con otros medios aprobados de puesta a tierra.

c) Conductor puesto a tierra aislado

1) El conductor puesto a tierra (neutro) debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo y de las envolventes de los equipos y otras partes puestas a tierra. Las terminales del conductor puesto a tierra en el tablero de distribución y en estufas portátiles, secadoras de ropa, cocina para mostrador o mesas de trabajo y hornos montados a pared, deben aislarse de las envolventes de equipo. Los tornillos de unión, cintas o barras de unión en el tablero de distribución o en aparatos deben ser retirados y desechados.

2) La conexión de estufas eléctricas y secadoras de ropa eléctricas que utilicen un conductor puesto a tierra (neutro), si son conectados con cordón, debe estar hecha con un cordón de cuatro conductores, 3 polos, 4 hilos, con clavija y contacto del tipo de puesta a tierra.

552-56. Puesta a tierra de equipo interior

a) Partes metálicas expuestas. En el sistema eléctrico, todas las partes metálicas expuestas, envolventes, armaduras, tapas ornamentales de las luminarias y similares, deben estar efectivamente unidas a las terminales de puesta a tierra o envolvente del tablero de distribución.

b) Conductores de puesta a tierra de equipo. Alambres desnudos, alambres con aislamiento de color verde, o verdes con franjas amarillas deben ser empleados únicamente como conductores de puesta a tierra de equipo.

c) Puesta a tierra de equipo eléctrico. Cuando se especifique la puesta a tierra de equipo eléctrico se permite que:

1) La conexión de envolventes metálicas de las canalizaciones metálicas (tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado o ligero), la cubierta de cable tipo MC o MC-HL y tipo MI, cuando la cubierta esté identificada para la puesta a tierra, o la armadura del cable tipo AC a las envolventes metálicas.

2) Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra de equipo y una caja metálica por medio de un tornillo de puesta a tierra, el cual no debe ser usado para otro propósito o un dispositivo de puesta a tierra aprobado.

3) Se permite que el conductor de puesta a tierra de equipo de un cable con cubierta no metálica esté asegurado por medio de un tornillo roscado a las tapas ornamentales de luminarias, diferente a un tornillo de montaje o un tornillo de cubierta, o sujeto a un medio de puesta a tierra aprobado (placa) en una caja registro de salida no metálica para el montaje de la luminaria (se permiten también medios de puesta a tierra para luminarias fijadas con tornillos).

d) Conexiones de puesta a tierra en cajas no metálicas. Una conexión entre uno o más conductores de puesta a tierra colocados dentro de una caja de salida no metálica debe estar dispuesta de tal forma que la conexión pueda hacerse a cualquier accesorio o dispositivo en la caja que requiere ponerse a tierra.

e) Continuidad de puesta a tierra. Cuando más de un conductor de puesta a tierra de equipo de un circuito derivado entre a una caja, los conductores deben tener un adecuado contacto eléctrico entre ellos, y el arreglo debe hacerse de tal manera que la desconexión o remoción de un contacto, luminaria u otro dispositivo alimentado desde la caja, no interfiera o interrumpa la continuidad de la puesta a tierra.

f) Aparatos conectados con cordón. Los aparatos conectados con cordón, como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores, y el sistema eléctrico de cocinas de gas, u otros similares, deben estar puestos a tierra por medio de un cordón aprobado con un conductor de puesta a tierra de equipo y con clavijas del tipo de puesta a tierra.

552-57. Unión de partes metálicas no-portadoras de corriente

a) Unión requerida. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, que puedan ser energizadas, deben unirse efectivamente a las terminales de puesta a tierra o a la envolvente del tablero de distribución.

b) Unión del chasis. Un conductor de unión debe conectarse entre cualquier tablero de distribución y una terminal accesible en el chasis. Los conductores de aluminio o aleación cobre-aluminio no deben usarse para la conexión, si tales conductores o sus terminales están expuestos a elementos corrosivos.

Excepción: Debe considerarse como unido cualquier remolque estacionado que emplee un chasis metálico de construcción unitaria al cual el tablero de distribución esté firmemente asegurado con pernos y tuercas o por soldadura o remachado.

c) Requisitos del conductor de unión. Las terminales de puesta a tierra deben ser del tipo sin soldadura y aprobados como conectores terminales de presión y adecuados al tamaño del cable usado. Los conductores de unión deben ser de un solo alambre o cableados o, aislados o desnudos y de cobre con tamaño nominal como mínimo de 8.37 mm^2 (8 AWG).

d) Unión de techos metálicos y recubrimiento exterior. El techo metálico y el recubrimiento exterior deben considerarse unidos cuando:

1) Los paneles metálicos se sobrepongan uno sobre otro y estén firmemente asegurados a la estructura de madera o de metal por medio de sujetadores metálicos; y

2) Los paneles inferiores de la cubierta exterior metálica estén asegurados por medio de sujetadores metálicos en cada travesaño del chasis, o el panel inferior esté unido al chasis con una cinta metálica.

e) Unión de tubería de gas, agua y drenaje. Las tuberías de gas, agua y drenaje deben considerarse que están puestas a tierra cuando se unen al chasis.

f) Unión de ductos metálicos de aire y hornos. Los ductos metálicos de circulación de aire y hornos deben estar unidos.

552-58. Sujeción y acceso a los aparatos. Cada aparato debe ser accesible para inspección, servicio, reparación y reemplazo sin remover la construcción permanente. Se deben proporcionar los medios para asegurar firmemente los aparatos en su lugar cuando el remolque esté en tránsito.

552-59. Luminarias, salidas, equipo de aire acondicionado y similar en el exterior

a) Aprobados para uso exterior. Las luminarias y equipo en exteriores deben estar aprobados para uso exterior. Los contactos en exteriores o salidas necesarias deben ser del tipo con cubierta con empaques para uso en lugares mojados. Los contactos exteriores deben estar de acuerdo con 406-9(a) y (b). Los desconectadores e interruptores automáticos instalados en exteriores deben cumplir con 404-4.

b) Equipo calefactor, equipo de aire acondicionado, o ambos en el exterior. Un remolque provisto con un circuito derivado, diseñado para energizar al equipo de calefacción o al equipo de acondicionamiento de aire de exteriores, o ambos, localizados en el exterior del remolque, diferentes a los acondicionadores de aire de ventana, deben tener los conductores del circuito derivado terminados en una caja registro de salida aprobada o medios de desconexión localizados en el exterior del remolque estacionado. Debe pegarse una etiqueta permanentemente adyacente a la caja registro que contenga la siguiente información:

ESTA CONEXION ES PARA EQUIPO DE CALEFACCION Y/O PARA AIRE ACONDICIONADO

EL CIRCUITO ES PARA UNA CAPACIDAD MAXIMA DE ____ AMPERES, _____ VOLTS, 60 HERTZ,

DEBE COLOCARSE UN MEDIO DE DESCONEXION A LA VISTA DEL EQUIPO

El valor nominal de la tensión y de la corriente debe estar indicado en los espacios en blanco. La etiqueta no debe ser menor que 0.5 milímetros de espesor y debe estar grabada en bronce, acero inoxidable, aluminio anodizado o con cubierta pura de aluminio, o su equivalente. La etiqueta no debe tener un tamaño menor que 80 por 45 milímetros.

E. Pruebas en fábrica

552-60. Pruebas eléctricas en fábrica. Cada remolque estacionado debe sujetarse a las siguientes pruebas:

a) Circuitos de 120 volts ó 120/240 volts. Cada vehículo de recreo diseñado con un sistema eléctrico de 120, ó 120/240, 127/220 volts, debe soportar un potencial aplicado, sin ruptura del dieléctrico, entre los conductores puestos a tierra y los de fase y la tierra del vehículo de recreo, a una tensión de 900 volts de corriente alterna durante 1 minuto, o a una prueba de resistencia dieléctrica a una tensión de 1080 volts de corriente alterna durante 1 segundo con todos los desconectadores cerrados. Durante la prueba, todos los desconectadores y demás controles deben estar en la posición de conectado. Las luminarias y aparatos permanentemente instalados no requieren pasar esta prueba. Cada remolque estacionado debe sujetarse a lo siguiente:

1) una prueba de continuidad eléctrica para asegurar que todas las partes metálicas están adecuadamente unidas; y

2) las pruebas de operación para demostrar que todos los equipos están adecuadamente conectados y operando adecuadamente; y

3) pruebas de polaridad para verificar que las conexiones han sido hechas apropiadamente, y

4) Los contactos que requieran de un interruptor de circuito por falla a tierra deben ser probados para la correcta operación.

b) Circuitos de baja tensión. Se debe realizar una prueba operacional de los circuitos de baja tensión para demostrar que todo el equipo está conectado y en funcionamiento eléctrico correcto. Esta prueba se debe llevar a cabo en las etapas finales de producción, después de que todas las cubiertas exteriores y la ebanistería hayan sido aseguradas.

ARTICULO 553

CONSTRUCCIONES FLOTANTES

A. Generalidades

553-1. Alcance. Este Artículo cubre el alambrado, acometida, alimentadores y puesta a tierra de construcciones flotantes.

553-2. Definición

Construcción flotante. Una construcción como se define en el Artículo 100 que flota en el agua, está atracada en un lugar permanentemente, y tiene un sistema de acometida en el lugar alimentada a través de la conexión de un alambrado permanente a un sistema de suministro eléctrico no localizado en el lugar.

553-3. Aplicación de otros Artículos. El alambrado de construcciones flotantes debe cumplir con las previsiones aplicables de otros Artículos de esta NOM, excepto por lo que se modifique en este Artículo.

B. Acometidas y alimentadores

553-4. Localización del equipo de acometida. El equipo de acometida para una construcción flotante debe ubicarse adyacente a la construcción, pero no dentro o sobre la misma. El dispositivo principal de protección contra sobrecorriente que alimenta a la estructura flotante deberá tener una protección de falla a tierra no mayor que 100 miliamperes. Se permitirá como alternativa adecuada la protección de falla a tierra en cada circuito derivado o circuito alimentador.

553-5. Conductores de acometida. Se permite que un juego de conductores de acometida alimente a más de un equipo de acometida.

553-6. Conductores alimentadores. Cada construcción flotante debe estar alimentada por un juego individual de conductores alimentadores desde su equipo de acometida.

Excepción: Cuando una construcción flotante tenga varios usuarios, se permite a cada usuario tener un juego de conductores alimentadores individual desde el equipo de acometida del usuario, hasta el tablero de distribución del mismo.

553-7. Instalación de acometidas y alimentadores

a) Flexibilidad. Debe mantenerse la flexibilidad del sistema de alambrado entre la construcción flotante y los conductores de alimentación. Todo el alambrado debe instalarse de tal manera que el movimiento en la superficie del agua o cambios en el nivel del agua, no resulte en condiciones inseguras.

b) Métodos de alambrado. Se permite el uso de tubo conduit metálico o no metálico flexible a prueba de líquidos con accesorios aprobados para alimentadores y donde se requieran conexiones flexibles para la acometida. Se permiten cables de energía de uso extra rudo aprobados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz del sol, como alimentadores para una construcción flotante cuando se requiera flexibilidad.

NOTA: Véase 555-1 y 555-13.

C. Puesta a tierra

553-8. Requisitos generales. La puesta a tierra de las construcciones flotantes debe cumplir con lo siguiente:

a) Puesta a tierra de las partes eléctricas y no eléctricas. La puesta a tierra de partes eléctricas y no eléctricas en una construcción flotante debe hacerse mediante la conexión a una barra de puesta a tierra en el tablero de alumbrado y control de la construcción flotante.

b) Instalación y conexión del conductor de puesta a tierra de equipos. La barra de puesta a tierra debe estar puesta a tierra a través de un conductor de puesta a tierra de equipo, aislado de color verde que corra con los conductores alimentadores y conectado a una terminal puesta a tierra en el equipo de acometida.

c) Identificación del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor de cobre aislado con un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas. Para conductores con tamaño mayor que el 13.3 mm^2 (6 AWG) o cuando se usan cables multiconductores, se permitirá la re identificación de los conductores como se establece en 250-119(a)(2)(2) y (a)(2)(3) ó 250-119(b)(2) y (b)(3).

d) Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra de equipos. La terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida debe estar puesto a tierra mediante su conexión a través de un conductor del electrodo de puesta a tierra aislado, hasta un electrodo de puesta a tierra instalado en la orilla.

553-9. Conductor puesto a tierra aislado. El conductor del circuito puesto a tierra (neutro) debe ser un conductor con aislamiento, de conformidad con 200-6. El conductor puesto a tierra debe conectarse a la terminal de puesta a tierra de equipo, en el equipo de acometida, excepto por esta conexión, debe estar aislado de los conductores de puesta a tierra de equipo, envolventes de equipo, y cualquier otra parte puesta a tierra. Las terminales del conductor puesto a tierra en el tablero de distribución, y en las cocinas unitarias para mostrador, secadoras de ropa, unidades de cocina montadas sobre barras de servicio, y otras similares, deben aislarse de las envolventes.

553-10. Puesta a tierra de equipos

a) Sistemas eléctricos. Todas las envolventes y partes metálicas expuestas de los sistemas eléctricos deben unirse a la barra de puesta a tierra.

b) Aparatos conectados por cordón. Cuando requieran estar puestos a tierra los aparatos conectados por cordón, deben estarlo por medio de un conductor de puesta a tierra de equipo en el cordón y una clavija del tipo de puesta a tierra.

553-11. Unión de partes metálicas no portadoras de corriente. Todas las partes metálicas en contacto con el agua, toda la tubería metálica, y todas las partes metálicas no portadoras de corriente que puedan energizarse, deben unirse a la barra de puesta a tierra del tablero de alumbrado y control.

ARTÍCULO 555

MARINAS Y ASTILLEROS PARA YATES Y BOTES

555-1. Alcance. Este artículo trata sobre las instalaciones de alambrado y equipos en las áreas que incluyen los muelles, desembarcaderos, diques todos ellos fijos o flotantes y otras áreas en marinas, muelles, astilleros, anclajes para embarcaciones, cobertizos para botes, clubes de yates, condominios para embarcaciones y toda instalación con servicio de muelle asociados con condominios residenciales, y cualquier lugar dique múltiple y lugares similares que se utilicen o se puedan utilizar para reparar, atracar, botar, almacenar o suministrar combustible a pequeños barcos y para el atraque de edificios flotantes.

Los lugares de dique privados, no comerciales, construidos u ocupados para el uso del propietario o los residentes de la unidad de vivienda unifamiliar no se tratan en este artículo.

555-2. Definiciones.

Plano de referencia eléctrico. El plano de referencia eléctrico se define así:

(1) En las áreas terrestres sometidas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del nivel más alto de la marea que se presenta para el área, en circunstancias normales, es decir, la marea más alta.

(2) En las áreas terrestres no sometidas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del nivel más alto del agua que se presenta para el área, en circunstancias normales.

(3) El plano de referencia eléctrico para muelles flotantes y embarcaderos flotantes que (a) están instalados para permitir la respuesta de subida y bajada ante el nivel del agua, sin movimiento lateral, y (b) que están equipados de manera que se pueden elevar hasta el plano de referencia establecido para (1) ó (2), es un plano horizontal a 76 centímetros por encima del nivel del agua en el muelle flotante o el plataforma flotante y a una distancia mínima de 30 centímetros por encima del nivel de la plataforma.

Salida de fuerza de la marina. Ensamble encerrado que puede incluir equipo tal como contactos, interruptores automáticos, interruptores con fusibles, fusibles, medidores de energía eléctrica, tableros de distribución y medios de monitoreo aprobados para uso en marinas.

555-3. Protección de falla a tierra. El dispositivo principal de sobrecorriente que alimenta a la marina deberá tener la protección de falla a tierra no mayor a 100 miliamperes. Se permitirá como una alternativa adecuada, la protección de falla a tierra en cada circuito derivado individual o circuito de alimentación.

555-4. Sistema de distribución. Los sistemas de distribución de muelles y embarcaderos no deben exceder de 600 volts de fase a fase.

555-5. Transformadores. Los transformadores y envolventes deben estar aprobados específicamente para la ubicación prevista. La parte inferior de las envolventes para transformadores no debe estar ubicada por debajo del plano de referencia eléctrico.

555-7. Ubicación del equipo de acometida. El equipo de acometida para marinas o muelles flotantes debe estar ubicado junto a la estructura flotante, pero no dentro ni sobre ella.

555-9. Conexiones eléctricas. Las conexiones eléctricas deben estar ubicadas por lo menos a 30 centímetros por encima de la plataforma del muelle flotante. Se permitirán los empalmes de los conductores, dentro de cajas de empalme aprobadas, que utilicen sistemas de conector de alambre sellados aprobados e identificados para inmersión cuando estén ubicados por encima de la línea del agua, pero por debajo del plano de referencia eléctrico para muelles flotantes.

Todas las conexiones eléctricas se deben ubicar por lo menos a 30 centímetros por encima de la plataforma de un muelle fijo, pero no por debajo del plano de referencia eléctrico.

555-10. Envolventes de los equipos eléctricos.

a) Aseguramiento y soporte. Las envolventes de los equipos eléctricos instalados sobre muelles por encima del nivel de la plataforma se deben asegurar firmemente y sólidamente mediante elementos estructurales, independientemente de cualquier tubo conduit conectado a ellos. Si las envolventes no se sujetan a superficies de montaje por medio de orejas o lengüetas externas, las cabezas de los tornillos internos se deben sellar para evitar la filtración de agua a través de los orificios de montaje.

b) Ubicación. Las envolventes de equipos eléctricos en muelles se deben ubicar de modo que no interfieran con las líneas de atraque.

555-11. Interruptores automáticos, interruptores, tableros de distribución y salidas de fuerza de las marinas. Los interruptores automáticos e interruptores instalados en envolventes con empaquetadura se deben disponer para permitir la operación manual exigida sin exponer el interior de la envolvente. Todas las envolventes deben tener un orificio de drenaje para descargar la condensación.

555-12. Cálculos de la carga para los conductores de acometida y del alimentador. Las cargas de alumbrado y otras se deben calcular de acuerdo con la Parte C del Artículo 220 y además, se permitirán los factores de demanda de la Tabla 555-12 para cada circuito de acometida y/o alimentador que alimente a los contactos que proporcionan fuerza desde la orilla para las embarcaciones. Se permitirá modificar estos cálculos como se indica en las notas (1) y (2) de la Tabla 555-12. Cuando se aplican los factores de demanda de la Tabla 555-12, no se permitirá usar los factores de demanda que se especifican en 220-61(b).

555-13. Métodos de alambrado e instalación.

a) Métodos de alambrado.

1) Generalidades. Se permitirán los métodos de alambrado del Capítulo 3 si están identificados para uso en lugares mojados.

2) Cables de fuerza portátiles. Se permitirá el uso de cables de fuerza portátiles para uso extra rudo, con valor nominal no inferior a 75 ºC, 600 volts, aprobados tanto para lugares mojados como resistentes a la luz solar y que tengan una cubierta externa con designación nominal para resistir temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas, de la siguiente manera:

(1) Como alambrado permanente en la parte inferior de los muelles (fijos o flotantes).

(2) Cuando se necesite flexibilidad como en los muelles compuestos por secciones flotantes.

3) Alambrado temporal. No se debe usar alambrado temporal, excepto lo permitido por el Artículo 590, para suministrar energía eléctrica a las embarcaciones.

b) Instalación.

1) Alambrado aéreo. El alambrado aéreo se debe instalar para evitar el posible contacto con los mástiles y otras partes de las embarcaciones que se desplazan en el embarcadero.

Los conductores y cables se deben encaminar para evitar que el alambrado se acerque a menos de 6.00 metros del borde externo de cualquier parte del embarcadero que se pueda usar para mover las embarcaciones o para montar o desmontar los mástiles.

2) Circuitos derivados y alimentadores externos. Los circuitos derivados y alimentadores externos deben cumplir el Artículo 225, excepto que las distancias de seguridad para el alambrado aéreo en partes del embarcadero diferentes de las descritas en 555-13(b)(1) no deben ser inferiores a 5.50 metros sobre el suelo.

Tabla 555-12.- Factores de demanda

Número de contactos de alimentación en Tierra.	Suma del valor nominal de los contactos (%)
1–4	100
5–8	90
9–14	80
15–30	70
31–40	60
41–50	50
51–70	40
71 y en adelante	30

1. Cuando los lugares para deslizar embarcaciones tienen dos contactos específicamente para un deslizadero individual y estos contactos tienen diferentes tensiones (por ejemplo: uno de 30 amperes, 120 volts, y otro de 50 amperes, 120/240 volts), sólo se exigirá calcular el contacto con la mayor demanda de kilowatts.

2. Si la instalación que se monta incluye medidores individuales de energía eléctrica para cada deslizadero, y se calcula usando los criterios enumerados en la Tabla 555-12, la demanda total en amperes se puede multiplicar por 0.9 para obtener la demanda final en amperes.

NOTA: Estos factores de demanda pueden resultar inadecuados en áreas de calor o frío extremos, en las que los circuitos estén cargados para equipos de calefacción, refrigeración o aire acondicionado.

3) Alambrado sobre y bajo agua navegable. El alambrado sobre y bajo aguas navegables debe estar sometido a la aprobación de la autoridad competente.

4) Cables de fuerza portátiles.

(a) Cuando 555-13(a)(2) permite cables de fuerza portátiles, la instalación debe cumplir las siguientes condiciones:

(1) Los cables deben estar soportados adecuadamente.

(2) Los cables se deben ubicar en la parte inferior del muelle.

(3) Los cables se deben sujetar firmemente mediante abrazaderas no metálicas a los elementos estructurales que no sean los tablones de la plataforma.

(4) No se deben instalar cables donde estén sometidos a daños físicos.

(5) Cuando los cables pasan a través de elementos estructurales, se deben proteger contra el roce por medio de una funda de material no metálico de mayor tamaño, instalado de manera permanente.

(b) Cuando los cables de fuerza portátiles se usan como lo permite 555-13(a)(2)(2), debe haber una caja de empalme aprobada resistente a la corrosión con bloques terminales instalados permanentemente en cada sección del muelle a la cual se va a conectar el alimentador y sus extensiones. Se permitirá en lugar de una caja de conexiones, una salida de energía marina aprobada empleando barra de terminales**.** Las cajas de empalme metálicas y sus cubiertas, así como los tornillos y partes metálicas expuestas externamente a las cajas, deben ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos con materiales resistentes a la corrosión.

5) Protección. Se debe instalar tubo conduit rígido metálico, reforzado con resina termofija (RTRC) aprobado para uso bajo el piso, o tubo conduit rígido de PVC adecuado para el lugar, con el fin de proteger el alambrado por encima de las plataformas de los muelles y embarcaderos y por debajo de la envolvente al cual sirve. El tubo conduit se debe conectar a la envolvente mediante roscas estándar completas o accesorios aprobados para ese uso en lugares húmedos o mojados, según corresponda.

555-15. Puesta a tierra. El alambrado y el equipo dentro del alcance de este Artículo deben ser puestos a tierra como se especifica en el Artículo 250 y como lo exigen (a) hasta (e) siguientes:

a) Equipos que se deben poner a tierra. Los siguientes elementos se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos, tendido con los conductores del circuito en la misma canalización, cable o zanja:

(1) Cajas, gabinetes y todas las demás envolventes metálicas.

(2) Bastidores, chasises o carcasas metálicos de los equipos de utilización.

(3) Terminales de puesta a tierra de los contactos del tipo puesta a tierra.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor de cobre, aislado, con un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas. Se permitirá identificar en los extremos el conductor de puesta a tierra de un cable del tipo MI. Para los conductores con tamaño mayor a 13.3 mm^2 (6 AWG) o cuando se usan cables multiconductores, se permitirá la re identificación de los conductores permitida en 250-119(a)(2)(b) y (a)(2)(c) ó 250-119(b)(2) y (b)(3).

c) Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado, debe tener un tamaño de acuerdo con 250-122, pero no inferior a 3.31 mm^2 (12 AWG).

d) Conductor para puesta a tierra de equipos del circuito derivado. El conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos para circuitos derivados debe terminar en un terminal de puesta a tierra, en un panel de distribución remoto o en el terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida principal.

e) Conductores de puesta a tierra de equipos del alimentador. Cuando un alimentador suministra potencia a un tablero de distribución remoto, el conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos se debe prolongar desde una terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida hasta una terminal de puesta a tierra en el tablero de distribución remoto.

555-17. Medios de desconexión para las conexiones de energía desde la orilla. Se deben suministrar medios de desconexión para aislar físicamente a cada embarcación de su conexión o conexiones de alimentación.

a) Tipo. Los medios de desconexión deben constar de un interruptor automático, un desconectador o ambos, y deben estar identificados adecuadamente con respecto al contacto que controlan.

b) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible, estar a no más de 76 centímetros del contacto que controla, y en el circuito de alimentación delante del contacto. Se permitirá que los desconectadores o interruptores automáticos ubicados en las salidas de fuerza de la marina y que cumplan con esta sección, sirvan como medio de desconexión.

555-19. Contactos. Los contactos se deben montar a no menos de 30 centímetros por encima de la superficie de la plataforma del muelle y no por debajo del plano de referencia eléctrico en un muelle fijo.

a) Contactos de fuerza desde la orilla

1) Envolventes. Los contactos destinados para suministrar fuerza desde la orilla para las embarcaciones se deben alojar en las salidas de fuerza de la marina listadas como salidas de fuerza para marina o listadas como lugares de montaje, o se deben instalar en envolventes aprobadas protegidas contra la intemperie o en envolventes aprobadas a prueba de intemperie. La integridad del ensamble no se debe afectar cuando los contactos están en uso con la inserción de cualquier tipo de clavija de conexión con o sin funda aislante.

2) Alivio de la tensión mecánica. Donde sea necesario se deben suministrar medios que reduzcan la tensión mecánica en la clavija y el contacto producida por el peso y el ángulo de la catenaria del cordón de fuerza desde la orilla.

3) Circuitos derivados. Cada contacto individual que suministre fuerza desde la orilla para las embarcaciones debe estar alimentado desde una salida de fuerza de la marina o un panel de distribución mediante un circuito derivado individual de la clase de tensión y al valor nominal correspondiente al valor nominal del contacto.

NOTA: Los contactos de alimentación a tensiones diferentes a la marcada en el contacto pueden causar sobrecalentamiento o mal funcionamiento del equipo conectado, por ejemplo la alimentación de cargas monofásicas, tres hilos de 120/240 volts desde una fuente tres hilos de 208Y/120 volts.

4) Valor nominal. La alimentación desde la orilla para las embarcaciones debe ser suministrada por contactos individuales con valor nominal no inferior a 30 amperes.

(a) Los contactos con valor nominal de 30 y 50 amperes deben ser del tipo de seguridad y del tipo puesto a tierra.

(b) Los contactos con valor nominal de 60 y 100 amperes deben ser del tipo con varilla de guía y manga.

b) Otras alimentaciones diferentes a las de fuerza desde la orilla.

1) Protección del personal con interruptor de circuito contra fallas a tierra. Los contactos de 120 volts y de 15 y 20 amperes, monofásicos, instalados en exteriores, en cobertizos para botes, en edificios o estructuras usados para almacenamiento, mantenimiento o reparación donde se deben usar herramientas eléctricas manuales portátiles, equipo de diagnóstico eléctrico o equipo de alumbrado portátil debe tener protección con interruptor de circuito contra fallas a tierra para el personal. Los contactos en otros lugares se deben proteger de acuerdo con 210-8 (b).

2) Marcado. Se permitirá que los contactos diferentes de los que alimentan fuerza desde la orilla a las embarcaciones estén alojados en las salidas de fuerza de la marina con los contactos que alimentan fuerza desde la orilla a las embarcaciones, siempre que estén marcados claramente para indicar que no se deben usar para suministrar fuerza a las embarcaciones.

555-21. Estaciones de suministro de gasolina-lugares peligrosos (clasificados).

a) Generalidades. Los equipos y el alambrado eléctricos ubicados en o que alimentan los lugares de suministro de combustible para motores deben cumplir lo establecido en el Artículo 514 además de los requisitos de este Artículo. Todo el alambrado eléctrico para fuerza y alumbrado se debe instalar en el lado del desembarcadero, muelle o embarcadero opuesto al sistema de tubería que lleva el combustible.

b) Clasificación de áreas de Clase I, Divisiones 1 y 2. Se deben utilizar los siguientes criterios con el fin de aplicar la Tabla 514-3(b)(1) y la Tabla 514-3(b)(2) para el equipo de suministro de combustible para motores en muelles, desembarcaderos o embarcaderos flotantes o fijos.

1) Construcción cerrada. Cuando la construcción de los muelles, desembarcaderos o embarcaderos flotantes es cerrada, de manera que no hay espacio entre la parte inferior del muelle, desembarcadero o embarcadero y el agua, por ejemplo la construcción con espuma expandida encerrada en concreto o una construcción similar, y que tienen cajas de acometida integradas con bastidores de alimentación, se deben aplicar las siguientes condiciones:

(a) El espacio por encima de la superficie del muelle, desembarcadero o embarcadero flotante debe ser un lugar Clase I, División 2 con distancias como las identificadas en la tabla 514-3(b)(1), Dispensador y exterior.

(b) El espacio por debajo de la superficie del muelle, desembarcadero o embarcadero flotante con áreas o envolventes tales como tinas, huecos, fosos, bóvedas, cajas, depresiones, bastidores de las tuberías de combustible o espacios similares en los que se pueda acumular líquido o vapor inflamable, debe ser un lugar Clase I, División 1.

Excepción 1: Se permitirá que las secciones del muelle, desembarcadero o embarcadero que no den soporte a dispensadores de combustible y que lindan pero están a 6.00 metros o más desde las secciones del embarcadero que dan soporte a los dispensadores de combustible, sean de Clase I, División 2 cuando exista un espacio de aire entre las secciones del embarcadero que permita que los líquidos o vapores inflamables se disipen y eviten que se muevan hacia estas secciones del embarcadero. La documentación debe cumplir con 500-4(a).

Excepción 2: Se permitirá que las secciones del muelle, desembarcadero o embarcadero que no den soporte a dispensadores de combustible y que no linden directamente con ellos, sean no clasificadas cuando exista un espacio de aire documentado y los líquidos o vapores inflamables no se puedan mover a estas secciones del embarcadero. Tal documentación debe cumplir con 500-4(a).

2) Construcción abierta. Cuando la construcción de los muelles, desembarcaderos o embarcaderos sea abierta, como por ejemplo plataformas construidas sobre vigas longitudinales sostenidas por pilotes, flotadores, pontones o construcción similar, se deben aplicar lo siguiente:

(a) El área de 45 centímetros por encima de la superficie del embarcadero, muelle o desembarcadero y que se prolongue 6.00 metros horizontalmente en todas las direcciones desde el borde externo del dispensador y hacia abajo hasta el nivel del agua, debe ser de Clase I, División 2.

(b) Las envolventes tales como tinas, huecos, fosos, bóvedas, cajas, depresiones, bastidores de las tuberías o espacios similares en los que se pueda acumular líquido o vapor inflamable a una distancia máxima de 6.00 metros del dispensador, debe ser un lugar Clase I, División 1.

555-22. Instalaciones para reparación–lugares peligrosos (clasificados). Los equipos y el alambrado eléctrico, ubicados en instalaciones para reparación de embarcaciones marinas que contengan líquidos o gases inflamables o combustibles deben cumplir el Artículo 511, además de los requisitos de este Artículo.

555-23. Montacargas, rieles, grúas y monorrieles marinos. Los motores y controles para montacargas, rieles, grúas y monorrieles marinos no se deben ubicar por debajo del plano de referencia eléctrico. Cuando sea necesario proporcionar energía eléctrica a un polipasto o grúas móviles en el embarcadero y se utilice un cable móvil, éste debe ser un cable de fuerza portátil aprobado, con valor nominal para las condiciones de uso y se debe equipar de una cubierta externa con color distintivo por razones de seguridad.

ARTICULO 590

INSTALACIONES PROVISIONALES

590-1. Alcance. Las disposiciones de este artículo se aplican a instalaciones eléctricas provisionales de alumbrado y fuerza.

590-2. Todas las instalaciones de alambrado.

a) Otros artículos. Con excepción de lo modificado específicamente en este Artículo, a las instalaciones de alambrado temporal se deben aplicar todos los otros requisitos de esta NOM para alambrado permanente.

b) Aprobación. Los métodos de alambrado temporal se deben aceptar únicamente si están aprobados con base en las condiciones de uso y en todo requisito especial de la instalación temporal.

590-3. Restricciones de tiempo.

a) Durante el periodo de construcción. Se permitirán instalaciones eléctricas provisionales de alumbrado y fuerza durante el periodo de construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipos, o actividades similares.

b) Noventa días. Se permitirán instalaciones eléctricas provisionales de alumbrado y fuerza por un periodo no mayor que 90 días para propósitos de alumbrado decorativo, festivo y similar.

c) Emergencias y pruebas. Se permitirán instalaciones eléctricas provisionales de alumbrado y fuerza durante las emergencias y para pruebas, experimentos y trabajo experimental.

d) Remoción. El alambrado temporal se debe remover inmediatamente después de la terminación de la construcción o del fin para el cual se instaló el alambrado.

590-4. Generalidades.

a) Acometidas. Las acometidas se deben instalar de conformidad con las Partes A hasta H del Artículo 230, según sea aplicable.

b) Alimentadores. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben suministrar de acuerdo con 240-4, 240-5, 240-100 y 240-101. Los conductores deben tener su origen en un centro de distribución aprobado. Se permitirán conductores dentro de los ensambles de cable o dentro de los cordones o cables multiconductores de un tipo identificado en la Tabla 400-4 para uso pesado o extra rudo. Para el propósito de esta sección, se permitirá usar cables de los tipos NM y NMC en viviendas, edificios o estructuras sin limitación alguna de altura ni limitación debida al tipo de construcción del edificio y sin ocultarlos dentro de paredes, pisos o plafones.

Excepción: Se permitirán conductores aislados individuales cuando se instalen para los propósitos que se especifican en 590-3(c), y sean accesibles sólo a personas calificadas.

c) Circuitos derivados. Todos los circuitos derivados se deben originar en una salida de fuerza, desconectador o un panel de distribución, o en un centro de control de motores o en un interruptor con fusibles Se permitirán conductores dentro de los ensambles de cable o dentro de los cordones o cables multiconductores de un tipo identificado en la Tabla 400-4 para uso pesado o extra rudo. Los conductores se deben proteger contra sobrecorriente según se indica en 240-4, 240-5 y 240-100. Para el propósito de esta sección, se permitirá usar cables de los tipos NM y NMC en viviendas, edificios o estructuras sin limitación alguna de altura ni limitación debida al tipo de construcción del edificio y sin ocultarlos dentro de paredes, pisos o plafones.

Excepción: Se permitirá que los circuitos derivados instalados para los propósitos que se especifican en 590-3(b) o (c) estén tendidos como conductores aislados individuales. Cuando el alambrado se instala según 590-3(b), la tensión a tierra no debe exceder 150 volts, el alambrado no se debe someter a daños físicos y los conductores deben estar soportados sobre aisladores a intervalos no superiores a 3.00 metros, o, para iluminación colgante, los conductores se deben disponer de tal manera que la tensión mecánica excesiva no se transmita a los portalámparas.

d) Contactos.

1) Todos los contactos. Todos los contactos deben ser con terminal de puesta a tierra. A menos que se instalen en una canalización metálica continua que esté identificado como un conductor de puesta a tierra de equipos, según 250-118 o un cable con recubrimiento metálico continuo que esté como un conductor de puesta a tierra de equipos, según 250-118, todos los circuitos derivados deben incluir un conductor separado de puesta a tierra de equipos separado, y todos los contactos se deben conectar eléctricamente a los conductores de puesta a tierra de equipos. Los contactos en los lugares de construcción no se deben instalar en circuitos derivados que alimenten el alumbrado temporal.

2) Los contactos en lugares húmedos. Todos los contactos instalados en lugares húmedos de 15 y 20 amperes, 120 volts deberán cumplir con 406-9(b)(1).

e) Medios de desconexión. Se deben instalar interruptores de desconexión o conectores de clavija adecuados para permitir la desconexión de todos los conductores de fase de cada circuito temporal. Los circuitos derivados multiconductores deben estar equipados con medios que desconecten simultáneamente todos los conductores de fase en la salida de fuerza o el panel de distribución en el cual se origina el circuito derivado. Se permitirán los enlaces de las palancas de accionamiento identificados.

f) Protección de las lámparas. Todas las lámparas para iluminación general se deben proteger contra el contacto accidental o la ruptura mediante una luminaria adecuada o un portalámpara con protección.

No se deben usar portalámparas con casquillo metálico recubierto con papel, ni otros tipos de portalámparas de metal recubierto a menos que el casquillo esté puesto a tierra.

g) Empalmes. En los sitios de construcción no se exigirá una caja para los empalmes o conexiones de unión cuando los conductores del circuito son ensambles de cable o cordón multiconductores, siempre que se conserve la continuidad de la puesta a tierra del equipo con o sin la caja. Ver 110-14(b) y 400-9. Se debe utilizar una caja, cuerpo de conduit o un accesorio terminal que tenga un orificio con pasacable separado para cada conductor, siempre que se haga un cambio en el sistema de tubo conduit o tubería o en el sistema de cable recubierto con metal.

h) Protección contra daños accidentales. Los cables y cordones flexibles se deben proteger contra daños accidentales. Se deben evitar las esquinas o prolongaciones con bordes afilados. Cuando atraviesen los claros de las puertas o puntos de restricción, se deben dotar de protección para evitar los daños.

i) Terminaciones en los dispositivos. Los cordones y cables flexibles que entran en envolventes que contienen dispositivos que requieren de terminación, deben estar asegurados a la caja con accesorios diseñados para tal propósito.

j) Soporte. Los ensambles de cables y los cordones y cables flexibles deben estar soportados en su lugar a intervalos que garanticen que estarán protegidos contra daños físicos. El soporte se debe hacer usando grapas, enlaces de cable, correas o accesorios de tipo similar instalados de modo que no causen daños. No se debe utilizar la vegetación para sostener los tramos aéreos de los circuitos derivados o los alimentadores.

Excepción: Para alumbrado festivo de acuerdo con 590-3(b), cuando los conductores o cables estén dispuestos con hilos adecuados de alivio de tensión mecánica, se permitirá utilizar dispositivos de absorción de tensión u otros medios aprobados para evitar el daño debido al movimiento de la vegetación, se permitirá el uso de los árboles para sostener los tramos aéreos de los conductores del circuito derivado o los cables.

590-5. Alumbrado decorativo aprobado. El alumbrado decorativo utilizado para alumbrado festivo y propósitos similares, según 590-3(b), debe estar aprobado.

590-6. Protección de personal contra fallas a tierra. Se deberá suministrar protección al personal contra fallas a tierra para todas las instalaciones del alambrado temporal de acuerdo con 590-6(a) y (b). Esta sección se debe aplicar únicamente a instalaciones de alambrado temporal usadas para suministrar alimentación temporal a los equipos usados por el personal durante las actividades de construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras o equipos o actividades similares. Esta sección se debe aplicar a la alimentación derivada de una compañía de servicio eléctrico o de una fuente de energía generada en el sitio.

a) Salidas de los contactos. Instalaciones de contactos provisionales que sirvan para suministro de energía temporal a los equipos utilizados por el personal durante la construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipos o actividades similares deberán cumplir con los requisitos establecidos en (1) a (3) siguientes, según corresponda.

Excepción: Unicamente en establecimientos industriales cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo está implicado personal calificado, se permitirá un programa de conductor de puesta a tierra asegurado, como se especifica en 590-6(b)(2), sólo para aquellas salidas de contactos usadas para alimentar al equipo que crearía un mayor peligro si se interrumpiera la fuerza, o que tenga un diseño que no sea compatible con la protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

1) Contactos que no son parte del alambrado permanente. Todas las salidas de contactos monofásicos, de 120 volts, 15, 20 y 30 amperes que no formen parte del alambrado permanente de un edificio o estructura y que sean utilizadas por el personal, deben tener protección para el personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

2) Contactos existentes o instalados como alambrado permanente. En los contactos de 120 volts, monofásicos, 15, 20, y 30 amperes que están instalados o forman parte del alambrado permanente del edificio o la estructura y se usan para la alimentación eléctrica temporal, se debe suministrar protección del personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra. Se permitirán los grupos de cordones o los dispositivos que tienen incorporada la protección del personal con un interruptor del circuito contra fallas a tierra listada e identificada para uso portátil

3) Contactos de generadores portátiles de 15 kilowatts o menos. Todos los contactos de generadores portátiles de 15 kilowatts o menos de 120 volts, monofásicos, 15, 20 y 30 amperes, tendrán para protección del personal un interruptor de falla a tierra aprobado. Los juegos de cables o dispositivos aprobados que contengan un interruptor de protección de falla a tierra para protección del personal identificadas para su uso portátil serán permitidos para usarse con generadores portátiles de 15 kilowatts o menos.

Excepción: Unicamente en establecimientos industriales cuyas condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo está implicado personal calificado, se permitirá un programa de conductor de puesta a tierra asegurado, como se especifica en 590-6(b)(2), sólo para aquellas salidas de contactos usadas para alimentar al equipo que crearía un mayor peligro si se interrumpiera la fuerza, o que tenga un diseño que no sea compatible con la protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

b) Uso de otras salidas. Para las instalaciones de alambrado provisional, los contactos, que no sean los contemplados en el 590-6(a)(1) al (a)(3) utilizados para suministro de energía temporal a los equipos utilizados por el personal durante la construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de edificios, estructuras, equipos o actividades similares, los contactos diferentes de los monofásicos, de 120 volts, 15, 20 y 30 amperes deben tener protección acorde con (b)(1) o un programa de conductor de puesta a tierra de equipos asegurado de acuerdo con (b)(2).

1) Protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra. Protección del personal con interruptor de circuito contra fallas a tierra.

2) Programa de conductor de puesta a tierra de equipos asegurado. Programa escrito para el cuidado del conductor de puesta a tierra de equipos, que se hace cumplir continuamente en el sitio por parte de una o más personas designadas para garantizar que los conductores de puesta a tierra de equipos para todos los grupos de cordones, contactos que no son parte del alambrado permanente del edificio o la estructura, y el equipo conectado con cordón y clavija, estén instalados y mantenidos de acuerdo con los requisitos aplicables de 250-114, 250-138, 406-4(c) y 590-4(d).

(a) Las siguientes pruebas se deben realizar en todos los grupos de cordones, contactos que no son parte del alambrado permanente del edificio o la estructura, y en los equipos conectados con cordón y clavija que se exige que estén conectados a un conductor de puesta a tierra de equipos.

(1) Todos los conductores de puesta a tierra de equipos se deben probar para determinar la continuidad, y deben ser eléctricamente continuos.

(2) Cada contacto y clavija de conexión se deben probar para determinar la conexión correcta del conductor de puesta a tierra de equipos. Este conductor se debe conectar a su terminal propio.

(3) Todas las pruebas exigidas se deben llevar a cabo de la siguiente manera:

a. Antes del primer uso en el sitio.

b. Cuando existe evidencia de daño.

c. Antes de que el equipo vuelva al servicio después de cualquier reparación.

d. A intervalos no superiores a tres meses.

(b) Las pruebas exigidas en el numeral (2)(a) se deben registrar y poner a disposición de la autoridad competente.

590-7. Resguardo. Para alambrado de más de 600 volts, se deben suministrar cercado, barreras u otros medios eficaces para limitar el acceso únicamente a personal calificado y autorizado.

CAPITULO 6

EQUIPOS ESPECIALES

ARTICULO 600

ANUNCIOS LUMINOSOS Y ALUMBRADO DE CONTORNO

A. Disposiciones generales

600-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de conductores, equipo y alambrado en sitio para anuncios luminosos y alumbrado de contorno sin considerar la tensión. Todas las instalaciones y los equipos que usan tubos de neón, tales como anuncios, elementos decorativos, estructuras de tubos o formas artísticas son tratados en este Artículo.

NOTA: Los sistemas de anuncios luminosos y alumbrado de contorno incluyen, pero no están limitados a: tubos de neón de cátodo frío, lámparas de descarga de alta intensidad, lámparas incandescentes o fluorescentes, diodos emisores de luz (LED) y alumbrado electroluminiscente o de inductancia.

600-2. Definiciones.

Alumbrado de descarga eléctrica: Sistemas de iluminación que utiliza lámparas fluorescentes, lámparas de descarga de alta intensidad (HID) o tubos de neón.

Anuncio en secciones: Un sistema de anuncio o de iluminación de contorno, despachado como subensambles, que requieren de alambrado instalado en sitio entre los subensambles para completar todo el anuncio. Los subensambles se unen físicamente para formar una sola unidad de anuncio o se instalan como partes separadas de un sólo anuncio.

Cuerpo del anuncio: Parte de un anuncio que puede brindar protección contra el clima pero no es un envolvente eléctrico.

Estructuras de tubos: Tubos de neón que forman por sí mismos el anuncio luminoso o la iluminación de contorno, sin estar unidos a un envolvente o cuerpo del anuncio.

Sistema de anuncio luminoso LED: Un sistema de alumbrado completo para uso en anuncios e iluminación de contorno que consiste en: fuentes de luz de diodos emisores de luz (LED), fuentes de poder, alambrado y conectores necesarios para completar la instalación.

Tubos de neón: Tubos luminosos de descarga eléctrica, llenos con diversos gases inertes, que son fabricados en formas para iluminar anuncios, formar letras, partes de letras, estructura de tubos, luces de contorno u otros elementos decorativos o artísticos.

NOTA: Cuando se usen tubos luminosos de cátodo frío para iluminar anuncios, formar letras, partes de letras, estructura de tubos, luces de contorno u otros elementos decorativos o artísticos, serán tubos de neón como se define en este Artículo.

600-3. Aprobado. Los anuncios luminosos, los anuncios de secciones y la iluminación de contorno, ya sean fijos, móviles o portátiles, sin considerar la tensión, deben estar aprobados y se deben instalar de acuerdo con esta aprobación.

a) Estructuras de tubos instalados en campo. No se exigirá que las estructuras de tubos instaladas en sitio sean aprobados, siempre que se instalen de acuerdo con lo establecido en esta NOM.

b) Iluminación de contorno. No se exigirá que la iluminación de contorno sea aprobada como un sistema, cuando consista de luminarias aprobadas y alambradas de acuerdo con el Capítulo 3.

600-4. Marcado.

a) Anuncios luminosos. Los sistemas de anuncios e iluminación de contorno deben marcarse con el nombre del fabricante, marca registrada u otros medios de identificación y la corriente y tensión nominal.

b) Anuncios y alumbrado de contorno. Los sistemas de anuncios e iluminación de contorno con portalámparas para focos incandescentes se deben marcar para indicar la máxima potencia del foco para cada portalámpara. Las marcas deberán ser permanentes, en letras de 6 milímetros del alto cuando menos, y deben ser localizadas donde sean visibles cuando se cambie un foco.

c) Visibilidad. Las marcas requeridas en 600-4(a) y etiquetas de aprobación no se requerirán visibles después de la instalación pero deberán estar permanentemente aplicadas en un lugar que sea visible cuando se dé mantenimiento.

d) Durabilidad. Las etiquetas deberán ser permanentes, durables y, cuando estén en lugares húmedos, deberán ser a prueba de agua.

e) Anuncio en secciones. Los anuncios en secciones deberán ser marcados para indicar que se requieren instrucciones de instalación y para el alambrado en sitio.

600-5. Circuitos derivados.

a) Circuitos derivados exigidos. Cada edificio comercial y cada ocupación comercial de un edificio, a los que tengan acceso al público, deben estar dotados cuando menos con una salida para la conexión de sistemas de iluminación de contorno o de anuncios luminosos, en un lugar accesible en cada entrada. La(s) salida(s) debe(n) estar alimentada(s) desde un circuito derivado de cuando menos 20 amperes, y que no alimente otras cargas. Los corredores o pasillos no se deben considerar como accesibles a los peatones.

b) Valor nominal. Los circuitos derivados que alimentan a los anuncios luminosos deben tener un valor nominal de acuerdo con (1) o (2) y para efectos de cálculo se deben considerar que son cargas continuas.

1) Anuncios de Neón. Los circuitos derivados que alimenten instalaciones con tubos de neón no deben tener una corriente nominal mayor a 30 amperes.

2) Todos los otros anuncios. Los circuitos derivados que alimenten todos los otros anuncios y sistemas de iluminación de contorno, no deben tener una corriente nominal mayor a 20 amperes.

c) Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado usados para alimentar anuncios deben cumplir con (1), (2) y (3).

1) Alimentación. El método de alambrado usado para alimentar los sistemas de anuncios y de iluminación de contorno debe terminar dentro del anuncio luminoso, del envolvente de un sistema de iluminación de contorno, de una caja adecuada o de una caja de conexiones o de paso para tubo conduit.

2) Envolventes como cajas de paso. Se permitirá usar los envolventes de los anuncios luminosos y de los transformadores como cajas de paso o de empalme para los conductores que alimentan a anuncios adyacentes, a sistemas de iluminación de contorno o reflectores que formen parte de un anuncio; se permitirá que los envolventes contengan conductores del circuito derivado y del circuito secundario.

3) Postes metálicos o no metálicos. Se permitirá que los postes metálicos o no metálicos utilizados como soporte de los anuncios luminosos alberguen los conductores de alimentación, siempre que los postes y los conductores se instalen de acuerdo con 410-30(b).

600-6. Desconectadores. Cada circuito alimentador o circuito derivado de un sistema de anuncio e iluminación de contorno, que alimenten un anuncio, un sistema de iluminación de contorno o una estructura de tubos, deben estar controlados por un interruptor o un interruptor automático operable desde el exterior que abra todos los conductores de fase y no controlar ninguna otra carga. En circuitos multiconductor, el desconectador o interruptor debe abrir simultáneamente todos los conductores de fase de acuerdo con 210-4(b). Los sistemas de anuncios e iluminación de contorno, montados dentro de fuentes, deberán tener el desconectador ubicado de acuerdo con 680-12.

Excepción 1: No se exigirá un medio de desconexión para los anuncios indicadores de las salidas ubicados en el interior de un edificio.

Excepción 2: No se exigirá un medio de desconexión para los anuncios luminosos que sean conectados con cordón y clavija de conexión.

a) Ubicación.

1) Al alcance de la vista desde el anuncio. El medio de desconexión debe estar al alcance de la vista desde el anuncio luminoso o iluminación de contorno que controla. Cuando el medio de desconexión esté fuera del alcance de la vista desde cualquier parte que pueda estar energizada, el medio de desconexión se debe poder bloquear en la posición de abierto. Las disposiciones para el candado o para agregar un candado al medio de desconexión deben permanecer en su lugar en el interruptor o interruptor automático esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

2) Al alcance de la vista desde el controlador. Las siguientes condiciones se deben aplicar a los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno que son operados por controladores electrónicos o electromecánicos ubicados en el exterior del sistema del anuncio luminoso o iluminación de contorno:

(1) Se permitirá que el medio de desconexión esté ubicado al alcance de la vista desde el controlador o en el mismo envolvente con el controlador.

(2) El medio de desconexión debe desconectar el sistema del anuncio luminoso o iluminación de contorno y el controlador de todos los conductores de alimentación de fase.

(3) El medio de desconexión debe estar diseñado de manera tal que ningún polo se pueda operar independientemente y se debe poder bloquear en la posición abierta. Las disposiciones para el candado o para agregar un candado al medio de desconexión deben permanecer en su lugar en el interruptor o interruptor automático esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático

b) Valor nominal de los interruptores de control. Los interruptores, destelladores y dispositivos similares que controlen transformadores y fuentes de alimentación electrónica, deben tener un valor de corriente nominal adecuada para controlar las cargas inductivas o tener un valor nominal de corriente no menor al doble de la corriente nominal del transformador.

NOTA: Con respecto a los interruptores de acción rápida, ver 404-14.

600-7. Puesta a tierra y unión.

a) Puesta a tierra.

1) Puesta a tierra de equipos. Los anuncios y el equipo metálico de los sistemas de iluminación de contorno se deben poner a tierra mediante la conexión del conductor de puesta a tierra de equipos de los circuitos derivados o del alimentador utilizando los tipos de conductores de puesta a tierra de equipos que se especifican en 250-118.

Excepción: No se exigirá que los anuncios portátiles conectados con cordón se conecten al conductor de puesta a tierra de equipos si están protegidos por un sistema de doble aislamiento o su equivalente. El equipo con doble aislamiento debe estar marcado claramente.

2) Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos debe estar acorde con 250-122 con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente que protege los conductores del circuito derivado o del alimentador que da alimentación al anuncio o al equipo.

3) Conexiones. Las conexiones del conductor de puesta a tierra de equipos se deben hacer de acuerdo con 250-130 y con un método especificado en 250-8.

4) Electrodo auxiliar de puesta a tierra. Se permitirán electrodos auxiliares de puesta a tierra para los sistemas de anuncios e iluminación de contorno tratados en este Artículo y deben cumplir los requisitos de 250-54.

5) Partes metálicas del edificio. Las partes metálicas de un edificio no se permitirán como conductor de retorno secundario ni como un conductor de puesta a tierra de equipos.

b) Unión.

1) Unión de las partes metálicas. Las partes y equipos metálicos de los sistemas de anuncios e iluminación de contorno deben estar unidos entre sí y al transformador asociado o al conductor de puesta a tierra de equipos de la fuente de alimentación del circuito derivado o del alimentador que dan alimentación al sistema de anuncio o iluminación de contorno y deben cumplir los requisitos de 250-90.

Excepción: Partes metálicas remotas de una sección de anuncio de metal o de un sistema de iluminación de contorno sólo suministrada por una fuente de poder Clase 2 no será requerirá que sea unida a un conductor de puesta a tierra de equipos.

2) Conexiones de Uniones. Las uniones se deben hacer de acuerdo con 250-8.

3) Partes metálicas del edificio. Las partes metálicas de un edificio no se permitirán como medio de unión de las partes y equipos de anuncios o sistemas de iluminación de contorno juntos o al conductor de puesta a tierra de equipos del transformador o de la fuente de alimentación del circuito de alimentación**.**

4) Longitud del tubo conduit metálico flexible. Se permitirá usar como un medio de unión, el tubo conduit metálico flexible aprobado o el tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos aprobado que encierren el conductor del circuito secundario de un transformador o de una fuente de alimentación para su uso con tubos de neón, si la longitud total acumulada del tubo conduit en el circuito secundario no excede de 30.00 metros.

5) Partes metálicas pequeñas. No se exigirá unir las partes metálicas pequeñas que no excedan de 50 milímetros en ninguna dimensión, que no vayan a energizarse y se encuentren separadas por una distancia mínima de 19 milímetros de los tubos de neón.

6) Tubo conduit no metálico. Cuando se utilice tubo conduit no metálico aprobado para contener el conductor del circuito secundario de un transformador o fuente de alimentación y se requiera un conductor de unión, éste debe instalarse separado y alejado del tubo no metálico y separarse una distancia mínima de 38 milímetros del tubo cuando el circuito opera a 100 hertz o menos, o a 45 milímetros cuando el circuito opera a más de 100 hertz.

7) Conductores de unión. Los conductores de unión deben cumplir con (1) y (2).

(1) Los conductores de unión deben ser de cobre y de tamaño igual o superior al 2.08 mm^2 (14 AWG).

(2) Los conductores de unión instalados externamente a un anuncio o a una canalización se deben proteger contra daños físicos.

8) Anuncios en las fuentes. Los anuncios o iluminaciones de contorno instalados dentro de una fuente deben tener todas las partes metálicas unidas al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito derivado del sistema de recirculación de la fuente. La unión debe estar lo más cerca que sea factible de la fuente y se permitirá que la unión se haga a los sistemas de tubería metálica que estén unidos de acuerdo con 680-53.

NOTA: Ver 600-32(j) para información acerca de las restricciones en cuanto a la longitud de los conductores secundarios de alta tensión.

600-8. Envolventes. Las partes vivas que no sean lámparas ni tubos de neón deben tener envolventes. No se requiere de una envolvente adicional cuando los transformadores y fuentes de poder tienen integrada una envolvente, incluyendo la envolvente de empalme de los circuitos primario y secundario.

a) Resistencia. Las envolventes deben tener suficiente resistencia estructural y rigidez.

b) Material. Las envolventes de los anuncios y sistemas de iluminación de contorno deben estar construidas de metal o ser aprobadas.

c) Espesor mínimo de envolventes de metal. Láminas de cobre o de aluminio deben tener un espesor de cuando menos 0.51 milímetros. Las láminas de acero deber tener un espesor de cuando menos 0.41 milímetros.

d) Protección del metal. Las partes metálicas del equipo deben estar protegidas contra la corrosión.

600-9 Ubicación.

a) Vehículos. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno deben estar cuando menos a 4.30 metros por encima de las áreas accesibles a vehículos, a menos que estén protegidos contra daños físicos.

b) Peatones. Los tubos de neón fácilmente accesibles a los peatones, deben estar protegidos contra daños físicos. Excepto los que sean anuncios luminosos portátiles de ubicación seca.

NOTA: Ver 600-41 (d) con respecto a los requisitos adicionales.

c) Adyacentes a materiales combustibles. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno deben instalarse de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén sometidos a temperaturas superiores a 90 °C.

La distancia entre madera u otros materiales combustibles y las lámparas incandescentes o de HID o los portalámparas no debe ser inferior a 50 milímetros.

d) Lugares mojados. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno para uso en lugares mojados, diferentes a los a prueba de agua, deben ser a prueba de intemperie y tener orificios de drenaje, como sea necesario, de acuerdo con lo siguiente:

(1) Los orificios de drenaje no deben mayores de 13 ni menores de 6 milímetros.

(2) En cada punto bajo o sección asilada de los equipos debe haber cuando menos un orificio de drenaje.

(3) Los orificios de drenaje deben estar ubicados de modo que no habrán obstrucciones externas.

600-10. Anuncios portátiles.

a) Soporte. Los anuncios luminosos portátiles o móviles deben estar soportados adecuadamente y ser fácilmente movibles sin necesidad de herramientas.

b) Clavija de conexión. Cada anuncio portátil o móvil debe tener una clavija de conexión.

c) En lugares húmedos o mojados. Los anuncios portátiles o móviles para lugares húmedos o mojados deben cumplir con (1) y (2) siguientes.

1) Cordones. Todos los cordones deben ser de trabajo pesado o semipesado, como se designan en la Tabla 400-4, y deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos.

2) Interruptor de circuito contra fallas a tierra. Los anuncios portátiles o móviles deben tener instalado de fábrica un interruptor de circuito contra fallas a tierra para protección del personal. Este interruptor debe formar parte integral de la clavija o estar ubicado en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor de 30 centímetros de la clavija.

d) Lugares secos. Los anuncios portátiles o móviles para lugares secos deben cumplir con lo siguiente:

(1) Los cordones deben ser SP-2, SPE-2, SPT-2 o más robustos, como se designan en la Tabla 400-4.

(2) El cordón no debe tener más de 4.50 metros de longitud.

600-12. Alambrado del secundario instalado en campo. El alambrado secundario del instalado en campo para los anuncios eléctricos, sistemas de iluminación de contorno y sistemas de estructuras de tubos, debe hacerse de acuerdo a sus instrucciones de instalación y estar de acuerdo con (a), (b) o (c).

a) De 1000 volts o menos. El alambrado del circuito secundario de 1000 volts o menos debe cumplir con 600-31.

b) De más de 1000 volts. El alambrado del circuito secundario de más de 1000 volts debe cumplir con 600-32.

c) Clase 2. Cuando la instalación cumple con los requisitos de 600-33 y la fuente de poder provee una salida de fuerza Clase 2 que cumple con 600-24, se permitirá cualquiera de los siguientes métodos de alambrado que se determine de acuerdo a las condiciones de instalación:

(1) Métodos de alambrado identificados en el Capítulo 3.

(2) Cables Clase 2 que cumplan con la Parte C del Artículo 725

600-21. Balastros, transformadores y fuentes de alimentación electrónica.

a) Accesibilidad. Los balastros, transformadores y fuentes de alimentación electrónica deben estar ubicados donde sean accesibles y deben estar asegurados firmemente en su lugar.

b) Ubicación. Los balastros, transformadores y fuentes de alimentación electrónica deben instalarse lo más cerca posible de las lámparas o tubos de neón, para que los conductores secundarios sean lo más corto posible.

c) Lugares húmedos. Los balastros, transformadores y fuentes de alimentación electrónica, utilizados en lugares húmedos deben ser a prueba de intemperie o para exteriores y deben estar protegidos contra la intemperie mediante la instalación dentro del cuerpo del anuncio o en un envolvente separado.

d) Espacio de trabajo. Se debe dejar un espacio de trabajo de cuando menos 90 centímetros de alto, 90 centímetros de ancho y 90 centímetros de fondo, para cada balastro, transformador y fuente de alimentación electrónica o en su envolvente, cuando no estén instalados dentro del anuncio luminoso.

e) En áticos y cornisas. Se permitirá instalar los balastros, transformadores y fuentes de alimentación electrónica en áticos y cornisas, siempre que haya una puerta de acceso de 90 centímetros por 56 centímetros cuando menos, y un pasillo de cuando menos 90 centímetros de alto por 60 centímetros de ancho con un camino permanente y adecuado de por lo menos 30 centímetros de ancho, que vaya desde el punto de entrada hasta cada componente. En estos espacios se debe instalar por lo menos una salida de alumbrado que tenga un interruptor o que esté controlada por un interruptor de pared. Por lo menos un punto de control debe estar en el punto de entrada habitual a estos espacios. La salida de alumbrado debe estar en o cerca del equipo que necesita servicio.

f) En plafones suspendidos. Se permitirá instalar los balastros, transformadores y fuentes de alimentación electrónica sobre los plafones suspendidos, siempre que sus envolventes estén aseguradas firmemente y su soporte no dependa de la parrilla del plafón suspendido. Los balastros, transformadores y fuentes de alimentación electrónica, instalados en plafones suspendidos no se deben conectar al circuito derivado mediante cordón flexible.

600-22. Balastros.

a) Tipo. Los balastros deben estar identificados y aprobados para este uso.

b) Protección térmica. Los balastros deben estar protegidos térmicamente.

600-23. Transformadores y fuentes de alimentación electrónica.

a) Tipo. Los transformadores y fuentes de alimentación electrónica deben estar identificados y aprobados para este uso.

b) Protección del circuito secundario contra fallas a tierra. Los transformadores y fuentes de alimentación electrónica, diferentes de los siguientes, deben tener protección del circuito secundario contra fallas a tierra.

(1) Transformadores con secundario aislado no puesto a tierra y tensión máximo a circuito abierto de 7500 volts o menos.

(2) Transformadores con un compartimiento de porcelana o cristal integrado al secundario, para los tubos de neón y que no requieran de alambrado de sitio en el circuito secundario.

c) Tensión. La tensión del circuito secundario no debe superar los 15 000 volts bajo cualquier condición de carga. La tensión a tierra de cualquier terminal de salida del secundario no debe superar los 7500 volts bajo cualquier condición de carga.

d) Valor nominal. Los transformadores y fuentes de alimentación electrónica deben tener un valor nominal de corriente del circuito secundario no superior a 300 miliamperes.

e) Conexiones del secundario. Las salidas del circuito secundario no se deben conectar en serie ni en paralelo.

f) Marcado. Un transformador o fuente de alimentación electrónica que cuenta con protección contra fallas a tierra del circuito secundario se debe marcar así.

600-24. Fuentes de alimentación de Clase 2. Los anuncios y sistemas de iluminación de contorno alimentados por transformadores, fuentes de alimentación y fuentes de energía, de Clase 2, deben cumplir con los requisitos de los circuitos de Clase 2 y de (a), (b), (c) y (d) siguientes.

a) Aprobado. Las fuentes de energía y las fuentes de alimentación de Clase 2 deben aprobarse para uso con anuncios eléctricos y sistemas de iluminación de contorno o debe ser un componente de un anuncio aprobado.

b) Puesta a tierra. Las partes metálicas de los sistemas de anuncios luminosos e iluminación de contorno deben estar puestas a tierra y unidas de acuerdo con 600-7.

c) Métodos de alambrado en el lado carga de los suministros Clase 2. Los conductores y equipos del lado carga del suministro de potencia deben instalarse de acuerdo con los requerimientos apropiados del Capítulo 3.

d) Alambrado del secundario. El alambrado del secundario de las fuentes de energía de Clase 2 debe cumplir con 600-12(c) y 600-33.

B. Instalación en sitio de estructuras de tubos, iluminación de contorno y alambrado del secundario

600-30. Aplicabilidad. La Parte B de este Artículo se debe aplicar a todo lo siguiente:

(1) Estructuras de tubos instalados en sitio.

(2) Circuitos secundarios instalados en sitio.

(3) Iluminación de contorno.

Estos requerimientos son adicionales a los requerimientos de la Parte A

600-31. Alambrado del circuito secundario para tubos de neón de 1000 volts o menos.

a) Métodos de alambrado. Los conductores deben instalarse usando cualquier método de alambrado adecuado para las condiciones, incluido en el Capítulo 3.

b) Aislamiento y tamaño. Los conductores deben ser aprobados, aislados y de tamaños no menores que 0.824 mm^2 (18 AWG).

c) Número de conductores en una canalización. El número de conductores en una canalización debe estar de acuerdo a la Tabla 1 del Capítulo 10.

d) Instalación. Los conductores se deben instalar de modo que no estén sujetos a daños físicos.

e) Protección de las puntas de conductores. Cuando los conductores pasen por cualquier abertura en un metal, se deben proteger con un pasacables.

600-32. Alambrado del circuito secundario para tubos de neón de más de 1000 volts.

a) Métodos de alambrado.

1) Instalación. Los conductores deben estar instalados en tubos conduit: metálico pesado, metálico semipesado, de PVC, de resina reforzada termoajustable (RTRC), no metálico flexible hermético a los líquidos, metálico flexible, metálico flexible hermético a los líquidos; tuberías eléctricas metálicas, envolventes metálicos, sobre aisladores en canalizaciones metálicas, u otro equipo aprobado para uso en circuitos secundarios para tubos de neón de más de 1000 volts.

2) Número de conductores. El tubo conduit sólo debe contener un conductor.

3) Tamaño. El tubo conduit deben tener un diámetro mínimo de 16 milímetros (tamaño comercial ½ pulgada).

4) Separación de las partes puestas a tierra. En lugares diferentes al lugar de la conexión a un envolvente metálico o al cuerpo del anuncio, el tubo conduit no metálico o el no metálico flexible, deben estar a una distancia de cuando menos 38 milímetros de las partes puestas a tierra o unidas, cuando el tubo contiene un conductor operando a 100 hertz o menos, y se deben separar cuando menos 45 milímetros de las partes puestas a tierra o unidas, cuando el conduit contiene un conductor operando a más de 100 hertz.

5) Partes metálicas del edificio. Las partes metálicas de un edificio no se deben utilizar como el conductor de retorno del secundario ni como el conductor de puesta a tierra de equipos.

b) Aislamiento y tamaño. Los conductores deben ser aislados, aprobados como cable para anuncio de tubo de gas y como cable de encendido del tipo GTO, con valor nominal para 5, 10 ó 15 kilovolts, tener un tamaño no menor a 0.824 mm^2 (18 AWG) y una temperatura nominal mínima de 105 °C.

c) Instalación. Los conductores se deben instalar de modo que no estén expuestos a daños físicos.

d) Curvas en los conductores. Se deben evitar las curvas pronunciadas en los conductores aislados.

e) Separación. Los conductores del secundario deben estar separados entre sí y de otros objetos que no sean los aisladores o los tubos de neón por una distancia no menor a 38 milímetros. El cable GTO instalado en una tubería o tubo conduit metálico no requiere de separación entre el aislamiento del cable y el tubo conduit o la tubería.

f) Aisladores y pasacables. Los aisladores y pasacables utilizados con los conductores deben estar aprobados para uso en circuitos secundarios de tubos de neón de más de 1000 volts.

g) Conductores en canalizaciones. El aislamiento de todos los conductores se debe prolongar no menos de 65 milímetros más allá del tubo conduit metálico o la tubería.

h) Entre el tubo de neón y el retorno del punto medio. Se permitirá instalar conductores desde los extremos del tubo de neón o del punto medio de retorno del circuito secundario de los transformadores aprobados o de las fuentes electrónicas de alimentación aprobadas y provistos con terminales o puntas de conductor en el punto medio.

i) Ocupaciones de viviendas. Los equipos cuya tensión a circuito abierto sea mayor a 1000 volts no se deben instalar ni dentro ni sobre las ocupaciones de vivienda.

j) Longitud de los conductores del circuito del secundario.

1) Conductor secundario al primer electrodo. La longitud de los conductores del circuito secundario desde una terminal o punta de conductor de alta tensión del transformador o de la fuente de alimentación electrónica hasta el electrodo del primer tubo de neón no debe exceder de:

(1) 6.00 metros cuando están instalados en tubo conduit o tubería metálicos.

(2) 15.00 metros cuando están instalados en tubo conduit no metálico.

2) Otros conductores del circuito del secundario. Todas las otras secciones del conductor del circuito secundario en un circuito de tubo de neón deben ser lo más cortas que sea posible.

k) Empalmes. Los empalmes en los conductores del circuito secundario de alta tensión se deben hacer en envolventes aprobadas con valor nominal de más de 1000 volts. Los envolventes de los empalmes deben ser accesibles después de la instalación y estar aprobados para el lugar donde se instalan.

600-33. Sistemas de iluminación de anuncios con LED's, alambrado secundario. Los materiales y los métodos de alambrado se deben instalar de acuerdo con las instrucciones del fabricante del anuncio, empleando cualquier método de alambrado aplicable del Capítulo 3 y los requisitos para circuitos Clase 2 contenidos en la Parte C del Artículo 725.

a) Aislamiento y dimensionamiento de conductores Clase 2. En el lado carga de la fuente de poder Clase 2 se debe instalar cable Clase 2 que cumpla con la Tabla 725-154(g). El conductor debe tener una ampacidad no menor que la carga que se va a suministrar y no menor que el tamaño 0.32 mm^2 (22 AWG)

1) Localizaciones húmedas. Cable Clase 2 utilizado en localizaciones húmedas debe ser identificado para uso en localizaciones húmedas o tener una funda metálica impermeable a la humedad.

2) Otras localizaciones. En otras localizaciones, se permitirá cualquier cable aplicable de la Tabla 725-154(g).

b) Instalación. El alambrado secundario debe ser instalado de acuerdo a (b)(1) y (b)(2).

(1) El soporte de los cables debe hacerse de una manera ordenada y esmerada. Los cables y conductores instalados expuestos sobre la superficie de techos y paredes deben ser soportados por la estructura del edificio de tal forma que el cable no se dañe bajo condiciones normales de uso del edificio. Los cables deben ser soportados por correas, grapas, ganchos, cinchos para cable o amarres similares diseñados e instalados de tal manera que no dañen el cable. La instalación debe cumplir también con 300-4(d).

(2) Las conexiones en cables y conductores deben ser hechas con dispositivos aislantes y ser accesibles después de la instalación. Cuando se hacen en una pared, las conexiones deben encerrarse en una caja.

c) Protección contra daño físico. Cuando estén sujetos a daño físico, los conductores deben ser instalados y protegidos de acuerdo a 300-4.

d) Puesta a tierra y Unión. La instalación debe ser puesta a tierra y con unión de acuerdo a 600-7.

600-41. Tubos de neón.

a) Diseño. La longitud y el diseño de los tubos no deben causar una sobrecorriente permanente mayor que la carga de diseño del transformador o de la fuente de alimentación electrónica.

b) Soporte. Los tubos deben estar apoyados en soportes para tubo. Los tubos se deben sostener a una distancia máxima de 150 milímetros de la conexión del electrodo.

c) Separación. Se debe mantener una separación mínima de 6 milímetros entre los tubos y la superficie más próxima, excepto los soportes.

d) Protección. Las estructuras de tubo instalados en sitio no deben estar sometidas a daños físicos. Cuando los tubos sean fácilmente accesibles a personas que no sean calificadas, las estructuras de tubo instaladas en sitio deben ser provistas con protectores adecuados o deben estar protegidas por otros medios.

600-42. Conexiones de los electrodos.

a) Puntos de transición. Cuando los conductores del circuito secundario de alta tensión se alambran con uno de los métodos de alambrado especificados en 600-32(a), deben estar confinados en un ensamble.

b) Accesibilidad. Las terminales de los electrodos no deben ser accesibles a personas no calificadas.

c) Conexiones de los electrodos. Las conexiones de los electrodos se deben hacer mediante un dispositivo de conexión, entorchando los alambres o mediante un contacto para electrodos. Las conexiones deben ser eléctrica y mecánicamente seguras y estar dentro de un envolvente adecuado para ese uso.

d) Soporte. El(los) conductor(es) del secundario de los tubos deben estar sostenidos a una distancia máxima de 15 centímetros de la conexión del electrodo a los tubos.

e) Contactos. Los contactos para los electrodos deben ser los adecuados.

f) Pasacables. Cuando los electrodos penetren un envolvente, deben utilizarse pasacables diseñados para ese uso, a menos que se instalen contactos.

g) Lugares húmedos. Se debe emplear un tapón para cerrar la abertura entre la tubería de neón y un contacto cuando este último entra en un edificio. Donde un pasacables o tubo de neón entre en un edificio, se debe sellar la apertura entre los tubos de neón y los pasacables y el edificio.

h) Envolventes de los electrodos: Los envolventes de los electrodos deben estar aprobados.

1) Lugares secos. En estos lugares, se permitirá instalar y usar los envolventes de los electrodos que estén aprobados para uso en lugares secos, húmedos o mojados.

2) Lugares húmedos y mojados. Los envolventes de los electrodos instalados en lugares húmedos y mojados deben estar específicamente aprobados e identificados para su uso en esos lugares.

NOTA: Ver 110-3(b) que trata de la instalación y el uso de equipos eléctricos.

ARTICULO 604

SISTEMAS DE ALAMBRADO PREFABRICADOS

604-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican al alambrado instalado en sitio utilizando subconjuntos prefabricados, para circuitos derivados, circuitos de control remoto, circuitos de señalización y circuitos de comunicaciones en áreas accesibles.

604-2. Definición.

Sistema de alambrado prefabricado: Es un sistema formado por componentes ensamblados en fábrica, y no pueden ser inspeccionados en el sitio donde se instalen, sin dañar o destruir el conjunto ensamblado y que se utilizan para la conexión de luminarias, equipos de utilización y otros dispositivos.

604-4. Usos permitidos. Se permite el uso de sistemas de alambrado prefabricados en lugares visibles, secos, accesibles y dentro de plafones y espacios usados para ventilación cuando estén aprobados para esta aplicación y se instalen de acuerdo con lo indicado en 300-22.

Excepción 1: En espacios ocultos, se permite que un extremo de un cable en derivación, se extienda dentro de muros huecos, para terminar en un apagador o en una salida.

Excepción 2: Para instalaciones exteriores, los sistemas de alambrado prefabricados deben estar aprobados para uso exterior.

604-5. Usos no permitidos. No se permiten sistemas de alambrado prefabricados donde estén limitados por el Artículo aplicable del Capítulo 3 para el método de alambrado utilizado en su construcción.

604-6. Construcción

a) Tipos de cable o tubo conduit.

1) Cables. El cable debe ser uno de los siguientes:

(1) Cable tipo AC con conductores de cobre aislado para 600 volts, tamaños de 3.31 a 8.37 mm^2 (12 a 8 AWG), con un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado o desnudo con tamaño equivalente al del conductor de fase.

(2) Cable del tipo MC con conductores de cobre aislado para 600 volts nominales, tamaños de 3.31 a 8.37 mm^2 (12 a 8 AWG), con un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre aislado o desnudo con tamaño equivalente al del conductor de fase.

(3) Cable del tipo MC con conductores de cobre aislado para 600 volts nominales, tamaños de 3.31 a 8.37 mm^2 (12 a 8 AWG), con un conductor de puesta a tierra y un ensamble armado e identificado para puesta a tierra, de acuerdo con 250-118(10). La combinación del conductor de puesta a tierra y el revestimiento metálico debe tener una ampacidad equivalente a la del conductor de cobre de fase.

Se permitirán otros cables como los enumerados en 725-154, 800-113, 820-113 y 830-179 en los sistemas de alambrado prefabricados para el alambrado de equipos dentro del alcance de sus respectivos Artículos.

2) Conduits. La canalización debe ser tubo metálico flexible o tubos conduits flexibles herméticos a los líquidos que tenga conductores de cobre aislados para 600 volts, de tamaños de 3.31 a 8.37 mm^2 (12 a 8 AWG) con un conductor de cobre desnudo o aislado para conexión puesta a tierra, equivalente en tamaño al del conductor de fase.

Excepción 1 para (1) y (2): Se permite una derivación para lámpara de longitud máxima de 1.80 metros, proyectada para la conexión de una sola luminaria, con conductores de tamaño menor de 3.31 mm^2 (12 AWG) pero no menor de 0.824 mm^2 (18 AWG).

Excepción 2 para (1) y (2): Para circuitos de control remoto, circuitos de señalización o circuitos de comunicaciones, se permite el uso de sistemas de alambrado prefabricado con conductores de tamaño menor de 3.31 mm^2 (12 AWG).

Excepción 3 para (2): Sistemas de alambrado prefabricado que tengan tubo conduit metálico flexible de sección transversal no circular o de un tamaño menor al permitido por 348-20(a), o ambos, siempre y cuando los sistemas de alambrado sean equipados con los conductores y accesorios en el momento de su manufactura.

3) Cordón flexible. Se permitirá usar cordones flexibles adecuados para uso rudo, con conductores de tamaño mínimo del 3.31 mm^2 (12 AWG), como parte de un ensamble elaborado en fábrica, cuya longitud no exceda 1.80 metros al hacer la transición entre los componentes de un sistema de alambrado prefabricado y un equipo de utilización que no esté asegurado permanentemente a la estructura del edificio. El cordón debe ser visible en toda su longitud, no debe estar sometido a daño físico y debe estar provisto con un liberador de tensión.

Excepción: Se permitirán las luminarias de descarga eléctrica que cumplan con 410-62(c) con conductores de tamaño inferior al 3.31 mm^2 (12 AWG).

4) Barras canalizadas (busways). Las barras canalizadas deben ser de tipo enchufable, continúas, con conductores aislados o desnudos montados en fábrica, que pueden ser barras, varillas o tubos de cobre o de aluminio. El conjunto de barras debe proveerse con un dispositivo de puesta a tierra. Las barras deben tener un valor nominal de 600 volts, 20, 30 o 40 amperes. Las barras canalizadas se deben instalar de acuerdo con 368-12, 368-17 (d) y 368-30.

5) Canalizaciones. Canalizaciones pre-alambradas, modulares o para montarse en superficie deben ser aprobadas para este uso, deben tener un valor nominal de 600 volts, 20 amperes y deben ser instaladas de acuerdo con 386-12, 386-30, 386-60 y 386-100.

b) Marcado. Cada subconjunto prefabricado debe marcarse para identificar el tipo de cable, cordón flexible o canalización.

c) Contactos y conectores. Los contactos y conectores deben ser con bloqueo de seguridad debidamente polarizados e identificados para este uso y deben ser parte de un ensamble para el sistema apropiado. Todas las aberturas del conector deben estar diseñadas para prevenir el contacto involuntario con las partes vivas o tener tapas para cerrar eficazmente las aberturas del conector.

d) Otros componentes. Otros componentes del sistema deben estar aprobados para ese uso.

604-7. Instalación. Los sistemas de alambrado prefabricados se deben sujetar y sostener de acuerdo con el Artículo aplicable para el tipo de cable o tubo conduit utilizado.

ARTICULO 605

MUEBLES DE OFICINA

(Accesorios de alumbrado y divisiones alambradas)

605-1. Alcance. Esta Sección se refiere a equipo eléctrico, accesorios de alumbrado y sistemas de alambrado usados para conectar, o contenidos dentro, o instalados en divisiones alambrados reubicables.

605-2. Generalidades. Los sistemas de alambrado se deben identificar como apropiados para suministrar energía a los accesorios de alumbrado y aparatos eléctricos en divisiones prealambradas. Estas divisiones no deben extenderse desde el piso hasta el techo.

Excepción: Cuando se permita, estas divisiones alambradas reubicables podrán llegar hasta el plafón, pero sin penetrar en él.

a) Usos. Estos conjuntos deben instalarse y usarse sólo como se indica en este Artículo.

b) Areas peligrosas (clasificadas). Cuando se usen divisiones prealambradas en áreas peligrosas (clasificadas), deben cumplir con los Artículos 500 a 517, además de lo indicado en éste.

605-3. Canalizaciones. Todos los conductores y las conexiones deben estar dentro de ductos o canales metálicos para alambrado o de otro material adecuado para las condiciones de uso. Los canales de alambrado deben estar libres de protuberancias u otras condiciones que puedan dañar al aislamiento del conductor.

605-4. Conexiones entre divisiones. La conexión eléctrica entre divisiones debe ser un ensamble flexible adecuado para este uso o se permitirá conectar las divisiones con cordones flexibles, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) Que el cordón sea para uso extra rudo con conductores de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) o mayor, con un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos.

(2) Que las divisiones estén mecánicamente contiguas.

(3) Que el cordón no sea más largo de lo necesario para la máxima separación entre las divisiones y que no exceda de 60 centímetros.

(4) Que el cordón termine en una clavija y en un contacto, liberador de esfuerzos.

605-5. Accesorios de alumbrado. El equipo de alumbrado apropiado para usarse en divisiones alambradas debe cumplir con los requisitos siguientes:

a) Soporte. Deben estar provistos con medios de unión o soporte seguros.

b) Conexión. Cuando se utilice una conexión de cordón y clavija, la longitud del cordón debe ser adecuada para el uso que se pretende, pero no debe exceder de 2.70 metros de longitud. El cordón debe ser del tipo para uso rudo, no debe ser menor que 0.824 mm^2 (18 AWG) y debe tener un conductor de conexión de puesta a tierra. Si se emplea otro tipo de conexiones, deben identificarse como adecuadas para este uso.

c) Salida de contacto. No se permiten contactos en los accesorios de alumbrado.

605-6. Divisiones de tipo fijo. Las divisiones alambrados que estén unidas permanentemente a una parte del edificio, deben estar conectadas al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-7. Divisiones no permanentes. Las divisiones que no estén unidas permanentemente a una parte del edificio, pueden estar conectadas permanentemente al sistema eléctrico del edificio por uno de los métodos de alambrado indicados en el Capítulo 3.

605-8. Divisiones del tipo no permanentes, conectado con cordón y clavija. Las divisiones individuales de tipo no permanente o grupos de divisiones individuales que estén eléctricamente conectadas, mecánicamente contiguas y que no excedan de 9.00 metros, cuando estén ensamblados, pueden estar conectados al sistema eléctrico del edificio por un cordón flexible con clavija, siempre que se satisfagan todos los siguientes requisitos:

a) Cordón alimentador flexible. El cordón alimentador flexible debe ser para uso extra rudo, no debe ser mayor de 60 centímetros de longitud y con conductores de 3.31 mm^2 (12 AWG) o mayores, con un conductor de conexión de puesta a tierra aislado.

b) Contactos para suministro de energía. El contacto que suministre la energía eléctrica debe estar alimentado por un circuito independiente que sirva exclusivamente a las divisiones y no a otras cargas, y debe ubicarse a no más de 30 centímetros de la división conectada al contacto.

c) Máximo número de salidas de los contactos. Los divisiones individuales o grupos interconectados, no deben tener más de 13 salidas para contactos de 15 amperes, 120 volts.

d) Circuitos multiconductores. Los divisiones individuales o grupos de divisiones individuales interconectados no deben contener circuitos multiconductores.

NOTA: Véase 210-4 para circuitos que alimenten a las divisiones indicados en 605-6 y 605-7.

ARTICULO 610

GRUAS Y MONTACARGAS

A. Disposiciones generales

610-1. Alcance. Este Artículo cubre la instalación de equipo eléctrico y la instalación eléctrica relacionada con grúas y montacargas, montacargas de monorriel y todas las pistas de grúa.

610-2. Definición.

Cable festón. Cable conductor sencillo o múltiple para uso e instalación donde se requiera flexibilidad, de acuerdo con el Artículo 610.

NOTA: El cable festón consiste en uno o más conductores aislados, cableados juntos o con una cubierta general. Están clasificados de 60 °C, 75 °C, 90 °C, ó 105 °C y 600 volts.

610-3. Requisitos para lugares especiales.

a) Areas peligrosas (clasificadas). Todo equipo que funcione en un área clasificada como peligrosa debe cumplir con el Artículo 500.

1) Lugares Clase I. El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de gases o vapores inflamables debe cumplir con el Artículo 501.

2) Lugares Clase II. El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de polvos combustibles debe cumplir con el Artículo 502.

3) Lugares Clase III. El equipo utilizado en áreas peligrosas (clasificadas) debido a la presencia de fibras o pelusas de fácil ignición debe cumplir con el Artículo 503.

b) Materiales combustibles. Si la grúa, montacarga o montacarga de monorriel opera sobre materiales de fácil combustión, los resistores deben localizarse de acuerdo con las siguientes:

(1) En un gabinete bien ventilado, de material no combustible y construido de forma que no emita llamas o metal fundido.

(2) En una jaula o cabina hecha de material no combustible que rodee todos sus lados desde el piso hasta un punto ubicado como mínimo a 15 centímetros arriba del nivel superior de los resistores.

c) Líneas de celdas electrolíticas. Véase 668-32.

B. Alambrado

610-11. Métodos de alambrado. Los conductores deben instalarse en canalizaciones o ser cable Tipo AC con el conductor de puesta a tierra aislado, cable tipo MC o MI, a menos que se permita de otra manera en los siguientes incisos (a) a (e):

a) Conductores de contacto. Los conductores de contacto no requieren estar dentro de canalizaciones.

b) Conductores expuestos. No se requiere que longitudes cortas de conductores expuestos en resistores, colectores y otro equipo, estén dentro de canalizaciones.

c) Conexiones flexibles para motores y equipos similares. Cuando sean necesarias conexiones flexibles para los motores y equipos similares, se deben usar conductores flexibles trenzados. Los conductores deben estar en tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, cables multiconductores o en canalizaciones flexibles no metálicas aprobadas.

d) Estación de botones en el cable multiconductor. Cuando se utilice un cable multiconductor con una estación de botones colgando, ésta debe estar soportada de una manera satisfactoria para que proteja a los conductores eléctricos contra esfuerzos mecánicos.

e) Flexibilidad a partes móviles. Cuando se requiere flexibilidad para alimentar energía o controlar partes en movimiento, se permite el uso de cable festón o un cordón adecuado para el propósito, siempre que:

(1) Se disponga de liberación satisfactoria de esfuerzos y protección contra daño físico.

(2) En áreas peligrosas (clasificadas) de la Clase 1, División 2, el cable debe estar aprobado para uso extra rudo.

610-12. Accesorios para canalizaciones o terminales de cable. Los conductores o los cables que salgan de una canalización deben cumplir con cualquiera de las condiciones (a) o (b).

a) Abertura independiente con boquilla. Donde la trayectoria de conductores cambie del tipo de instalación en cable o en canalización a una instalación expuesta, debe utilizarse una caja o accesorio terminal que esté provisto con abertura independiente emboquillada para cada conductor. Un accesorio usado para este propósito no debe tener derivaciones, contactos, ni empalmes y no debe usarse como caja de salida para luminarias.

b) Boquilla en lugar de caja. Se permite utilizar una boquilla en lugar de una caja al final de un tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado o ligero, donde la canalización termine en equipos de control o similares no encerrados o un equipo similar, incluyendo conductores de contacto, colectores, resistores, frenos, interruptores de límite en circuitos de fuerza y motores de corriente continua de armadura dividida.

610-13. Tipo de conductores. Los conductores deben cumplir con lo indicado en la Tabla 310-104(a), a menos que otra cosa se permita en (a) hasta (d).

a) Expuestos a calor externo o conectados a resistores. Los conductores expuestos al calor exterior o conectados a resistores, deben tener una cubierta exterior resistente a la flama o deben estar cubiertos con cinta resistente a la flama, individualmente o como en grupo.

b) Conductores de contacto. Los conductores de contacto a lo largo de la pista de la grúa, puente de la grúa y monorriel pueden ser desnudos y deben ser de cobre, aluminio, acero, u otras aleaciones o combinaciones de estos metales en forma de alambre duro estirado, de perfil redondo, en “T”, angular, rieles en “T” u otra forma rígida.

c) Flexibilidad. Donde se requiera flexibilidad, se permite emplear cordones, cables flexibles o cables festón y, cuando sea necesario, se usarán carretes enrolladores o dispositivos recuperadores.

d) Circuitos de Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Se permitirán los conductores de Clase 1, Clase 2 y Clase 3 para circuitos de control remoto, circuitos de señalización y circuitos de fuerza limitada, instalados de acuerdo con el Artículo 725.

610-14. Tamaño de los conductores y ampacidad

a) Ampacidad. La ampacidad permitida de los conductores será la mostrada en la Tabla 610-14(a).

NOTA: Para la ampacidad de los conductores entre controladores y resistores véase 430-23.

Tabla 610-14(a).- Ampacidades para conductores de cobre aislados basados en una temperatura ambiente de 30 °C, utilizados para motores de grúas y montacargas con régimen de trabajo de corta duración,

Temperatura máxima de operación		Hasta cuatro conductores energizados simultáneamente en canalizaciones o cable*				Hasta tres conductores de corriente alterna (**) o cuatro en corriente continua (*) energizados simultáneamente en canalización o cable.	
		75 °C		90 °C		125 °C	
Tamaño mm^2 (AWG o kcmil)		Tipos MTW, RHW, THW, THWN, XHHW, USE, ZW		Tipos TA, TBS, SA, SIS, PFA, FEP, FEPB, RHH, THHN, XHHW, Z, ZW		Tipos FEP, FEPB, PFA, PFAH, SA, TFE, Z, ZW	
mm^2	AWG	60 min	30 min	60 min	30 min	60 min	30 min
1.31	16	10	12	—	—	—	—
2.08	14	25	26	31	32	38	40
3.31	12	30	33	36	40	45	50
5.26	10	40	43	49	52	60	65
8.37	8	55	60	63	69	73	80
13.3	6	76	86	83	94	101	119
16.8	5	85	95	95	106	115	134
21.2	4	100	117	111	130	133	157
26.7	3	120	141	131	153	153	183
33.6	2	137	160	148	173	178	214
42.4	1	143	175	158	192	210	253
53.5	1/0	190	233	211	259	253	304
67.4	2/0	222	267	245	294	303	369
85	3/0	280	341	305	372	370	452
107	4/0	300	369	319	399	451	555
127	250	364	420	400	461	510	635
152	300	455	582	497	636	587	737
177	350	486	646	542	716	663	837
203	400	538	688	593	760	742	941
228	450	600	765	660	836	818	1042
FACTOR DE CORRECCION PARA AMPACIDAD							
Temperatura ambiente C		Para temperaturas ambiente diferentes a 30 °C multiplicar la ampacidad mostrada arriba por el factor correspondiente abajo indicado					
21-25		1.05	1.05	1.04	1.04	1.02	1.02
26-30		1	1	1	1	1	1
31-35		0.94	0.94	0.96	0.96	0.97	0.97
36-40		0.88	0.88	0.91	0.91	0.95	0.95
41-45		0.82	0.82	0.87	0.87	0.92	0.92
46-50		0.75	0.75	0.82	0.82	0.89	0.89
51-55		0.67	0.67	0.76	0.76	0.86	0.86
56-60		0.58	0.58	0.71	0.71	0.83	0.83
61-70		0.33	0.33	0.58	0.58	0.76	0.76
71-80		—	—	0.41	0.41	0.69	0.69
81-90		—	—	—	—	0.61	0.61
91-100		—	—	—	—	0.51	0.51
101-120		—	—	—	—	0.4	0.4

Otros aislamientos indicados en las Tablas 310-13 y aprobados para lugares y temperaturas específicos se permite sustituirlos por los indicados en la Tabla 610-14 (a). Las ampacidades de los conductores utilizados para motores para servicio de 15 minutos, deben ser las de 30 minutos incrementadas en 12%.

(*) Para cinco a ocho conductores de fuerza energizados simultáneamente en canalización o cable, la ampacidad de cada conductor de fuerza debe ser reducida a un valor equivalente a 80% del valor mostrado en esta tabla.

(**) Para cuatro a seis conductores de fuerza de corriente alterna energizados simultáneamente de 125 °C y alojados en tubo conduit, canalización o cable, la ampacidad de los conductores de fuerza se reduce a un valor equivalente al 80% del valor mostrado en esta tabla.

b) Conductores secundarios para resistores. Cuando los resistores estén separados del controlador, el tamaño mínimo de los conductores entre el resistor y el controlador, se debe calcular multiplicando la corriente secundaria del motor por el factor adecuado de la Tabla 610-14 (b), y seleccionar el conductor de la Tabla 610-14(a).

Tabla 610-14(b).- Factores para determinar la ampacidad de los conductores secundarios entre el controlador y los resistores de grúas.

Tiempo en segundos		Ampacidad del alambre en por ciento de la corriente secundaria a plena carga
Energizadas (conectadas)	Sin energía (desconectadas)	
5	75	35
10	70	45
15	75	55
15	45	65
15	30	75
15	15	85
Servicio continuo		110

c) Tamaño mínimo. Los conductores externos a motores y a controladores no deben ser menores de 1.31 mm^2 (16 AWG) a menos que se permita otra cosa en (1) o (2).

(1) En circuitos de control con no más de 7 amperes, se permite el uso de alambre de tamaño de 0.824 mm^2 (18 AWG), en cordones multiconductores.

(2) En circuitos electrónicos se permite el uso de conductores de tamaño no menor que 0.519 mm^2 (20 AWG).

d) Conductores de contacto. Los conductores de contacto deben tener una ampacidad no menor que la indicada en la Tabla 610-14(a) para alambres de 75 ºC, y en ningún caso deben ser menores que los mostrados en la Tabla 610-14(d)

Tabla 610-14(d).- Tamaño mínimo del conductor de contacto basado en la distancia entre soportes.

Distancias entre aisladores de tensión extremos o soportes intermedios del tipo mordaza metros	**Tamaño mínimo del alambre mm^2 (AWG)**
Menos de 9.0	13.3 (6)
9.0 a 18.0	21.2 (4)
más de 18.0	33.6 (2)

e) Cálculo de la carga de motores

1) Un motor. Para un motor, se debe tomar el 100% de la corriente a plena carga indicada en su placa de datos.

2) Varios motores en una grúa o montacarga. Para una grúa o montacarga, con varios motores, la ampacidad mínima de los conductores alimentadores debe ser la suma de corriente nominal de plena carga indicada en la placa de datos del motor o grupo de motores más grande para cualquier movimiento simple de la grúa, más 50% de la corriente nominal a plena carga de la placa de datos del motor o grupo de motores inmediato más grande, usando la columna de la Tabla 610-14(a) que aplica para el mayor tiempo de régimen de trabajo del motor.

3) Múltiples grúas o montacargas en un sistema conductor común. Para varias grúas o montacargas o ambas cosas, alimentados con un sistema común de conductores, se debe calcular la ampacidad mínima para los motores de cada grúa como se indica en 610-14(e), sumarlas todas y multiplicar la suma por el factor de demanda adecuado de la Tabla 610-14(e).

Tabla 610-14(e).- Factores de demanda

Número de grúas o montacargas	Factor de demanda
2	0.95
3	0.91
4	0.87
5	0.84
6	0.81
7	0.78

f) Otras cargas. Para las cargas adicionales, tales como calefacción, alumbrado, y aire acondicionado, se deben aplicar las secciones correspondientes de esta NOM.

g) Placa de datos. Cada grúa, monorriel o montacarga debe tener una placa de datos, visible, con lo siguiente: Nombre del fabricante, valores nominales de tensión, frecuencia, número de fases y corriente en amperes del circuito, calculada según lo indicado en (e) y (f) anteriores.

610-15. Conductores de retorno. Cuando una grúa o montacarga es accionado por más de un motor, puede utilizarse un conductor de retorno común con ampacidad adecuada.

C. Conductores de contacto

610-21. Instalación de los conductores de contacto. Los conductores de contacto deben cumplir con los incisos (a) hasta (h):

a) Ubicación y resguardo de los conductores de contacto. Los conductores de contacto de la pista de la grúa deben estar resguardados, y los conductores de contacto del puente de la grúa deben estar ubicados y resguardados de manera que las personas no puedan tocar accidentalmente las partes energizadas.

b) Conductores de contacto. Los conductores que se utilicen como conductores de contacto deben estar fijos en sus extremos por medio de aisladores de tensión y deben montarse sobre aisladores, de forma que el límite de desplazamiento del conductor no lo aproxime a menos de 4.0 centímetros de la superficie sobre la que está instalado el conductor.

c) Soportes a lo largo de la pista de la grúa. Los conductores de contacto instalados a lo largo de la pista de la grúa deben estar sostenidos por soportes aislantes colocados a intervalos no mayores de 6.00 metros, a menos que se permita de otra manera en 610-21(f).

Dichos conductores deben estar separados entre sí no menos de 15 centímetros, excepto en los monorrieles para montacargas, donde se permite una separación no menor que 7.50 centímetros. Donde sea necesario, los intervalos entre los soportes aislantes pueden ser aumentados hasta 12.00 metros, aumentando proporcionalmente la separación entre conductores.

d) Soportes sobre puentes. Los conductores de contacto del puente de la grúa deben estar separados por lo menos 6.5 centímetros, y cuando el largo del puente sea mayor que 24.00 metros se deben colocar caballetes aislantes a intervalos no mayores de 15.00 metros.

e) Soportes para conductores rígidos. Los conductores a lo largo de la pista de la grúa y puente de la grúa, que sean del tipo rígido especificado en 610-13(b), y que no estén dentro de un ensamble encerrado, se deben instalar sobre soportes aislantes separados a intervalos no mayores a 80 veces la dimensión vertical del conductor, pero en ningún caso mayor que 4.50 metros y espaciados suficientemente para dar una separación eléctrica de los conductores o a los colectores adyacentes no menor que 2.5 centímetros.

f) Rieles como conductor del circuito. Los rieles de monorriel, rieles del carro o rieles de la pista de la grúa pueden ser utilizados como un conductor de corriente para una fase de un sistema trifásico de corriente alterna alimentando al transportador, a la grúa o al carro, (traslación del puente, elevación o traslación del carro) y siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

(1) Los conductores de las otras dos fases están aislados.

(2) El suministro de energía para todas las fases proviene de un transformador de aislamiento.

(3) La tensión no debe ser mayor que 300 volts.

(4) El riel que sirva como conductor debe estar “unido” al conductor de puesta a tierra en el transformador y también se permite conectarlo a tierra por medio de los accesorios utilizados para la suspensión o fijación del riel al edificio o estructura.

g) Continuidad eléctrica de los conductores de contacto. Todas las secciones de los conductores deben estar mecánicamente unidas para proporcionar una conexión eléctrica continua.

h) No alimentación a otro equipo. Los conductores de contacto no deben utilizarse como alimentadores para otro equipo que no sean la(s) grúa(s) o montacarga(s) para los cuales fueron diseñados.

610-22. Colectores. Los colectores se deben diseñar de forma que se reduzca al mínimo chispas entre ellos y los conductores de contacto y cuando se instalen en locales utilizados para el almacenamiento de fibras y materiales fácilmente inflamables, deben cumplir con lo indicado en 503-155.

D. Medio de desconexión

610-31. Medio de desconexión de los conductores de la pista de la grúa. Se debe instalar un medio de desconexión entre los conductores de contacto de la pista de la grúa y la fuente de alimentación, este medio debe tener una capacidad de conducción continua no menor que la calculada según lo indicado en 610-14(e) y (f). Este medio de desconexión debe consistir en un interruptor del circuito del motor, interruptor automático o interruptor de caja moldeada. Dicho medio de desconexión debe ser:

(1) Accesible fácilmente y operable desde el nivel del piso.

(2) Capaz de ser bloqueado en la posición abierta. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben instalarse sobre o en el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un bloqueo al interruptor como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con el equipo.

(3) Abre simultáneamente todos los conductores de fase.

(4) Ubicado a la vista desde los conductores de contacto de la pista de la grúa.

610-32. Medios de desconexión para grúas y montacargas de monorriel. Se debe instalar en las terminales de los conductores de contacto, en las pistas de la grúa, o en otras fuentes de alimentación para todas las grúas y montacargas de monorriel, un desconectador o un interruptor automático o un interruptor de caja moldeada para el circuito del motor. El medio de desconexión debe poder bloquearse en la posición de "abierto". Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben instalarse sobre o en el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un bloqueo al interruptor como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con el equipo

Se puede omitir el medio de desconexión cuando un montacarga de monorriel o grúa de accionamiento manual, cumpla las siguientes condiciones:

(1) La unidad se controla desde el piso,

(2) La unidad está a la vista desde los medios de desconexión de la fuente de alimentación,

(3) No exista plataforma fija para inspección o mantenimiento a la unidad.

Cuando el medio de desconexión no esté accesible fácilmente desde el puesto de mando de la grúa o montacarga de monorriel, se debe disponer en el puesto de mando de medios para interrumpir el circuito de alimentación de energía de todos los motores de la grúa o montacarga de monorriel.

610-33. Capacidad nominal de los medios de desconexión. La capacidad nominal de corriente del desconectador o interruptor automático requerido por 610-32, no debe ser menor que 50% de la combinación de las capacidades de corriente nominales de régimen de trabajo de corta duración de los motores, ni menor que 75% de la suma de las capacidades de corriente de los motores de régimen de trabajo de corta duración requeridos para un sólo movimiento de la grúa.

E. Protección contra sobrecorriente

610-41. Conductores alimentadores de la pista de la grúa.

a) Un alimentador. Los conductores de alimentación y de contacto principales de la pista de la grúa, grúa o montacarga se deben proteger mediante un dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente, y no deben ser mayores que la mayor capacidad nominal o el máximo ajuste de calibración de cualquier dispositivo de protección de cualquier circuito derivado, más la suma de todas las capacidades nominales de las otras cargas indicadas en la placa de datos, aplicando los factores de demanda de la Tabla 610-14 (e).

b) Más de un circuito alimentador. Cuando se instala más de un circuito alimentador para energizar los conductores de la pista de la grúa, cada circuito alimentador debe estar dimensionado y estar protegido de conformidad con el inciso (a) anterior.

610-42. Protección de los circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra. Los circuitos derivados se deben proteger de acuerdo con el inciso (a). Las derivaciones del circuito derivado, cuando se hagan, deben cumplir con lo indicado en el inciso (b).

a) Capacidad de los fusibles o del interruptor automático. Los circuitos derivados para los motores de grúas, montacargas y montacargas de monorriel, se deben proteger con fusibles o interruptores automáticos de tiempo inverso, con una capacidad de acuerdo a la Tabla 430-52. Cuando dos o más motores actúen en un mismo movimiento, la suma de sus corrientes nominales indicadas en la placa de datos se considera como si fuera un solo motor. Se permite derivar circuitos de control del lado de carga de un dispositivo de protección del circuito derivado, siempre y cuando cada derivación y cada equipo estén protegidos en forma apropiada.

b) Derivaciones.

1) Varios motores. Cuando dos o más motores estén conectados al mismo circuito derivado, cada conductor de derivación para un motor individual debe tener una ampacidad no inferior a un tercio de la del circuito derivado. Cada motor debe estar protegido contra sobrecarga de acuerdo con 610-43.

2) Circuitos de control. Cuando las derivaciones para los circuitos de control se originan en el lado de carga de un dispositivo de protección del circuito derivado, cada derivación y parte del equipo deben protegerse de acuerdo con 430-72.

3) Bobinas de frenos. Se permitirán derivaciones sin protección separada contra sobrecorriente para las bobinas de frenos.

610-43. Protección contra sobrecarga del circuito del motor y del circuito derivado.

a) Protección contra sobrecarga de los motores y circuitos derivados. Cada motor, controlador de motor y conductor de circuito derivado debe estar protegido contra sobrecarga por cualquiera de los siguientes medios:

(1) Un motor se considera protegido cuando el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado reúne los requisitos de capacidad indicados en 610-42.

(2) Elementos de relevadores de sobrecarga en cada conductor del circuito no puesto a tierra, con todos los elementos del relevador protegidos contra cortocircuito por el dispositivo de protección del circuito derivado.

(3) Dispositivos sensores de temperatura, sensibles a la temperatura del motor o a la temperatura y corriente, que están térmicamente en contacto con el devanado(s) del motor. Una grúa o carro de la grúa se considera que están protegidas, si el dispositivo sensible a la temperatura está conectado al circuito del desconectador de límite de carrera superior de la grúa o montacarga, de manera que se impida se siga levantando carga cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

b) Motor controlado manualmente. Si el motor es controlado manualmente, con mandos de resorte de retorno, no se requiere el dispositivo de protección de sobrecarga para el motor contra condiciones de rotor bloqueado.

c) Varios motores. Donde dos o más motores accionen un sólo carro de la grúa o puente de la grúa, y estén controlados como una unidad y protegidos por un solo juego de dispositivos de sobrecarga, con una capacidad igual que la suma de sus corrientes de plena carga, el polipasto de carga o carro de la grúa se considera protegido si los dispositivos sensores están conectados al circuito del desconectador de límite superior del polipasto, de manera que se impida se siga levantando carga cuando exista una condición de sobrecalentamiento en cualquier motor.

d) Grúas y grúas monorriel. En las grúas y grúas monorriel y sus carros de grúa que no se usan como parte de una grúa viajera, los motores no requieren protección contra sobrecarga de funcionamiento individual, siempre que el motor más grande no sea mayor que 5.60 kilowatts (7.5 CP) y que todos los motores estén bajo control manual del operador.

F. Control

610-51. Controladores separados. Cada motor debe estar provisto de un controlador individual, a menos que otra manera sea permitida en (a) o (b).

a) Movimientos con más de un motor. Cuando dos o más motores accionan a una sola grúa, dispositivo elevador, polipasto, carro de la grúa o puente de la grúa se permite utilizar un solo controlador.

b) Controlador de movimiento múltiple. Se permitirá conmutar un controlador entre dos motores, bajo las siguientes condiciones:

(1) El controlador tenga capacidad nominal en caballos de fuerza no menor en caballos de fuerza que la del motor más grande.

(2) Se opere un solo motor a la vez.

610-53. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de circuitos de control se deben proteger contra sobrecorriente. Los circuitos de control se consideran protegidos por dispositivos contra sobrecorriente, cuando están clasificados o están ajustados a no más de 300 por ciento de la ampacidad de los conductores de control, a menos que otra manera sea permitida en (a) o (b).

a) Derivaciones de los transformadores de control. Las derivaciones de los transformadores de control se consideran protegidas cuando el circuito secundario está protegido por un dispositivo calibrado o ajustado a no más de 200 por ciento de la corriente nominal del secundario del transformador y a no más de 200 por ciento de la ampacidad de los conductores del circuito de control.

b) Continuidad del suministro. Cuando la apertura del circuito de control pueda crear un riesgo, por ejemplo, el circuito de control de una grúa para metal fundido, los conductores del circuito de control están debidamente protegidos por los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

610-55. Interruptores de límite. Se debe instalar un interruptor de límite u otro dispositivo para impedir que la carga sobrepase el límite superior de seguridad del recorrido de todos los mecanismos de levantamiento.

610-57. Espacio libre de trabajo. La dimensión del espacio libre de trabajo en la dirección del acceso a partes vivas que requieran revisión, ajuste, servicio o mantenimiento, mientras estén energizadas deben ser de un mínimo de 76 centímetros. Donde los controles estén encerrados en envolventes, las puertas de los mismos deberán abrir 90° por lo menos o deben ser desmontables.

G. Puesta a tierra

610-61. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas descubiertas no conductoras de corriente en grúas, montacargas de monorriel, montacargas y sus accesorios, incluyendo los controladores colgantes, deben estar unidas, ya sea por conexiones mecánicas o por puentes de unión, de tal modo que la grúa completa o el montacarga sean una trayectoria de corriente de fallas a tierra, tal como lo exige o lo permite el Artículo 250, Partes E y G.

Las partes en movimiento, salvo los accesorios desmontables o aditamentos que tengan superficies de rodamiento de metal a metal, deben ser consideradas como eléctricamente unidas entre sí a través de las superficies de rodamiento, para propósitos de puesta a tierra. Los chasises de los carros de la grúa y del puente de la grúa no deben ser considerados como eléctricamente puestos a tierra a través de las ruedas del puente y del carro y sus respectivos rieles. Se debe prever aparte un conductor de unión.

ARTICULO 620

ELEVADORES, MONTACARGAS, ESCALERAS ELECTRICAS, PASILLOS MOVILES, ELEVADORES DE PLATAFORMA Y ELEVADORES EN ESCALERAS PARA SILLAS DE RUEDAS

A. Disposiciones generales

620-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de equipo eléctrico y el alambrado utilizado en la conexión de elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de plataforma para silla de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas.

620-2. Definiciones.

Controlador de movimiento: El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control regula la aceleración, velocidad, retardo y paro del elemento móvil.

Controlador de operación: El dispositivo eléctrico que como parte del sistema de control, inicia el arranque, paro y dirección del movimiento, en respuesta a una señal originada en un dispositivo de operación.

Controlador del motor: Las unidades de operación de un sistema de control lo integran un dispositivo de arranque (arrancador) y un equipo de conversión de energía usado para poner en funcionamiento un motor eléctrico o una bomba para mover el sistema hidráulico de control.

Cuarto de control: Espacio cerrado de control, fuera del foso del elevador, proyectado para que entre completamente una persona, que contiene el controlador del motor del ascensor. El cuarto también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en el ascensor, pero no el motor eléctrico o la máquina hidráulica que mueven el elevador.

Cuarto de máquinas (para elevadores y montacargas): Espacio cerrado para maquinaria, fuera del foso del elevador, proyectado para que entre completamente una persona, que encierra el motor eléctrico o la máquina hidráulica que mueven el elevador. El cuarto también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en el elevador.

Dispositivo de operación: El desconectador de la cabina, botones, interruptores de llave o palanca, y otros elementos eléctricos usados para activar el controlador de operación.

Equipo de señalización: Incluye equipo audible y visual como son: campanas, timbres, luces y presentaciones visuales que transmiten información al usuario.

Espacio de control: Un espacio dentro o fuera del foso del elevador, proyectado para que una persona pueda entrar total o parcialmente, que alberga el controlador del motor del ascensor. El espacio también podría contener equipo eléctrico y/o mecánico utilizado directamente en el ascensor, pero no el motor eléctrico o la máquina hidráulica que mueven el elevador.

Espacio de control y de maquinaria remotos: Un espacio de control o un espacio de maquinaria que no está dentro del foso del ascensor, ni del cuarto de máquinas ni del cuarto de control y que no está unido a la parte externa de las paredes, del plafón y del piso del foso del elevador.

Espacio para maquinaria: Un espacio dentro o fuera del foso del elevador, proyectado para que una persona pueda entrar total o parcialmente, que contiene el equipo mecánico del ascensor y podría contener también equipo eléctrico utilizado directamente en el ascensor este espacio también podría contener el motor eléctrico o la máquina hidráulica que mueven el elevador.

Sistema de control: Sistema general que gobierna el arranque, parada, dirección de movimiento, velocidad, aceleración y retardo del elemento móvil.

NOTA: Los controladores de motor, de movimiento y de operación pueden estar ubicados en un solo recinto o en una combinación de recintos.

620-3. Limitaciones de tensión. La tensión de suministro no debe exceder de 300 volts entre los conductores, a menos que se permita otra cosa en (a) hasta (c).

a) Circuitos de fuerza. Los circuitos derivados para los controladores de operación y motores de la puerta, así como los circuitos derivados y alimentadores de los controladores de motor, motores del elevador y frenos del elevador, no deberán tener una tensión que exceda 600 volts. Se permite que las tensiones internas para la conversión de energía y equipo funcionalmente asociado, así como la tensión de operación del alambrado que interconecta el equipo, sean más altas, siempre que dichos equipos y el alambrado estén aprobados para esa tensión. Cuando la tensión supere los 600 volts, se deben instalar en lugar notablemente visible en los equipos, etiquetas o anuncios de advertencia con la indicación "PELIGRO-ALTA TENSION".

b) Circuito de alumbrado. Los circuitos de alumbrado deben cumplir con lo requerido en el Artículo 410.

c) Circuitos de calefacción y aire acondicionado. Los circuitos derivados para equipo de calefacción y aire acondicionado de la cabina, no deben operar a más de 600 volts.

620-4. Partes vivas encerradas. Todas las partes vivas de aparatos eléctricos en los cubos de elevadores, en los lugares de desembarco, dentro o sobre la cabina del mismo, en montacargas, a la entrada y salida de escaleras eléctricas, pasillos móviles espacio para maquinaria, para elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas, deben estar encerrados a fin de evitar contactos accidentales.

NOTA: Véase 110-27 para el resguardo de partes vivas (600 volts o menos).

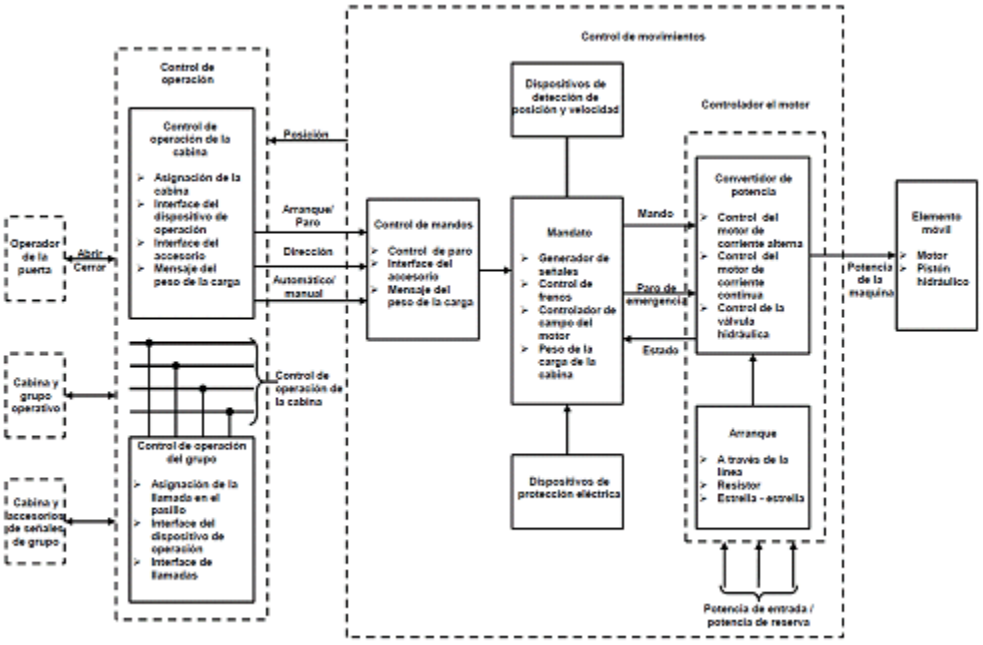


Figura 620-2.- Sistema de Control. Esta figura es únicamente informativa.

620-5. Espacios de trabajo. Deben preverse espacios de trabajo alrededor de los controladores, medios de desconexión y otro equipo eléctrico. El espacio de trabajo no debe ser menor que lo especificado en 110-26(a).

Donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado examina, ajusta, da servicio y mantenimiento al equipo, los espacios requeridos en 110-26(a) deben cubrir lo permitido en los siguientes incisos(a) hasta (d).

a) Conexiones flexibles al equipo. El equipo eléctrico indicado de (a)(1) a (a)(4), debe proveerse con terminales flexibles en todas las conexiones externas, de modo que pueda reubicarse para cumplir con las condiciones del área de trabajo indicada en 110-26(a).

(1) Controladores y medios de desconexión para montacargas, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores y elevadores para sillas de rueda, instaladas en el mismo espacio con los motores de accionamiento del elevador.

(2) Controladores y medios de desconexión instalados en el cubo o sobre la cabina de elevadores.

(3) Controladores para la operación de las puertas.

(4) Otro equipo eléctrico instalado en el cubo o en la cabina.

b) Protección. Las partes vivas de los equipos eléctricos están debidamente protegidas, separadas o aisladas y los equipos se pueden inspeccionar, ajustar, revisar o mantener estando energizados sin quitar esta protección.

c) Examen, ajuste y servicio. No se requiere que el equipo eléctrico sea examinado, ajustado, mantenido o reparado cuando esté energizado.

d) Baja tensión eléctrica. Las partes no aisladas están a una tensión no mayor 30 volts eficaces de corriente alterna., 42 volts de pico o 60 volts en corriente continua.

B. Conductores

620-11. Aislamiento de conductores. El aislamiento de los conductores debe cumplir con (a) hasta (d)

NOTA: Un método para establecer si los conductores son resistentes a la propagación de la flama es someterlos a la prueba de flama VW-1 (alambre vertical) descrito en Apéndice B.

a) Alambrado del enclavamiento de las puertas del cubo del elevador. Los conductores que van a los enclavamientos de las puertas del cubo del elevador desde la canalización vertical del cubo del elevador deben ser resistentes a la propagación de la flama y adecuados para una temperatura mínima de 200 °C. Los conductores deben ser del tipo SF o equivalente.

b) Cables viajeros. Los cables viajeros utilizados como conexiones flexibles entre la cabina del elevador o montacargas o contrapeso y la canalización, deben ser cables para elevadores de los tipos indicados en la Tabla 400-4, o de otros tipos aprobados.

c) Otros alambrados. Todos los conductores en las canalizaciones deben tener un aislamiento resistente a la propagación de la flama.

Los conductores deben ser cables de elevador tipo MTW, TF, TFF, TFN, TFFN, THHN, THW, THWN, TW, XHHW, o cualquier otro conductor con aislamiento resistente a la propagación de la flama. Los conductores con pantalla se permiten siempre que estén aislados para la tensión máxima aplicada a cualquier conductor dentro del cable o del sistema de canalización.

d) Aislamiento. Todos los conductores deben tener un nivel de tensión por lo menos igual a la tensión máxima nominal del circuito, aplicado a cualquier conductor dentro de la cubierta, cable o canalización. Se permitirán aislamientos o cubiertas exteriores que sean de humo limitado y estén aprobados.

620-12. Tamaño mínimo de conductores. El tamaño mínimo de los conductores, que no formen parte integral del equipo de control, debe ser de acuerdo a (a) y (b).

a) Cables viajeros

1) Circuitos de alumbrado. Se permite utilizar conductores de cobre tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG), 0.519 mm^2 (20 AWG) o tamaños más grandes en paralelo, siempre que proporcionen una ampacidad que sea equivalente como mínimo a la del tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) de cobre.

2) Para otros circuitos. Se permite utilizar conductores de cobre tamaño 0.519 mm^2 (20 AWG).

b) Otros alambrados. Tamaño 0.205 mm^2 (24 AWG). Se permite el uso de cables de cobre aprobados de tamaño más pequeño.

620-13. Conductores de los circuitos de alimentación y derivados. Los conductores deben tener una ampacidad de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) hasta (d) que siguen. Para generador con control de campo, la ampacidad debe basarse en la corriente de placa nominal del motor que mueve al grupo motor-generador que suministra la energía al motor del elevador.

NOTA 1: El calentamiento de los conductores depende de los valores de la corriente (rms) que, con el control de campo del generador, se reflejan por la corriente nominal de placa del motor que acciona el grupo motor-generador, más que por la corriente nominal del motor del elevador, la cual representa valores de corriente de plena carga reales pero de corta duración e intermitentes.

NOTA 2: Ver la Figura 620-13.

a) Conductores que alimentan un solo motor. Los conductores que alimentan un solo motor deben tener una ampacidad no menor que el porcentaje de la corriente de placa del motor, determinada de 430-22(a) y (e).

NOTA: Las corrientes de los motores de los ascensores o de aquellos de funciones similares pueden superar los valores de placa, pero como son básicamente de ciclo intermitente y el calentamiento del motor y los conductores dependen del valor (rms) de la corriente, los conductores se dimensionan para el régimen de trabajo según lo que indica la Tabla 430-22.(e).

b) Conductores que alimentan un solo controlador. Los conductores que alimentan un solo controlador deberán tener una ampacidad no menor que la capacidad indicada en la placa del controlador, más todas las otras cargas conectadas.

NOTA: El valor nominal de placa del controlador del motor se puede derivar con base en el valor (rms) de la corriente del motor utilizando un ciclo intermitente y otras cargas del sistema de control, si es aplicable.

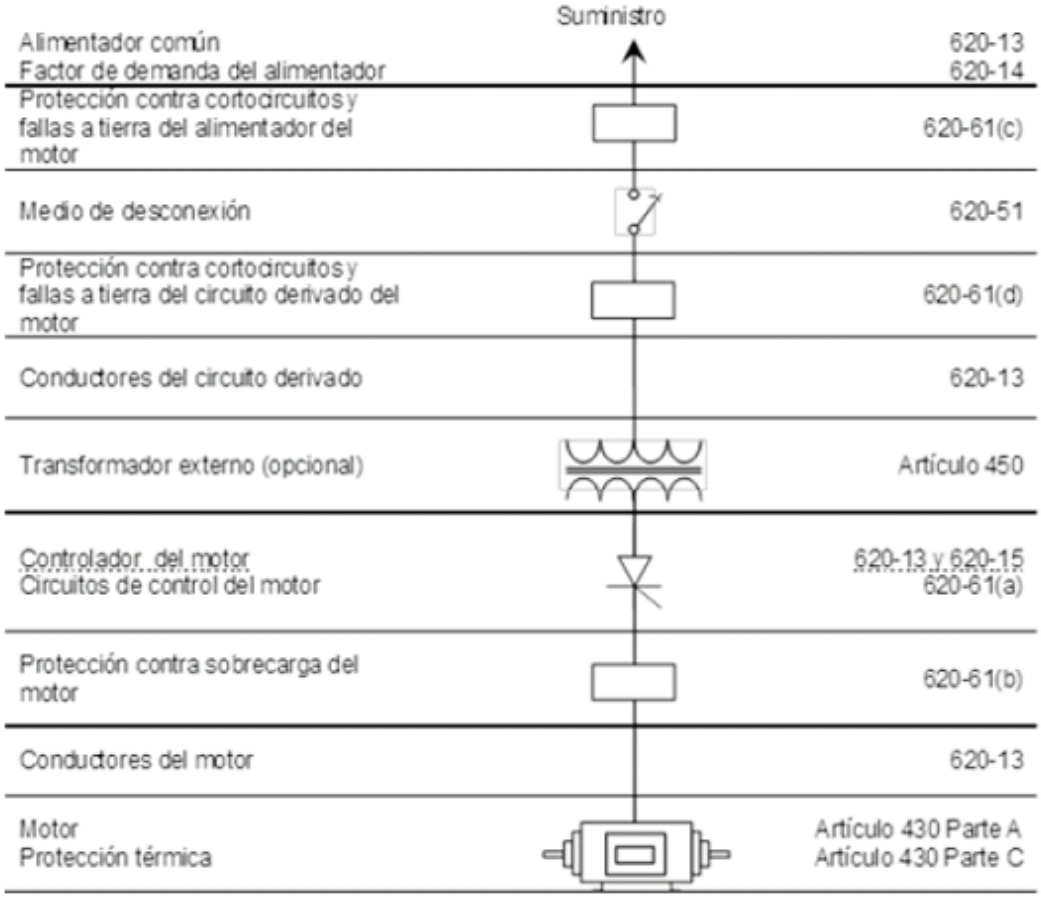


Figura 620-13.- Diagrama unifilar

c) Conductores que alimentan un solo transformador. Los conductores que alimenten un solo transformador deberán tener una ampacidad no menor que la corriente de placa del transformador, más otras cargas conectadas.

NOTA 1: La corriente de placa de un transformador que alimenta un controlador de motor, refleja la corriente nominal de placa del controlador del motor a la tensión de línea (primario del transformador).

d) Conductores que alimentan a más de un motor, controlador de motor o transformador. Los conductores que alimenten a más de un motor, controlador de motor o transformador, deben tener una ampacidad no menor que la suma de las corrientes de placa del equipo más todas las otras cargas conectadas. La corriente de motores que debe para usarse al sumarlas, debe determinarse de acuerdo con lo indicado en la Tabla 430-22(e), en 430-24 y en la Excepción 1 de ésta.

620-14. Factor de demanda del alimentador. Se permite instalar conductores para el alimentador de menor ampacidad que la requerida en 620-13, sujeto a los requisitos establecidos en la Tabla 620-14.

Tabla 620-14.- Factores de demanda del alimentador para elevadores

Número de elevadores en un solo alimentador	Factor de demanda
1	1
2	0.95
3	0.9
4	0.85
5	0.82
6	0.79
7	0.77
8	0.75
9	0.73
10 o más	0.72

NOTA: Los factores de demanda se basan en un régimen de trabajo del 50 por ciento (es decir, la mitad del tiempo funcionando y la mitad del tiempo detenido).

620-15. Capacidad nominal del controlador. La capacidad nominal del controlador debe cumplir con lo requerido en 430-83. Se permite que la capacidad nominal del controlador sea menor que la capacidad del motor del elevador cuando el propio controlador limite la potencia disponible para el motor y el mismo esté aprobada y marcada como limitador de potencia.

NOTA: Para el marcado de los controladores. Véase 430-8.

C. Alambrado

620-21. Métodos de alambrado. Los conductores y cables de fibra óptica localizados en los cubos del elevador, escaleras eléctricas, pasillos móviles, elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas, área de máquinas, dentro o encima de la cabina, cuartos de control (excepto los cables móviles conectados a la cabina o contrapeso y alambrados de cubos de elevador), deben instalarse en tubo conduit metálico tipo pesado, semipesado o ligero, no metálico tipo rígido o canalizaciones, o deben ser cables de los tipos MC, MI o AC, a menos que se permita otra cosa en (a) hasta (c).

a) Elevadores

1) Cubos del elevador

a. Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada Clase 2 sean instalados entre canalizaciones verticales, equipo de señalización y dispositivos de operación, siempre y cuando los cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama. Se permite el uso de tubo conduit metálico flexible, metálico o no metálico flexible a prueba de líquidos, entre los conductores verticales, desconectadores de límite de recorrido, botones operadores y dispositivos similares.

b. Se permite instalar cordones flexibles y cables que formen parte de equipos aprobados y se usen en circuitos que operen a 30 volts (rms) o menos o a 42 volts de corriente continua. o menos, en longitudes no superiores a 1.80 metros, siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

c. Se permiten los siguientes métodos de alambrado en los cubos de elevador en longitudes no mayores a 1.80 metros:

(1) Tubo conduit metálico flexible

(2) Metálico flexible a prueba de líquidos

(3) No metálico flexible a prueba de líquidos

(4) Cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo resistente a la propagación de la flama y deben ser parte de los siguientes elementos:

a. Equipo aprobado

b. Un motor de accionamiento, o

c. Un freno de un motor de accionamiento

Excepción a 620-21(a)(1)(c)(1), (2) y (3): La longitud del tubo conduit no estará limitada entre canalizaciones verticales e interruptores de límite, enclavamientos, botones de operación y dispositivos similares.

d. Se permite conectar con cordón una bomba de sumidero o una bomba de recuperación de aceite ubicada en el foso del elevador. El cordón debe ser del tipo resistente al aceite y de uso rudo, con una longitud no mayor a 1.80 metros y debe ser ubicado de tal manera que esté protegido contra daños físicos.

2) Cabinas

a. Se permite en las cabinas el uso de tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, con una longitud que no exceda 1.80 metros, ubicados de modo que estén libres de aceite y estén sujetos firmemente en su lugar.

Excepción: Se permite instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, como se define en 356-2(2), en longitudes mayores a 1.80 metros.

b. Los cordones de uso rudo y extra rudo, de acuerdo con lo especificado en el Artículo 400, (Tabla 400-4) se permiten como conexiones flexibles entre el alambrado fijo de la cabina y otros dispositivos en las puertas de la cabina. Los cordones de uso rudo se permiten únicamente como conexiones flexibles para el dispositivo de operación del techo de la cabina y de la luz de trabajo del mismo. Estos dispositivos o aparatos deben ponerse a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra que vaya junto con los conductores del circuito. Se permite usar cables con conductores más pequeños y otros tipos y espesores de aislamiento y cubiertas como conexiones flexibles entre el alambrado fijo en la cabina y los dispositivos sobre las puertas o salidas de la cabina, si son adecuados para ese uso.

c. Se permite instalar cordones flexibles y cables que formen parte de equipos aprobados y se usen en circuitos que operen a 30 volts (rms) o menos o a 42 volts de corriente continua o menos, en longitudes no superiores a 1.80 metros, siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

d. Se permiten los siguientes métodos de alambrado en el ensamble de la cabina, en longitudes que no superen 1.80 metros.

(1) Tubo conduit metálico flexible

(2) Metálico flexible a prueba de líquidos

(3) No metálico flexible a prueba de líquidos

(4) Cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo resistente a la propagación de la flama y deben ser parte de los siguientes elementos:

a. Equipo aprobado

b. Un motor de accionamiento, o

c. Un freno de un motor de accionamiento

3) Dentro de cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control.

a. Se permite instalar tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, con designación 12(3/8) o mayores, con una longitud que no exceda 1.80 metros entre tableros de control y motores de máquinas, motores de frenos, grupos motor-generador, medios de desconexión, motores de la unidad de bombeo, y válvulas.

Excepción: Se permite instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, como se define en 356-2(2), en longitudes mayores a 1.80 metros.

b. Donde el grupo motor-generador, los motores de máquinas o motores de la unidad de bombeo y válvulas estén ubicados, junto o abajo del equipo de control y tengan puntas terminales largas, pero no mayores de 1.80 metros; tales conductores pueden extenderse para conectarse directamente a las terminales del controlador, sin tener en cuenta los requisitos de ampacidad de los Artículos 430 y 445. Se permiten canaletas auxiliares en cuartos de máquinas y de control, entre controladores, arrancadores y aparatos similares.

c. Se permite instalar cordones flexibles y cables que formen parte de equipos aprobados y se usen en circuitos que operen a 30 volts (rms) o menos o a 42 volts de corriente continua o menos, en longitudes no superiores a 1.80 metros, siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

d. Se permiten cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados sin estar instalados en una canalización. Tal grupo de cables debe soportarse a intervalos no mayores a 1.00 metro y localizarse de forma que esté protegido contra daño físico.

e. Se permiten en estos cuartos y espacios cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados, en longitudes no superiores a 1.80 metros sin estar instalados en una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo resistente a la propagación de la flama y deben ser parte de lo siguiente:

(1) Equipo aprobado

(2) Un motor de accionamiento, o

(3) Un freno de un motor de accionamiento

4) Contrapeso. Se permiten los siguientes métodos de alambrado en el ensamble del contrapeso, en longitudes que no superen 1.80 metros.

(1) Tubo conduit metálico flexible

(2) Tubo conduit metálico flexible a prueba de líquidos

(3) Tubo conduit no metálico flexible a prueba de líquidos

(4) Cordones flexibles y cables, o conductores agrupados y encintados o amarrados sin una canalización. Se deben ubicar de modo tal que estén protegidos contra daños físicos y deben ser del tipo resistente a la propagación de la flama y deben ser parte de los siguientes elementos:

a. Equipo aprobado

b. Un motor de accionamiento, o

c. Un freno de un motor de accionamiento

b) Escaleras

1) Métodos de alambrado. Se permite instalar tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos y tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, con designación 12(3/8) o mayores, con una longitud que no exceda 1.80 metros en escaleras y pasillos móviles.

Excepción: Se permite instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, como se define en 356-2(2), en longitudes mayores a 1.80 metros.

2) Cables para circuitos Clase 2. Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada Clase 2 sean instalados dentro de escaleras y pasillos móviles, siempre y cuando los cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

3) Cordones flexibles. Se permite el uso de cordones de uso rudo de acuerdo a los requerimientos del Artículo 400, (Tabla 400-4), como conexiones flexibles entre tableros de control y medios de desconexión, en escaleras y pasillos móviles donde los tableros de control completos y sus medios de desconexión estén instalados de modo que se puedan quitar de los espacios para maquinaria, tal como lo permite la 620-5.

c) Canalizaciones en elevadores de plataforma y elevadores en escaleras para sillas de ruedas.

1) Métodos de alambrado. Se permite el uso de tubo conduit metálico flexible, metálico hermético a los líquidos en las carrileras de elevadores de plataforma y elevadores para sillas de rueda y en los espacios para maquinaria. Se permite el uso de tubo conduit con designación 12(3/8) o mayor en longitudes que no excedan 1.80 metros.

Excepción: Se permite instalar tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con designación 12 (3/8) o mayores, como se define en 356-2(2), en longitudes mayores a 1.80 metros.

2) Cables para circuitos Clase 2. Se permite que los cables empleados en circuitos de potencia limitada de clase 2 sean instalados dentro de elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas y espacios para maquinaria, siempre y cuando los cables estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

3) Cables y cordones flexibles. Se permite instalar cordones flexibles y cables que formen parte de equipos aprobados y se usen en circuitos que operen a 30 volts (rms) o menos o a 42 volts de corriente continua o menos, en longitudes no superiores a 1.80 metros, siempre que tales cables y cordones estén soportados y protegidos contra daños físicos y sean del tipo de cubierta y resistentes a la propagación de la flama.

620-22. Circuitos derivados para alumbrado, contactos, ventilación, calefacción y aire acondicionado de la cabina.

a) Alumbrado de la cabina. Se debe instalar un circuito derivado para alimentar el alumbrado, contactos, luces auxiliares y ventilación en cada cabina de elevador. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado debe ubicarse en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control / en el espacio para maquinaria o en el espacio de control del ascensor.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

b) Aire acondicionado y calefacción. Se debe instalar un circuito independiente exclusivo para alimentar las unidades de aire acondicionado y de calefacción en cada cabina de elevador. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado debe ubicarse en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control / en el espacio para maquinaria o en el espacio de control del ascensor.

620-23. Circuito derivado de alumbrado y contactos para el cuarto de máquinas o cuarto de control, en el espacio para maquinaria o en el espacio de control

a) Circuito derivado separado. Un circuito derivado separado debe alimentar el alumbrado y el(los) contacto(s) del cuarto de máquinas o del cuarto de control / espacio para maquinaria o espacio de control.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

b) Interruptor de alumbrado. El interruptor de alumbrado debe ubicarse en la entrada del cuarto de máquinas o del cuarto de control / espacio para maquinaria o espacio de control.

c) Contacto doble Se debe instalar al menos un contacto dúplex de 120 volts, una fase, de 15 ó 20 amperes, en cada cuarto de máquinas o cuarto de control y en cada espacio para maquinaria o espacio de control.

NOTA: Respecto a los niveles de iluminación, ver Apéndice B.

620-24. Circuitos derivados de alumbrado y contactos en el cubo del elevador

a) Circuito derivado separado. Un circuito derivado separado debe alimentar el alumbrado y el(los) contacto(s) del cubo del elevador.

El alumbrado exigido no se debe conectar al lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

b) Interruptor de alumbrado. El interruptor de alumbrado debe ubicarse en la entrada del cubo del elevador.

c) Contacto doble Se debe instalar al menos un contacto doble de 120 volts, una fase, de 15 ó 20 amperes en el cubo del elevador.

NOTA: Respecto a los niveles de iluminación, ver Apéndice B.

620-25. Circuitos derivados para otros equipos de utilización.

a) Circuitos derivados adicionales. Circuito(s) derivado(s) adicional(es) debe(n) alimentar a los equipos de utilización no identificados en 620-22, 620-23 y 620-24. Otros equipos de utilización se deben limitar a los equipos identificados en 620-1.

b) Dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del (los) circuito(s) derivados(s) se deben ubicar en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control / en el espacio para maquinaria o en el espacio de control.

D. Instalación de conductores

620-32. Ductos metálicos y no metálicos. La suma del área de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento en los ductos, no debe ser mayor que 50 por ciento del área de la sección transversal interior del ducto.

Cuando se instale un ducto para cables vertical, éste debe fijarse a intervalos que no excedan 5.00 metros y no deben tener más de una junta entre soportes. Cuando se tengan ductos para cables juntos deben fijarse ambos firmemente para asegurar una unión rígida.

620-33. Número de conductores en canalizaciones. La suma de las áreas de la sección transversal de los conductores incluyendo su aislamiento en una canalización no debe ser mayor que 40 por ciento del área de la sección transversal interior de la canalización, excepto como se permite para ductos en 620-32

620-34. Soportes. Los soportes para cables o canalizaciones en un cubo del elevador, o en fosos de los pasillos móviles, en escaleras eléctricas, elevadores para sillas de ruedas o de elevadores en escaleras para sillas de ruedas, deben asegurarse firmemente al riel guía, al armazón de la escalera o pasillo móvil o a la estructura de la construcción.

620-35. Canales auxiliares. Los canales auxiliares no deben estar sujetos a las limitaciones de longitud de 366-12(2) o respecto al número de conductores indicado en 366-22.

620-36. Sistemas diferentes en una canalización o en cable viajero. Se permite que los cables de fibra óptica y conductores para dispositivos de operación, control de movimientos y operación, potencia, señalización, alarma contra incendios, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 600 volts o menos, se alojen con los mismos cables viajeros o en el mismo sistema de canalización, si todos los conductores tienen aislamiento aprobado para la máxima tensión aplicada a cualquier conductor dentro de la canalización y si todas las partes vivas del equipo están aisladas de tierra para esta máxima tensión. Se permite también que el cable viajero o canalización incluya conductores con pantalla y/o uno o más cables coaxiales, si tales conductores tienen aislamiento aprobado para la máxima tensión aplicada a cualquier conductor dentro del cable o de la canalización. Se permitirá que los conductores para circuitos de comunicaciones telefónicas, de audio, video o de alta frecuencia, se recubran con un protector adecuado.

620-37. Alambrado en cubos de elevadores, cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control.

a) Usos permitidos. Sólo se permitirá que dentro del cubo del elevador, cuartos de máquinas, cuarto de control, espacio para maquinaria y espacio de control haya alambrado, cables y canalizaciones eléctricas utilizados directamente en conexión con el elevador o ascensor de plataforma, incluido el alambrado para señales, para circuitos de comunicación con la cabina, para alumbrado, calefacción, ventilación y aire acondicionado en la cabina, para sistemas de detección de incendios, para bombas de sumidero del foso y para calefacción, alumbrado y ventilación del propio cubo del elevador.

b) Protección contra descargas atmosféricas. Se permitirá unir los rieles del ascensor (los de la cabina y/o los del contrapeso) con los conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Dichos conductores no deben estar instalados dentro del cubo del elevador. No se deben utilizar los rieles ni otros equipos existentes en el cubo del elevador como conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

NOTA: Para los requisitos de la unión, ver 250-106.

c) Alimentadores principales. Los conductores del alimentador principal para suministrar energía al elevador y al montacargas, deben instalarse fuera del cubo, excepto por lo permitido como sigue:

(1) Bajo condiciones especiales se permite que los conductores del alimentador del elevador estén dentro de un cubo existente, si estos conductores no tienen empalmes dentro del cubo del elevador.

(2) Se permitirá que los conductores del alimentador estén instalados dentro del cubo del elevador cuando el motor de la máquina accionadora esté localizada en el cubo del elevador o en la cabina o en el contrapeso.

620-38. Equipo eléctrico en estacionamientos y locales similares. El equipo eléctrico y alambrado utilizado para elevadores, montacargas, escaleras eléctricas, en pasillos móviles, y elevadores de plataforma para sillas de ruedas, elevadores en escaleras para sillas de ruedas, en estacionamientos y locales similares, deben cumplir con los requisitos del Artículo 511.

NOTA: Según 511-3, no son lugares clasificados los garajes utilizados como estacionamiento o depósito y en los que no se hacen trabajos de reparación.

E. Cables viajeros

620-41. Suspensión de cables viajeros. Los cables viajeros deben estar suspendidos en los extremos de la cabina y del cubo del elevador o del extremo del contrapeso, donde sea aplicable, de modo que se reduzca al mínimo la tensión mecánica sobre los conductores de cobre individuales.

Los cables viajeros deben soportarse por uno de los siguientes medios:

(1) Por su(s) miembros(s) de soporte de acero.

(2) Haciendo un bucle con el cable alrededor de los soportes para longitudes no soportadas de menos de 30.00 metros.

(3) Suspendiéndolos con soportes que automáticamente se aprieten alrededor del cable, cuando aumente la tensión mecánica por longitudes no soportadas hasta de 60.00 metros.

NOTA: La longitud no soportada del medio de suspensión existente en el cubo del elevador es la longitud del cable medida desde su punto de suspensión en el cubo del elevador hasta la parte inferior del bucle, cuando la cabina está ubicada en su punto inferior de parada. La longitud no soportada del medio de suspensión de la cabina es la longitud del cable medida desde el punto de suspensión en la cabina hasta la parte inferior del bucle, cuando la cabina está ubicada en su punto superior de parada.

620-42. Areas peligrosas (clasificadas). En áreas peligrosas (clasificadas) los cables viajeros deben ser de un tipo aprobado para áreas peligrosas (clasificadas), y deben cumplir con lo especificado en 501-140, 502-140 ó 503-140, según sea aplicable.

620-43. Ubicación y protección de los cables. Los soportes de los cables viajeros se deben colocar de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños, debido a contactos de los cables con la construcción o equipo que esté en el interior del cubo del elevador. Cuando sea necesario se deben instalar guardas adecuadas para proteger contra daño los cables.

620-44. Instalación de cables viajeros. Se permitirá que los cables viajeros que están adecuadamente soportados y protegidos contra daños físicos, no vayan en canalización en uno o ambos de siguientes:

a. Cuando se usan dentro del cubo del elevador, sobre la cabina del elevador, en la pared del cubo del elevador, en el contrapeso, o en los controladores y en la maquinaria que están ubicados dentro del cubo del elevador, si los cables tienen el recubrimiento original.

b. Desde el interior del cubo del elevador para las conexiones en los envolventes del controlador del elevador y la cabina del elevador y cuarto de máquinas, en el cuarto de control, en el espacio para maquinaria y en el espacio de control que estén fuera del cubo del elevador, a una distancia no mayor de 1.80 metros de longitud medida desde el primer punto de apoyo en la cabina o pared del cubo del elevador, o del contrapeso donde sea aplicable, siempre que los conductores estén agrupados y sujetos con cinta o cordeles o tengan su recubrimiento original. Se permitirá que estos cables viajeros se continúen hasta este equipo.

F. Medios de desconexión y control

620-51. Medios de desconexión. Se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores de fase de la alimentación principal para cada unidad, diseñado de modo que no se pueda operar ningún polo independientemente. Cuando un ascensor, escalera o pasillo móvil o unidad de bombeo, tengan múltiples máquinas de accionamiento, debe haber un medio para desconectar el motor o motores y los electroimanes de la válvula de control.

El medio de desconexión de los conductores de la alimentación principal no debe desconectar al circuito derivado requerido en 620-22, 620-23 y 620-24.

a) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor automático o desconectador con fusibles encerrado que pueda ser operado externamente y que pueda bloquearse en la posición de abierto. El dispositivo de desconexión debe ser de un tipo aprobado. Las disposiciones para bloquear o para agregar un candado a los medios de desconexión deben permanecer en su lugar en el desconectador o interruptor automático esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al desconectador o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados, en y permanecer con, el equipo.

El medio de desconexión debe ser un dispositivo aprobado.

NOTA: Para información adicional sobre seguridad en escaleras y elevadores, véase el Apéndice B2.

Excepción 1: Cuando un circuito derivado individual alimente un ascensor de plataforma, se permitirá que el medio de desconexión exigido en 620-51(c)(4) cumpla lo establecido en 430-109(c). Este medio de desconexión debe ser aprobado y que se pueda bloquear en posición de abierto. Las disposiciones para bloquear o para agregar un candado a los medios de desconexión deben permanecer en su lugar en el desconectador o interruptor automático, esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al desconectador o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados en y permanecer con, el equipo.

Excepción 2: Cuando un circuito derivado individual alimente a un elevador en escaleras, para sillas de ruedas se permitirá que dicho elevador se conecte con cordón y clavija, siempre que cumpla lo establecido en 422-16(a) y el cordón no sea más largo de 1.80 metros.

b) Operación. No deben hacerse previsiones para abrir o cerrar estos medios de desconexión de ninguna otra parte del inmueble. Si hay instalados rociadores en los cubos del elevador, cuartos de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control, el medio de desconexión debe abrir automáticamente el suministro de energía al(los) elevador(es) antes de la salida del agua. No se aplicarán previsiones para que el medio de desconexión se cierre automáticamente. La alimentación sólo se debe restablecer manualmente.

NOTA: Para reducir los riesgos asociados con la caída de agua sobre partes vivas del equipo eléctrico del elevador.

c) Ubicación. Los medios de desconexión deben ubicarse en un sitio fácilmente accesible a personal calificado.

1) En elevadores sin control de campo del generador. En los elevadores sin control de campo del generador debe instalarse el medio de desconexión a la vista del controlador del motor. Cuando el controlador del motor esté ubicado en el cubo del elevador, el medio de desconexión exigido en 620-51(a) debe estar ubicado en un espacio para maquinaria, cuarto de máquinas, espacio de control o cuarto de control fuera del cubo del elevador; y un desconectador adicional, encerrado, sin fusibles, operable externamente y que se pueda bloquear en la posición de abierto, para desconectar todos los conductores de fase de la alimentación principal debe estar a la vista del controlador del motor. El interruptor adicional debe ser un dispositivo aprobado y debe cumplir con 620-91(c).

Las disposiciones para bloquear o para agregar un candado a los medios de desconexión, requerido en esta sección, deben instalarse en o sobre el desconectador o interruptor usado como medio de desconexión y deben permanecer en su lugar, esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al desconectador o interruptor automático.

Las máquinas de accionamiento o los controladores de movimiento y operación que no estén a la vista de los medios de desconexión deben estar equipados con un interruptor operado manualmente, instalado en el circuito de control para evitar el arranque. El interruptor o interruptores operados manualmente se deben instalar adyacentes a estos equipos.

Cuando la maquinaria de accionamiento de un elevador eléctrico o la máquina hidráulica de un elevador hidráulico esté ubicada en un cuarto de maquinaria remoto o espacio para maquinaria remoto, debe instalarse un solo medio que desconecte todos los conductores de fase de la alimentación principal y que sea capaz de bloquearse en posición de abierto.

2) En elevadores con control de campo del generador. En elevadores con control de campo del generador el medio de desconexión debe instalarse a la vista del controlador del motor de accionamiento del grupo motor-generador. Las máquinas de accionamiento, los grupos motor-generador, o los controladores de operación y movimiento, que no estén a la vista de los medios de desconexión deben estar equipados con un desconectador de operación manual instalado en el circuito de control para prevenir el arranque. Los desconectadores de operación manual deben instalarse adyacentes a estos equipos.

Cuando la maquinaria de accionamiento o el grupo motor-generador estén ubicados en un cuarto de máquinas remoto o un espacio para maquinaria remoto, se debe instalar un solo medio de desconexión para los conductores de fase del circuito de alimentación principal de fuerza y que sea capaz de bloquearse en posición de abierto.

3) En escaleras y pasillos móviles. En escaleras y pasillos móviles, el medio de desconexión se debe instalar en el mismo sitio donde esté ubicado el controlador.

4) En elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas. En elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas, el medio de desconexión debe estar ubicado a la vista del controlador del motor.

d) Identificación y anuncios. Cuando haya más de una máquina de accionamiento en un cuarto de máquinas, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de la máquina que controlan.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la fuente.

620-52. Alimentación de energía eléctrica de más de una fuente.

a) Instalaciones con una cabina o con varias cabinas. En las instalaciones de una o varias cabinas, el equipo que recibe energía eléctrica de más de una fuente, debe estar provisto de un medio de desconexión para cada fuente. Los medios de desconexión deben estar a la vista del equipo alimentado.

b) Anuncio de precaución para múltiples medios de desconexión. Cuando se usen múltiples medios de desconexión y partes del controlador permanezcan energizadas desde una fuente diferente a la que está desconectada, se debe instalar una señal de precaución sobre o junto a los medios de desconexión. La señal debe ser clara, legible y debe decir:

"PRECAUCION PARTES DEL CONTROLADOR NO ESTAN

DESENERGIZADAS POR ESTE INTERRUPTOR"

c) Interconexión de los controladores de cabinas múltiples. Cuando sean necesarias interconexiones entre los controladores para el funcionamiento del sistema en instalaciones de cabinas múltiples que permanecen energizadas de una fuente diferente a la que está desconectada, se debe instalar un anuncio de precaución sobre o junto al medio de desconexión, de acuerdo con lo indicado en 620-52 (b).

620-53. Medios de desconexión del alumbrado, contactos y ventilación de la cabina. Los elevadores deben tener un sólo medio para desconectar todos los conductores de fase que alimentan al alumbrado, contactos y ventilación para cada cabina.

El medio de desconexión debe ser un seccionador con fusibles o un interruptor automático, encerrado, operable desde el exterior, que pueda ser bloqueado en la posición de abierto y debe estar ubicado en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control de esa cabina de elevador. Las disposiciones para bloquear o para agregar un candado a los medios de desconexión deben instalarse sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y deberá permanecer en su lugar, esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al desconectador o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados, en y permanecer con, el equipo. Cuando no exista cuarto de máquinas o cuarto de control, el medio de desconexión debe ubicarse en el espacio para maquinaria o en el espacio de control fuera del cubo del elevador, que sea única y fácilmente accesible a personas calificadas.

Los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de la cabina de elevador cuya alimentación de alumbrado controlan.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la fuente.

Excepción: Cuando un circuito derivado individual alimente el alumbrado, un contacto(s) y un motor para ventilación de hasta 2 HP de un elevador, se permitirá que el medio de desconexión exigido en 620-53 cumpla lo establecido en 430-109(c). Este medio de desconexión debe ser aprobado y que se pueda bloquear en posición de abierto. Las disposiciones para bloquear o para agregar un candado a los medios de desconexión deben ser instaladas sobre o en el desconectador o interruptor automático, instalado como medio de desconexión y deberán permanecer en su lugar, esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al desconectador o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados sobre los medios de desconexión y deberán permanecer con el equipo.

620-54. Medios de desconexión para calefacción y aire acondicionado de la cabina. Los elevadores deben tener un solo medio para desconectar todos los conductores de fase que alimentan al sistema de calefacción y aire acondicionado para cada cabina.

El medio de desconexión debe ser un seccionador con fusibles o un interruptor automático, encerrado, operable desde el exterior, que pueda ser bloqueado en la posición de abierto y debe estar ubicado en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control de esa cabina de elevador. Las disposiciones para bloquear o para agregar un candado a los medios de desconexión deben instalarse sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y deberá permanecer en su lugar, esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al desconectador o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados, en y permanecer con, el equipo. Cuando no exista cuarto de máquinas o cuarto de control, el medio de desconexión debe ubicarse en el espacio para maquinaria o en el espacio de control fuera del cubo del elevador, que sea única y fácilmente accesible a personas calificadas.

Cuando en el cuarto de máquinas haya equipos para más de una cabina de elevador, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de la cabina de elevador cuya alimentación para calefacción y aire acondicionado controlan.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la fuente.

620-55. Medios de desconexión para el equipo de utilización. Cada circuito derivado para otros equipos de utilización debe tener un solo medio para desconectar todos los conductores de fase. El medio de desconexión debe ser un seccionador con fusibles o un interruptor automático, encerrado, operable desde el exterior, que pueda ser bloqueado en la posición de abierto y debe estar ubicado en el cuarto de máquinas o en el cuarto de control/espacio para maquinaria o espacio de control de esa cabina de elevador. Las disposiciones para bloquear o para agregar un candado a los medios de desconexión deben instalarse sobre o en el desconectador o interruptor automático usado como medio de desconexión y deberá permanecer en su lugar, esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al desconectador o interruptor automático como los medios exigidos para ser instalados, en y permanecer con, el equipo. Cuando no exista cuarto de máquinas o cuarto de control, el medio de desconexión debe ubicarse en el espacio para maquinaria o en el espacio de control fuera del cubo del elevador, que sea única y fácilmente accesible a personas calificadas.

Cuando en el cuarto de máquinas haya equipos para más de una cabina de elevador, los medios de desconexión deben estar numerados para que correspondan al número de identificación de la cabina de elevador cuya alimentación para calefacción y aire acondicionado controlan.

El medio de desconexión debe tener una marca que identifique la localización del dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado de la fuente.

G. Protección contra sobrecorriente

620-61. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe estar provista como se indica a continuación en (a) hasta (d).

a) Dispositivos de operación, y circuitos de control y señalización. Los dispositivos de operación, y circuitos de control y señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 725-43 y 725-45.

Los circuitos de potencia limitada de Clase 2 deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con los requisitos establecidos en el Capítulo 10, Notas a las Tablas 11(a) y 11(b).

b) Protección de motores contra sobrecarga. La protección contra sobrecarga de motor y circuito derivado debe estar de acuerdo con el Artículo 430, Parte C y (b)(1) hasta (b)(4).

1) Régimen de servicio en motores de ascensores, pequeños ascensores de carga y de accionamiento de grupos moto generadores. Los motores que accionan elevadores, montacargas y grupos motor-generador con control de campo del generador, deben estar aprobados para servicio intermitente. Estos motores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 430-33.

2) Régimen de servicio en motores de escaleras. Los motores que accionen escaleras eléctricas y pasillos móviles deben estar aprobados para servicio continuo. Estos motores deben estar protegidos contra sobrecargas de acuerdo con lo indicado en 430-32.

3) Protección contra sobrecarga. Los motores que accionen las máquinas de las escaleras eléctricas y de pasillos móviles y de los grupos motor-generador, deben protegerse contra sobrecargas como se indica en la Tabla 430-37.

4) Régimen de servicio y protección contra sobrecarga en elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas. Los motores que accionan los elevadores para sillas de ruedas deben de estar aprobados para servicio intermitente. Los motores deben protegerse contra sobrecarga de acuerdo con lo indicado en 430-33.

NOTA: Para mayor información sobre la desconexión del motor ver 430-44

c) Protección del alimentador del motor contra cortocircuitos y fallas a tierra. La protección del alimentador del motor contra cortocircuito y falla a tierra deben ser como se requiere en el Artículo 430 Parte E.

d) Protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra. La protección del circuito derivado del motor contra cortocircuito y falla a tierra debe ser como se requiere en el Artículo 430 Parte D.

620-62. Coordinación selectiva. Cuando un solo alimentador suministra energía a más de un medio de desconexión de una máquina, el dispositivo de protección contra sobrecarga en cada medio de desconexión debe estar coordinado selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente instalado en el lado de alimentación.

H. Cuarto de máquinas, cuartos de control, espacios para maquinaria y espacios de control

620-71. Resguardo del equipo. Las máquinas que accionen elevadores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, grupos motor-generador, controladores de motores y medios de desconexión, se deben instalar en un cuarto o área cerrada exclusiva para este uso, a menos que otra cosa se permita en los incisos (a) o (b) siguientes. El local debe estar resguardado para evitar el acceso no autorizado.

a) Controladores de motores. Los controladores de motores se pueden instalar fuera del lugar indicado anteriormente, siempre que éstos se encuentran en envolventes con puertas o paneles removibles que se puedan dejar bloqueados en posición de cerrado, y que los medios de desconexión estén ubicados junto o como una parte integral de los controladores de los motores. Se permite que los envolventes de controladores de motores para escaleras o pasillos móviles se ubiquen en la barandilla sobre el lado localizado fuera de los escalones o tramos móviles. Si el medio de desconexión es una parte integral del controlador del motor, debe poder operarse sin abrir la envolvente.

b) Máquinas de accionamiento. Los elevadores con máquinas de accionamiento localizadas en la cabina, en el contrapeso o en el cubo del elevador y máquinas de accionamiento para montacargas, escaleras eléctricas y elevadores para sillas de ruedas se permiten fuera de las áreas especificadas en este Artículo.

I. Puesta a tierra

620-81. Canalizaciones metálicas fijadas a las cabinas. Las canalizaciones metálicas, los cables tipo MC, MI o AC, fijados a las cabinas de elevadores, deben estar unidos a las partes metálicas la cabina que están unidas al conductor de puesta a tierra de equipos.

620-82. Elevadores eléctricos. En los elevadores eléctricos todas las carcasas de los motores, máquinas elevadoras, controladores y envolventes metálicos de todos los equipos eléctricos dentro o fuera de la cabina o en el cubo del elevador, deben estar unidos de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, Partes E y G.

620-83. Elevadores no eléctricos. En los elevadores no eléctricos, que son normalmente accesibles a personas, cuando cualquier conductor esté fijado a la cabina, el chasis de la cabina, debe estar unido de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250, Partes E y G.

620-84. Escaleras, pasillos móviles, elevadores para sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas. Las escaleras, pasillos móviles, elevadores de sillas de ruedas y elevadores en escaleras para sillas de ruedas deben cumplir con el Artículo 250.

620-85. Interruptores de circuito por fallas a tierra para protección de personas. Todos los contactos monofásicos de 120 volts de 15 y 20 amperes, instalados en foso, cubo del elevador, parte alta de la cabina del elevador, en escaleras eléctricas y pasillos móviles, deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra.

Todos los contactos monofásicos de 120 volts de 15 y 20 amperes, instalados en cuartos de máquinas y espacios para maquinaria deben ser del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra para protección de las personas.

Un contacto sencillo que alimente una bomba de desagüe permanentemente instalada, no requiere tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra.

J. Sistemas de emergencia y de reserva

620-91. Sistemas de emergencia y de reserva. Se permite que un elevador se alimente de un sistema de energía de emergencia o de reserva.

a) Potencia regenerativa. Para los sistemas de elevador que regeneran energía y la regresan a la fuente de suministro y no son capaces de absorber la energía regenerativa cuando la inercia de la carga es más grande que la inercia del motor, se debe proveer un medio para absorber esa energía.

b) Otras cargas del edificio. Se permite que otras cargas, tales como las de fuerza y alumbrado se utilicen como los medios requeridos para la absorción de la energía requeridos en el inciso (a) anterior, de forma que dichas cargas sean automáticamente conectadas al sistema de emergencia o de reserva de los elevadores y sean de capacidad suficiente para absorber la energía regenerativa del elevador.

c) Medios de desconexión. Los medios de desconexión requeridos 620-51 deben desconectar el elevador de los sistemas de emergencia o de reserva, así como del sistema de energía normal.

Cuando se conecte una fuente de energía adicional en el lado carga del medio de desconexión, que permite el movimiento automático de la cabina para permitir la evacuación de los pasajeros, el medio de desconexión requerido en 620-51 debe incluir un contacto auxiliar que se abra positivamente en forma mecánica y la apertura no sea solamente dependiente de resortes. Este contacto provocará la desconexión de la fuente adicional de energía de su carga cuando el medio de desconexión esté en posición de abierto.

ARTICULO 625

EQUIPOS PARA CARGA DE VEHICULOS ELECTRICOS

A. General

625-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo cubren los conductores y equipos eléctricos externos a un vehículo eléctrico y que sirven para conectar el vehículo a un suministro de electricidad por un medio conductivo o inductivo, y a la instalación de los equipos y dispositivos relacionados con la carga de vehículos eléctricos.

NOTA: Para información adicional sobre vehículos industriales, véase el Apéndice B.

625-2. Definiciones

Vehículo eléctrico: Vehículo del tipo automotor para uso en carretera, como automóviles de pasajeros, autobuses, camiones, vagonetas, vehículos eléctricos de vecindario, motocicletas eléctricas y similares, propulsados fundamentalmente por un motor eléctrico que toma corriente de una batería recargable, celda de combustible, arreglo fotovoltaico u otra fuente de corriente eléctrica. Se consideran vehículos eléctricos los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHVE). Para los propósitos de este Artículo**,** no se incluyen los vehículos eléctricos automotores que no transiten en las carreteras, como camiones industriales, grúas, cargadores frontales, transportes, carros de golf, equipo de soporte terrestre de aviones, lanchas y similares.

Conector de vehículos eléctricos: Dispositivo que, conectado por inserción a un dispositivo de entrada en el vehículo eléctrico, establece una conexión eléctrica con el vehículo eléctrico con el propósito de transferencia de potencia eléctrica e intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador para el vehículo eléctrico.

NOTA: Para información adicional sobre sistemas interactivos, ver 625-26.

Acoplador de vehículos eléctricos: Juego de dispositivos acoplados, de entrada en el vehículo eléctrico y el conector del vehículo eléctrico.

Dispositivo de entrada del vehículo eléctrico: Dispositivo dentro del cual se inserta el conector para transferencia de potencia eléctrica e intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador para el vehículo eléctrico. Para el propósito de esta NOM, el dispositivo de entrada es considerado como parte del vehículo eléctrico y no como parte del equipo de alimentación para el vehículo eléctrico.

NOTA: Para información adicional sobre sistemas interactivos, ver 625-26.

Batería no ventilada para vehículos eléctricos: Batería herméticamente sellada compuesta de una o más celdas electroquímicas recargables, que no tiene previsiones para la liberación de presión excesiva de gas, o para la adición de agua o electrolito, o para la medición externa de la gravedad específica del electrolito.

Equipo de alimentación para vehículos eléctricos: Conjunto de conductores, incluidos los puestos a tierra, los no puestos a tierra y los de puesta a tierra de equipos, además de conectores para vehículo eléctrico, clavijas y otros accesorios, dispositivos, contactos de fuerza o aparatos instalados específicamente para transferir energía entre las instalaciones eléctricas de utilización y los vehículos eléctricos.

NOTA: Para información adicional sobre sistemas interactivos, ver 625-26.

Sistema de protección personal: Sistema de dispositivos de protección personal y características de construcción, que aplicadas en forma conjunta proporcionan protección contra choque eléctrico al personal.

Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV): Un tipo de vehículo eléctrico para uso en carretera, con la capacidad de almacenar y usar energía eléctrica externa en su sistema de almacenamiento de energía recargable y que tiene una segunda fuerza motriz.

Sistema de almacenamiento de energía recargable: Cualquier fuente de poder que tiene la capacidad de ser cargada y descargada.

NOTA: Baterías, capacitores y volantes electromecánicos son ejemplos de sistemas de almacenamiento de energía recargable

625-4. Tensión. Si no se especifican otras tensiones, los equipos de los que trata este Artículo se deben conectar a sistemas de corriente alterna de 120, 127, 120/240, 208Y/120, 220Y/127, 240, 480Y/277, 480, 600Y/347 ó 600 volts.

625-5. Aprobados o etiquetados. Todos los materiales, dispositivos, herrajes y equipos asociados deben estar aprobados o etiquetados.

B. Métodos de alambrado

625-9. Acoplador de vehículos eléctricos. Los acopladores para vehículos eléctricos deben cumplir lo establecido en los incisos (a) hasta (f) siguientes:

a) Polaridad. Los acopladores para vehículos eléctricos deben estar polarizados a menos que formen parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado para tal propósito.

b) Sin intercambiabilidad. El acoplador del vehículo eléctrico debe tener una configuración que no sea intercambiable con dispositivos de alambrado en otros sistemas eléctricos. El acoplador del vehículo eléctrico del tipo no puesto a tierra no debe ser intercambiable con los del tipo puesto a tierra.

c) Construcción e instalación. El acoplador del vehículo eléctrico debe estar construido e instalado de modo que evite el contacto accidental de las personas con partes vivas del equipo de alimentación o de la batería del vehículo eléctrico.

d) Desconexión no intencional. El acoplador del vehículo eléctrico debe tener un medio efectivo que evite la desconexión no intencional.

e) Polo de puesta a tierra. El acoplador del vehículo eléctrico, debe tener un polo de puesta a tierra a menos que sea parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado para este propósito y cumpla lo establecido en el Artículo 250.

f) Requisitos del polo de puesta a tierra. Si se provee un polo de puesta a tierra, el acoplador del vehículo eléctrico debe diseñarse de modo que la conexión del polo de puesta a tierra sea el primero en hacer contacto y el último en interrumpir el contacto.

C. Construcción del equipo

625-13. Equipo de alimentación para vehículos eléctricos. Se permitirá que el equipo de alimentación para vehículos eléctricos de 120 volts, monofásico, de 15 o 20 amperes, o parte de un sistema identificado y aprobado como adecuado y que cumpla los requisitos de las secciones 625-18; 625-19 y 625-29; se pueda conectar mediante cordón con clavija. Todos los demás equipos de alimentación para vehículo eléctrico deben conectarse y sujetarse de manera permanente en su lugar. Este equipo no debe tener partes vivas expuestas.

625-14. Capacidad. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe tener una capacidad nominal suficiente para la carga que deba alimentar. Para efectos de este Artículo, se debe considerar que la recarga de un vehículo eléctrico supone una carga continua.

625-15. Marcado. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe cumplir con (a) hasta (c), siguientes:

a) Generalidades.- El fabricante debe marcar el equipo de alimentación para vehículos eléctricos con lo siguiente**:**

"PARA USO CON VEHICULOS ELECTRICOS"

b) No requiere ventilación.- Cuando así lo requiera 625-29(c), el fabricante debe marcar el equipo de alimentación para vehículos eléctricos con lo siguiente:

"NO REQUIERE VENTILACION"

El marcado debe ubicarse de modo que sea claramente visible después de la instalación.

c) Se requiere ventilación.- Cuando así lo requiera 625-29(d), el fabricante debe marcar el equipo de alimentación para vehículos eléctricos con lo siguiente**:**

"SE REQUIERE VENTILACION"

El marcado debe ubicarse de modo que sea claramente visible después de la instalación.

625-16. Medios de acoplamiento. Los medios de acoplamiento al vehículo eléctrico deben ser de tipo conductivo o inductivo. Las clavijas, conectores, y dispositivos de entrada del vehículo eléctrico deben estar aprobados o etiquetados para ese uso.

625-17. Cable. El cable de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos debe ser flexible del Tipo EV, EVJ, EVE, EVJE, EVT o EVJT, como se especifica en el Artículo 400 y en la Tabla 400-4.

La ampacidad de los cables debe cumplir lo establecido en la Tabla 400-5(a)(1) para cables de tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) y menores y en la Tabla 400-5(a)(2) para tamaños 8.37 mm^2 (8 AWG) y mayores. La longitud total del cable no debe ser mayor que 7.50 metros. Se permite otro tipo de cables y ensambles aprobados para ese fin, como conjuntos híbridos con cables opcionales de comunicaciones, señales y de fibra óptica.

625-18. Enclavamiento. Los equipos de alimentación para vehículos eléctricos deben estar dotados con un medio de enclavamiento que desenergice el conector y el cable del vehículo eléctrico siempre que el conector se desacople del vehículo. No se exige un enclavamiento para los equipos de carga portátiles conectados con cordón y clavija a un contacto monofásico de 120 volts, 15 o 20 amperes.

625-19. Desenergización automática del cable. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos o la combinación cable-conector del equipo debe estar dotado de un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico si se produce alguna tensión mecánica que pudiera llevar a la rotura del cable o a la separación del cable y del conector, con la consiguiente exposición de partes vivas.

No se exige un medio automático que desenergice los conductores del cable y el conector del vehículo eléctrico para los equipos de carga portátiles conectados con cordón y clavija a un contacto monofásico de 120 volts, 15 o 20 amperes.

(Continúa en la Séptima Sección-Vespertina)

SEPTIMA SECCION
SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Octava Sección)

(Viene de la Sexta Sección-Vespertina)

D. Control y protección

625-21. Protección contra sobrecorriente. El dispositivo de protección contra sobrecorriente de los circuitos alimentadores y derivados de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos, debe ser dimensionado para servicio continuo y debe tener una capacidad nominal no menor al 125 por ciento de la carga máxima del equipo de alimentación para vehículos eléctricos. Cuando haya cargas no continuas conectadas al mismo alimentador o circuito derivado, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la suma de todas las cargas no continuas más el 125 por ciento de las cargas continuas.

625-22. Sistema de protección para las personas. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe tener un sistema aprobado que proteja a las personas contra descargas eléctricas. Este sistema debe estar compuesto de dispositivos aprobados para la protección de las personas y características de construcción aprobados. Si se utiliza un equipo de alimentación para vehículos eléctricos conectado con cordón y clavija, debe utilizarse un dispositivo de interrupción de un sistema aprobado de protección de las personas y debe formar parte integral de la clavija o debe localizarse en el cable de alimentación a una distancia no mayor que 30 centímetros de la clavija.

625-23. Medio de desconexión. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos designados para más de 60 amperes o más de 150 volts a tierra, debe tener un medio de desconexión instalado en un lugar fácilmente accesible y capaz de quedar bloqueado en posición abierta. La disposición para el bloqueo o para agregar un bloqueo al medio de desconexión debe estar instalado sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como medio de desconexión y debe permanecer en su lugar esté instalado el bloqueo o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un bloqueo al interruptor o interruptor automático.

625-25. Pérdida de la fuente primaria. Se debe instalar un medio para que, cuando haya pérdida de tensión en la red pública de energía u otro sistema o sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda regresar a través del vehículo eléctrico y el equipo de alimentación a la instalación eléctrica del inmueble, a menos que lo permita 625-26.

625-26. Sistemas interactivos. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos y las otras partes del sistema, ubicados bien sea dentro del vehículo o fuera de éste, que estén identificados y proyectados para ser interconectados con un vehículo y también servir como un sistema opcional de reserva, o como una fuente de producción de energía eléctrica, o para proporcionar alimentación bidireccional, deben ser adecuados para ese propósito. Cuando se usen como un sistema opcional de reserva, se deben aplicar los requisitos del Artículo 702, cuando se usen como una fuente de producción de energía eléctrica se deben aplicar los requisitos del Artículo 705.

E. Ubicación de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos

625-28. En áreas peligrosas (clasificadas). Cuando haya instalado un equipo de alimentación para vehículos eléctricos en un área peligrosa (clasificada), se deben aplicar las disposiciones de los Artículos 500 a 516.

625-29. Lugares interiores. En los lugares interiores se deben incluir, entre otros, los garajes integrados, Apéndices o separados de las viviendas; los estacionamientos cerrados y subterráneos, los garajes públicos con o sin taller de reparación y los edificios agrícolas.

a) Ubicación. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado de modo que se pueda conectar directamente el vehículo.

b) Altura. Si no está específicamente aprobado para ese uso y lugar, el medio de acoplamiento del equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar ubicado o guardado a una altura no inferior a 45 centímetros y no superior a 1.20 metros sobre el nivel del piso.

c) Ventilación no requerida. No se exige ventilación mecánica cuando se empleen baterías herméticas para el vehículo eléctrico o cuando el equipo de alimentación para vehículos eléctricos esté aprobado o marcado como adecuado para carga de vehículos eléctricos en lugares interiores sin ventilación, y esté marcado de acuerdo con 625-15(b).

d) Ventilación requerida. Cuando el equipo de alimentación para vehículos eléctricos esté aprobado o marcado como adecuado para carga de vehículos eléctricos que necesiten ventilación para la acción de carga

en lugares interiores y estén marcados de acuerdo con 625-15(c), se debe proporcionar ventilación mecánica, por ejemplo por medio de un ventilador. La ventilación debe incluir tanto el equipo de alimentación como el equipo mecánico de extracción de aire, esta ventilación debe estar permanentemente instalada y ubicada de modo que tome aire y lo descargue directamente hacia el exterior. Los sistemas de ventilación de presión positiva sólo se permiten en edificios o áreas que se hayan diseñado y aprobado específicamente para tal aplicación. Los requisitos de la ventilación mecánica deben determinarse por uno de los métodos especificados en (1) hasta (4), siguientes:

1) Valores tabulados. Para las tensiones y corrientes especificadas en la tabla 625-29(d)(1) o en la tabla 625-29(d)(2) los requisitos mínimos de ventilación deben ser los especificados en la tabla 625-29(d)(1) o en la tabla 625-29(d)(2), para cada uno del total de vehículos eléctricos que se puedan cargar al mismo tiempo.

Tabla 625-29(d)(1).- Ventilación mínima requerida en m^3/min, para cada de los vehículos eléctricos de todos los que se pueden cargar al mismo tiempo

Corriente admisible del circuito derivado amperes	Tensión del circuito derivado en volts						
	Monofásico			Trifásico			
	120	208	240 o 120/240	208 o 120/240	240	480 o 480Y/277	600 o 600Y/347
15	1.1	1.8	2.1	—	—	—	—
20	1.4	2.4	2.8	4.2	4.8	9.7	12
30	2.1	3.6	4.2	6.3	7.3	15	18
40	2.8	4.8	5.6	8.4	9.7	19	24
50	3.5	6.1	7	10.5	12	24	30
60	4.2	7.3	8.4	13	15	29	36
100	7	12	14	21	24	48	60
150	—	—	—	31	36	73	91
200	—	—	—	42	48	97	121
250	—	—	—	52	60	121	151
300	—	—	—	63	73	145	181
350	—	—	—	73	85	169	210
400	—	—	—	84	97	193	240

2) Otros valores. Para tensiones y corrientes no relacionadas en la tabla 625-29(d)(1) o en la tabla 625-29(d)(2) los requisitos mínimos de ventilación, deben ser calculados por medio de las siguientes fórmulas, según sea aplicable:

(1) Instalaciones monofásicas:

$$\text{Ventilación}_{\text{monofásica}} \text{ en metros cúbicos por minuto} = \frac{(volts)(amperes)}{1718}$$

(2) Instalaciones trifásicas:

$$\text{Ventilación}_{\text{trifásica}} \text{ en metros cúbicos por minuto} = \frac{1.732(volts)(amperes)}{1718}$$

Tabla 625-29(d)(2).- Ventilación mínima requerida en ft^3/min, por cada número total de vehículos eléctricos que pueden ser cargados al mismo tiempo

Corriente admisible del circuito derivado amperes	Tensión del circuito derivado						
	Volts monofásico			Volts trifásico			
	120	208	240 o 120/240	208 o 120/240	240	480 o 480Y/277	600 o 600Y/347
15	37	64	74	—	—	—	—
20	49	85	99	148	171	342	427
30	74	128	148	222	256	512	641
40	99	171	197	296	342	683	854
50	123	214	246	370	427	854	1066
60	148	256	296	444	512	1025	1281
100	246	427	493	740	854	1708	2135
150	—	—	—	1110	1281	2526	3203
200	—	—	—	1480	1708	3416	4270
250	—	—	—	1850	2135	4270	5338

300	—	—	—	2221	2526	5125	6406
350	—	—	—	2591	2989	5979	7473
400	—	—	—	2961	3416	6832	8541

3) Sistemas de ingeniería. Se permite que los requisitos mínimos de ventilación para un sistema de equipo de alimentación para vehículos eléctricos, sean determinados por cálculos específicos en un estudio de ingeniería, realizado por personal calificado, como parte integral de un sistema de ventilación de la totalidad del edificio.

4) Circuitos alimentadores. El circuito de alimentación para el equipo de ventilación mecánica debe estar enclavado eléctricamente con el equipo de alimentación para vehículos eléctricos, y debe permanecer energizado durante el ciclo completo de carga del vehículo eléctrico. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar marcado de acuerdo con 625-15. Los contactos de los equipos de alimentación para vehículos eléctricos designados para 120 volts, monofásicos, de 15 y 20 amperes, deben marcarse de acuerdo con 625-15(c) y deben estar equipados con un interruptor. El sistema de ventilación mecánica se debe enclavar eléctricamente a través del interruptor del circuito de alimentación del contacto.

625-30. Lugares exteriores. En los lugares exteriores para la carga de vehículos eléctricos se deben incluir, entre otros, los estacionamientos y garajes residenciales, los estacionamientos abiertos, islas y lotes de estacionamiento públicos, edificios de estacionamientos e instalaciones comerciales de carga de vehículos eléctricos.

a) Ubicación. El equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar situado de modo que se pueda conectar directamente al vehículo eléctrico.

b) Altura. Si no está específicamente aprobado para ese uso y lugar, el medio de acoplamiento del equipo de alimentación para vehículos eléctricos debe estar instalado o colocado a una altura no menor que 0.60 metros y no mayor que 1.20 metros sobre el nivel del piso del estacionamiento.

ARTICULO 626

ESPACIOS ELECTRIFICADOS PARA ESTACIONAMIENTO DE CAMIONES

A. Disposiciones generales

626-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a los conductores y equipos eléctricos externos a los camiones o a las unidades refrigeradas de transporte que conectan estos camiones o unidades refrigeradas a la alimentación de electricidad y la instalación de los equipos y dispositivos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

626-2. Definiciones.

Acoplador del camión. Una entrada superficial bridada del camión y el conector de acoplamiento del cordón.

Camión. Un vehículo automotor diseñado para el transporte de mercancías, servicios y equipos.

Conector del cordón. Un dispositivo que, mediante su inserción en una entrada superficial bridada del camión, establece una conexión eléctrica con el camión, con el propósito de suministrar energía para las cargas eléctricas a bordo y puede proporcionar un medio para el intercambio de información. Este dispositivo es parte del acoplador del camión.

Ensamble de cable de alimentación separable. Un cordón o cable flexible, incluyendo conductores de fase, puestos a tierra y de puesta a tierra de equipos, proporcionado con un conector de cordón, una clavija de conexión y todos los otros accesorios, arandelas o dispositivos instalados para el propósito de entregar energía desde la fuente de alimentación eléctrica hasta la entrada superficial bridada del camión o de la unidad refrigerada de transporte.

Entrada superficial bridada del camión. Los dispositivos sobre el camión dentro de los cuales se insertan los conectores para proporcionar energía eléctrica y otros servicios. Este dispositivo es parte del acoplador del camión. Para los propósitos de este Artículo, la entrada superficial bridada del camión se considera parte del camión y no parte del equipo de alimentación del estacionamiento electrificado para camiones.

Espacio de estacionamiento electrificado para camiones. Espacio de estacionamiento para camiones que ha sido proporcionado con un sistema eléctrico que permite a los operadores del camión conectar sus vehículos mientras están estacionados y usar fuentes de energía fuera de borda con el fin de operar los sistemas a bordo tales como los de aire acondicionado, calefacción y aparatos, sin ningún tipo de motor en marcha lenta.

Medio de desconexión del estacionamiento. Equipo necesario, que consta generalmente de un interruptor automático o un interruptor y fusibles, y sus accesorios, ubicados cerca del punto de entrada a los conductores de alimentación en un estacionamiento de camiones electrificados y destinado para constituir el medio de corte de la alimentación para ese camión.

NOTA: Un estacionamiento electrificado para camiones también incluye áreas de estacionamiento destinadas para camiones de trabajo pesado en las plazas de viajeros, depósitos, lotes para embarques y consignaciones, instalaciones para depósitos y cruces fronterizos. No incluye áreas tales como banquetas en las rampas de las autopistas y vías de acceso, lugares para vehículos recreativos y de camping, áreas de estacionamiento comercial y residencial utilizadas para el estacionamiento de automotores u otras áreas en donde se alimenta con corriente alterna únicamente con el propósito de conectar cargas automotrices y otras cargas de luz eléctrica, tales como calefactores del cuerpo del motor, y en residencias privadas.

Pórtico aéreo. Una estructura que consta de un armazón horizontal soportado por columnas verticales, que se extiende por encima de los espacios de estacionamiento electrificado para camiones, que soporta equipos, aparatos, canalizaciones y otros componentes necesarios para proporcionar el suministro eléctrico de aire acondicionado (HVAC), Internet, comunicaciones y otros servicios para tales espacios.

Sistema de manejo del cable. Un aparato diseñado para controlar y organizar las longitudes no utilizadas del cable o cordón en los espacios de estacionamiento electrificado para camiones.

Sistemas de alambrado en el estacionamiento electrificado para camiones. Todo el alambrado, equipo y aditamentos eléctricos relacionados con las instalaciones eléctricas dentro de un estacionamiento electrificado para camiones, incluyendo el equipo de alimentación.

Unidad refrigerada de transporte (UTR). Un remolque o contenedor con calefacción o refrigeración integradas, o ambas, utilizados con la finalidad de mantener el ambiente deseado para las mercancías o productos sensibles a la temperatura.

626-3. Otros Artículos.

Siempre que exista diferencia entre los requisitos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 626, los requisitos del Artículo 626 se deben aplicar. A menos que los sistemas de alambrado del espacio de estacionamiento electrificado para camiones esté soportado o dispuesto de tal manera que no se pueden utilizar en o por encima de los lugares clasificados en 511-3 ó 514-3 o ambas, tales sistemas deben cumplir con las disposiciones (a) y (b) siguientes, además de los requisitos de este Artículo.

a) Instalaciones de almacenamiento y reparación de vehículos. Los sistemas de alambrado eléctrico del estacionamiento electrificado para camiones ubicados en instalaciones para la reparación o almacenamiento de vehículos autopropulsados que utilizan líquidos o gases inflamables volátiles como combustible, deben cumplir con el Artículo 511.

b) Estaciones dispensadoras de combustible para motores. Los sistemas de alambrado eléctrico en las gasolineras dentro de los estacionamientos electrificados para camiones, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 514.

626-4. Requisitos generales.

a) No cubiertos. Las disposiciones de este Artículo no se deben aplicar a aquella parte de otros equipos en instalaciones residenciales, comerciales o industriales que requieran utilizar de energía eléctrica para carga y descarga, operar bandas transportadoras y otros equipos utilizados en el sitio o en el camión.

b) Tensión del sistema de distribución. A menos que se especifiquen otras tensiones, las tensiones nominales de corriente alterna de 120, 120/240, 208Y/120, 240 ó 480Y/277 se deben utilizar para la alimentación de los equipos cubiertos en este Artículo.

c) Conexión al sistema de alambrado. Las disposiciones de este Artículo se deben aplicar al equipo de alimentación del estacionamiento electrificado para camiones destinado para su conexión a un sistema de alambrado, como se define en 626-4(b).

B. Sistemas de alambrado eléctrico del estacionamiento electrificado para camiones

626-10. Circuitos derivados.

Los circuitos derivados monofásicos del estacionamiento electrificado para camiones se deben derivar de un sistema trifásico, cuatro hilos de 208Y/120 volts, o de un sistema monofásico, tres hilos de 120/240 volts.

Excepción: Se permitirá que un sistema de distribución de 120 volts alimente los espacios existentes de estacionamiento electrificado para camiones.

626-11. Cálculos de la carga del alimentador y acometida.

a) Carga del estacionamiento. La carga calculada de un alimentador o acometida no debe ser menor a la suma de las cargas en los circuitos derivados. Los alimentadores y las acometidas eléctricas se deben calcular con base en no menos de 11 kilovoltamperes para cada espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

b) Factores de demanda. Los factores de demanda del sistema de alambrado eléctrico del espacio para estacionamiento electrificado para camiones se deben basar en las zonas de temperatura climática en la cual el equipo es instalado. No se permitirá ningún factor de demanda para ninguna otra carga, excepto lo proporcionado en este Artículo.

c) Dos o más espacios de estacionamiento electrificado para camiones. Cuando el sistema de alambrado del espacio de estacionamiento electrificado para camiones está en un lugar que alimenta a dos o más de estos espacios, el equipo por cada espacio debe cumplir con 626-11(a) y la carga calculada debe ser calculada con base en cada uno de los espacios de estacionamiento.

d) Valor nominal del conductor. Las cargas alimentadas del circuito derivado del espacio para camiones se deben considerar continuas.

C. Equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones

626-22. Métodos de alambrado y materiales.

a) Tipo de equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones se debe proporcionar en una de las siguientes formas:

(1) Pedestal

(2) Pórtico aéreo

(3) plataforma elevada de concreto

b) Altura de montaje. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones tipo poste, pedestal y plataforma elevada de concreto no deberá ser menor de 60 centímetros por encima del suelo o del punto identificado como la marca del nivel de agua más alta vigente, o una marca de referencia equivalente basada en inundaciones debidas a tormentas o a las estaciones, indicada por la autoridad.

c) Acceso al espacio de trabajo. Todo equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones debe ser accesible por medio de una entrada o un pasillo libres de obstrucciones de no menos de 60 centímetros de ancho y no menos de 2.00 metros de altura.

d) Medios de desconexión. Se debe proporcionar un interruptor automático o un interruptor de desconexión que desconecte uno o más sitios del equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones desde una ubicación remota. Los medios de desconexión se deben proporcionar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe ser capaz de bloquearse en la posición de abierto. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o al interruptor automático como medios requeridos para ser instalados a y permanecer con el equipo.

626-23. Pórtico aéreo o sistema de manejo del cable.

a) Manejo del cable. El equipo del espacio de estacionamiento electrificado para camiones proporcionado tanto por un pórtico aéreo o desde sistemas de manejo del cable, se utilizará un cable de alimentación permanentemente unido al equipo de alimentación de dicho espacio. Se permitirán otros tipos de cable y ensambles aprobados como adecuados para dicho propósito, incluida la opción de comunicaciones híbridas, señales y cables de fibra óptica compuesto.

b) Liberación de la tensión mecánica. Se debe proporcionar medios para evitar que la tensión mecánica se transmita a las terminales del alambrado. El cable o cables de alimentación unidos permanentemente deben tener medios para desenergizar los conductores del cable y el dispositivo de alimentación de energía durante la exposición a una tensión mecánica que podría resultar en el daño del cable o su separación del dispositivo de alimentación de energía y exposición de partes vivas.

626-24. Medios de conexión del equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones.

a) Generalidades. Cada camión debe estar alimentado desde un equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones a través de cables o cordones para servicio extra pesado adecuado. Cada conexión al equipo se debe hacer mediante un sólo ensamble separable de cables de alimentación.

b) Contacto. Todos los contactos deben ser aprobados y del tipo de puesta a tierra. Cada espacio de estacionamiento de camiones con alimentación eléctrica deberá estar equipado con (b)(1) y (b)(2):

(1) Un máximo de tres contactos, cada uno del tipo de puesta a tierra, dos polos, tres hilos, con valor nominal de 20 amperes, 125 volts y dos de los tres conectados a dos circuitos derivados separados.

NOTA: Para las configuraciones de los contactos del tipo sin bloqueo y con puesta a tierra de 20 amperes, ver Apéndice B.

(2) Un solo contacto de 3 polos, cuatro hilos del tipo de puesta a tierra, monofásico, con valor nominal de 30 amperes, 208Y/120 volts ó 125/250 volts. Se permitirá usar el contacto de 125/250 volts en un circuito monofásicos de 208Y/120 volts.

NOTA: Para diversas configuraciones de los contactos de 30 amperes del pin y funda, ver Apéndice B

Excepción: Cuando el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones proporcione las funciones de calefacción aire acondicionado y climatización, sin requerir una conexión eléctrica directa en el camión, se requiere sólo los dos contactos identificados en 626-24(b)(1).

c) Medios de desconexión del espacio de estacionamiento. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones se deberá proporcionar con un interruptor o interruptor automático para la desconexión de la alimentación para dicho espacio de estacionamiento. Los medios de desconexión se deben proporcionar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe ser capaz de bloquearse en la posición de abierto. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o al interruptor automático como el medio requerido para ser instalado a y permanecer con el equipo.

d) Protección del personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra. El equipo del espacio de estacionamiento electrificado para camiones debe estar diseñado y construido de tal manera que todas las salidas de contactos de 626-24 se proporcionen con protección para el personal con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

626-25. Ensamble separable del cable de alimentación. El ensamble separable del cable de alimentación, que consiste de un cordón de alimentación, un conector de cordón y una clavija de conexión destinado para la conexión con una entrada superficial bridada del camión, debe ser de un tipo aprobado. El ensamble o ensambles del cable de alimentación deben estar identificados y ser de uno de los tipos y de los valores nominales que se especifican en 626-25 (a) y (b). No se deben utilizar cordones con adaptadores y extremos en espiral, cordones de extensión y elementos similares.

a) Valores nominales.

1) Ensamble del cable de alimentación de 20 amperes. El equipo con un contacto de 20 amperes, 125 volts, de acuerdo con 626-24(b)(1), debe utilizar un ensamble aprobado de cable de alimentación de 20 amperes.

Excepción: Se permitirá utilizar un ensamble separable adecuado del cable de alimentación, ya sea de trabajo pesado o extra pesado y con valor nominal de 15 amperes, 125 volts para la conexión de un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes.

2) Ensamble del cable de alimentación de 30 amperes. El equipo con un contacto de 30 amperes, 208Y/120 volts o 125/250 volts, de acuerdo con 626-24(b)(2), debe utilizar un ensamble principal aprobado del cable de alimentación de 30 amperes.

b) Cordón de alimentación.

1) Conductores. El cordón debe ser de un tipo aprobado con tres o cuatro conductores para conexión monofásica, uno de los conductores debe ser identificado de acuerdo con 400-23.

Excepción: Se permitirá utilizar un ensamble separable aprobado del cable de alimentación con tres conductores, uno de los conductores debe estar identificado de acuerdo con 400-23 y tener valor nominal de 15 amperes, 125 volts, para la conexión de un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes.

2) Cordón. Se permitirán cordones y cables flexibles para uso extra pesado, con capacidad mínima de 90 °C, 600 volts; aprobados tanto para lugares mojados y resistentes a la luz solar y que tengan una cubierta externa con valor nominal para ser resistentes a temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas, cuando es necesaria la flexibilidad entre el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, el tablero de alumbrado y control y la entrada superficial bridada en el camión.

Excepción: Se permitirá que los cordones para el ensamble separable del cable de alimentación para conexiones de 15 y 20 amperes sean del tipo para uso pesado.

3) Longitud total del cordón. La longitud expuesta del cordón se debe medir desde la superficie de la clavija de conexión hasta el punto de entrada al camión o la superficie de la entrada superficial bridada, o hasta el punto donde el cordón entra en el camión. La longitud total del cable no excederá los 7.50 metros, a menos que tenga un sistema de manejo del cable que esté aprobado como adecuado para dicho propósito.

4) Clavija de conexión. La clavija o clavijas de conexión deben ser aprobadas, por sí solas o como parte de un ensamble de cordón, para dicho propósito y deben ser moldeados o instalados en el cordón flexible de manera que quede asegurada firmemente al cordón en el punto donde el cordón entra a la clavija de conexión. Si se utiliza una tapa en ángulo recto, la configuración se debe orientar de forma tal que el elemento de puesta a tierra esté lo más lejos posible del cordón. Cuando se proporciona un cordón flexible, la clavija de conexión debe cumplir con 250-138(a).

a. Conexión a un contacto de 20 amperes. El ensamble separable del cable de alimentación para la conexión a la entrada superficial bridada del camión, con valor nominal de 20 amperes, debe tener una clavija de conexión del tipo sin bloqueo que debe ser de 2 polos, tres hilos, de puesta a tierra y con valor nominal de 20 amperes, 125 volts y que esté destinada para su uso con el contacto de 20 amperes, 125 volts.

Excepción: Un ensamble separable del cable de alimentación, con un valor nominal de 15 amperes, proporcionado sólo para la conexión de un calefactor de bloque del motor, debe tener una clavija de conexión que debe ser de 2 polos, tres hilos, de puesta a tierra con valor nominal de 15 amperes, 125 volts.

NOTA: Para las configuraciones de los contactos del tipo sin bloqueo y puesta a tierra de 20 amperes, ver Apéndice B.

b. Conexión a un contacto de 30 amperes. El ensamble separable del cable de alimentación para la conexión a la entrada superficial bridada de un camión, con valor nominal de 30 amperes, debe tener una clavija de conexión de 3 polos, cuatro hilos, de puesta a tierra con valor nominal de 30 amperes, 208Y/120 volts ó 125/250 volts, y destinada para su uso con el contacto de acuerdo con 626-24(b)(2). Se permitirá utilizar una clavija de conexión de 125/250 volts en un circuito monofásico de 208Y/120 volts.

NOTA: Para las diversas configuraciones de los contactos de 30 amperes de pin y funda, ver Apéndice B.

5) Conector del cordón. El conector del cordón para un ensamble separable del cable de alimentación, como se especifica en 626-25(a)(1), debe ser de 2 polos, tres hilos, de puesta a tierra con valor nominal de 20 amperes, 125 volts. El conector del cordón para un ensamble separable del cable de alimentación, como se especifica en 626-25(a)(2), debe ser de 3 polos, cuatro hilos, de puesta a tierra con valor nominal de 30 amperes, 208Y/120 volts ó 125/250 volts. Se permitirá utilizar el conector del cordón de 125/250 volts en un circuito monofásico de 208Y/120 volts.

Excepción: El conector del cordón para un ensamble separable del cable de alimentación, con valor nominal de 15 amperes, proporcionado para la conexión de un calefactor de bloque del motor para los vehículos existentes, debe tener una clavija de conexión que sea de 2 polos, tres hilos, de puesta a tierra y con valor nominal de 15 amperes, 125 volts.

NOTA: Para las diversas configuraciones de los conectores del cordón de 30 amperes, ver Apéndice B.

626-26. Pérdida de la fuente primaria. Se proporcionarán medios de tal manera que, en caso de pérdida de tensión desde la red pública u otros sistemas eléctricos, la energía eléctrica no pueda retroalimentarse a través del camión y el equipo de alimentación del camión hasta el sistema de alambrado del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, a menos que se permita en 626-27.

626-27. Sistemas interactivos. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones y otras partes de un sistema, estén dentro o fuera del vehículo, que estén destinadas e identificadas para ser interconectadas a un vehículo y también servir como un sistema de reserva opcional, o una fuente de generación de energía eléctrica, o proporcionar una alimentación bidireccional de potencia, debe estar aprobado como adecuado para tal propósito. Cuando se utiliza como sistema de reserva opcional, se deben aplicar los requisitos del Artículo 702, y cuando se utiliza como una fuente de generación de energía eléctrica, se deben aplicar los requisitos del Artículo 705.

D. Unidades refrigeradas de transporte (UTR)

626-30. Unidades refrigeradas de transporte. Los espacios de estacionamiento electrificado para camiones destinados para alimentar unidades refrigeradas de transporte deben incluir un circuito derivado individual y contacto para la operación de las unidades de refrigeración/calefacción. El contacto asociado con la unidad refrigerada de transporte se debe proporcionar además de los contactos que se requieren en 626-24 (b).

a) Circuitos derivados. Los espacios para las unidades refrigeradas de transporte deben estar alimentados desde circuitos derivados de 208 volts, trifásicos o de 480 volts, trifásicos y con un conductor de puesta a tierra de equipos.

b) Equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones. El equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, o una parte de él, que proporciona energía eléctrica para la operación de las unidades refrigeradas de transporte, debe ser independiente de las cargas que se indican en la Parte C del Artículo 626.

626-31. Medios de desconexión y contactos.

a) Medios de desconexión. Se deben proporcionar medios de desconexión para aislar cada unidad refrigerada de su conexión de alimentación. Un medio de desconexión se debe proporcionar e instalar en un lugar fácilmente accesible y debe ser capaz de bloquearse en la posición de abierto. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático como el medio requerido para instalarse en y permanecer con el equipo.

b) Ubicación. El medio de desconexión debe ser fácilmente accesible, estar ubicado a no más de 75 centímetros del contacto que controla, y ubicado en el circuito de alimentación antes del contacto. Se permitirán como medios de desconexión los interruptores o interruptores automáticos ubicados en las salidas de fuerza que cumplan con esta sección.

c) Contactos. Todos los contactos deben ser aprobados y del tipo de puesta a tierra. Todo espacio de estacionamiento electrificado para camiones, destinado para proporcionar una alimentación eléctrica para unidades refrigeradas de transporte debe estar equipado con uno o ambos de los siguientes contactos:

(1) Un contacto de 30 amperes, 480 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos.

(2) Un contacto de 60 amperes, 208 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos.

NOTA: Para los detalles completos de la configuración del contacto de 30 amperes de pin y manguito para contenedores refrigerados (unidades refrigeradas de transporte). Para las diversas configuraciones del contacto de 60 amperes de pin y manguito, ver Apéndice B.

626-32. Ensamble separable del cable de alimentación. El ensamble separable del cable de alimentación, que consta de un cordón con clavija de conexión y conector de cordón, debe ser de uno de los tipos y valores nominales que se especifican en 626-32(a), (b) y (c). No se deben utilizar cordones con adaptadores y extremos en espiral, cordones de extensión y elementos similares.

a) Valor(es) nominal(es). El ensamble del cable de alimentación debe ser aprobado y ser de un valor nominal de acuerdo con (1) o (2) siguientes:

(1) 30 amperes, 480 volts, trifásico.

(2) 60 amperes, 208 volts, trifásico.

b) Ensambles de cordón. El cordón debe ser de un tipo aprobado, con cuatro conductores, para conexión trifásica, uno de los cuales debe estar identificado de acuerdo con 400-23 para su uso como conductor de puesta a tierra de equipos. Cuando se necesita flexibilidad entre el equipo de alimentación del espacio de estacionamiento electrificado para camiones, y la entrada o entradas en la unidad refrigerada de transporte, se permitirán cables para uso extra pesado, con temperatura nominal mínima de 90 °C, 600 volts; aprobados tanto para lugares mojados y resistentes a la luz solar y que tengan una cubierta externa para ser resistentes a temperaturas extremas, aceite, gasolina, ozono, abrasión, ácidos y sustancias químicas.

c) Clavija(s) de conexión y conector(es) de cordón. Cuando un cordón flexible se proporciona con una clavija de conexión y un conector de cordón, estos elementos deben cumplir con 250-138(a). La(s) clavija(s) de conexión y el(los) conector(es) de cordón deben ser aprobados, por sí mismos o como parte del ensamble de cable de alimentación, para tal propósito y debe ser moldeado o instalado en el cordón flexible de manera que quede asegurado firmemente al cordón en el punto en el que éste entra en la clavija de conexión o al conector de cordón. Si se utiliza una tapa en ángulo recto, la configuración se debe orientar de forma que el elemento de puesta a tierra esté lo más lejos posible del cordón. Una clavija de conexión y conector del cordón para la conexión de un camión o un remolque deben tener un valor nominal de acuerdo con (1) o (2) siguientes:

(1) 30 amperes, 480 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos y destinado para utilizarlos con contactos y entradas de 30 amperes, 480 volts, trifásicas, 3 polos, cuatro hilos respectivamente, o

(2) 60 amperes, 208 volts, trifásico, 3 polos, cuatro hilos y destinados para utilizarlos con contactos y entradas de 60 amperes, 208 volts, trifásicas, 3 polos, cuatro hilos respectivamente.

NOTA: Para detalles completos de la configuración del contacto de 30 amperes de pin y manguito para contenedores refrigerados (unidades refrigeradas de transporte), ver Apéndice B.

ARTICULO 630

MAQUINAS DE SOLDAR ELECTRICAS

A. Disposiciones generales

630-1. Alcance. Este Artículo cubre las máquinas de soldar de arco eléctrico, aparatos de soldar por resistencia, corte por plasma y otros equipos similares de soldadura y corte que se conectan a una fuente de energía eléctrica.

B. Máquinas de soldar de arco

630-11. Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de alimentación de las máquinas de soldar debe cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Máquinas de soldar individuales. La ampacidad de los conductores de alimentación no debe ser menor al valor I_{1eff} de la placa de características. De manera alternativa, si no se da el I_{1eff}, la ampacidad de los conductores de alimentación no debe ser menor al valor de corriente determinado al multiplicar la corriente nominal del primario en amperes, dada en la placa de características de la máquina de soldar, por el factor que se indica en la Tabla 630-11(a), basado en el régimen de trabajo de la soldadora.

b) Grupo de máquinas de soldar. La ampacidad mínima de corriente de los conductores se debe basar en las corrientes de cada máquina de soldar determinadas en (a) anterior, como la suma del 100 por ciento de las dos soldadoras más grandes, más el 85 por ciento de la tercera soldadora más grande, más el 70 por ciento de la cuarta soldadora más grande, más el 60 por ciento de las soldadoras restantes.

Excepción: Se permitirán porcentajes menores a los indicados en (b) anterior en los casos en que el trabajo sea tal que un régimen de trabajo de alto funcionamiento para las soldadoras individuales, sea imposible.

NOTA: El régimen de trabajo considera la aplicación de la carga de las soldadoras con base en el uso que se va a hacer de cada soldadora y de la cantidad de soldadoras que estarán en uso simultáneamente y que son alimentadas por los mismos conductores. El valor de la carga utilizado para cada soldadora considera tanto la magnitud como la duración de la carga mientras la soldadora está en uso.

Tabla 630-11(a).- Factores de multiplicación para el régimen de trabajo para soldadoras de arco

Régimen de trabajo	Multiplicador para soldadores de arco	
	Sin motor-generador	Con motor-generador
100	1	1
90	0.95	0.96
80	0.89	0.91
70	0.84	0.86
60	0.78	0.81
50	0.71	0.75
40	0.63	0.69
30	0.55	0.62
20 ó menos	0.45	0.55

630-12. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar de arco debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) siguientes. Cuando los valores determinados en esta sección no corresponden con el valor de corriente nominal normalizado que se da en 240-6, o cuando los valores nominales o de ajuste especificados conduzcan a la apertura innecesaria del dispositivo de protección contra sobrecorriente, se permitirá tomar el valor nominal o de ajuste inmediato superior.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable que no sea mayor que 200 por ciento de I_{1max}. De manera alternativa, si no se proporciona el valor de I_{1max}, la protección contra sobrecorriente debe tener un valor de corriente o ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de la corriente nominal del primario de la soldadora.

No se requiere dispositivo de sobrecorriente para máquinas de soldar cuando sus conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no más de 200 por ciento I_{1max} o de la corriente eléctrica primaria de la máquina de soldar.

b) Para conductores. Los conductores que alimenten una o más máquinas de soldar deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente nominal o ajustable a no más de 200 por ciento de la ampacidad del conductor.

NOTA: I_{1max} es el valor máximo de la corriente nominal de alimentación a la capacidad nominal máxima. I_{1eff} es el valor máximo de la corriente eficaz de alimentación, calculado a partir de la corriente nominal de alimentación (I_1), el régimen de trabajo correspondiente (factor de trabajo) (X) y la corriente de alimentación sin carga (I_0) mediante la siguiente fórmula:

$$I_{1eff} = \sqrt{I_1^2 X + I_0^2 (1 - X)}$$

630-13. Medios de desconexión. Debe suministrarse un medio de desconexión identificado en el circuito de alimentación de cada máquina de soldar de arco que no esté equipada con un desconectador montado como una parte integral de la soldadora.

Los medios de desconexión deben ser un desconectador o un interruptor automático y su capacidad no debe ser menor que la necesaria para ofrecer una protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo especificado en 630-12.

630-14. Marcado.

Las soldadoras de arco deben tener una placa de datos que contenga la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante

(2) Frecuencia

(3) Número de fases

(4) Tensión en el primario

(5) I_{1max} e I_{1eff}, o corriente nominal del primario.

(6) Tensión máxima en el circuito abierto

(7) Corriente nominal del secundario y

(8) Base de las condiciones nominales, tal como el régimen de trabajo.

630-15. Puesta a tierra del circuito del secundario del soldador. Los conductores del circuito del secundario de una soldadora de arco, que consten del conductor de electrodo y del conductor de trabajo, no se deben considerar como alambrado del inmueble para los fines de la aplicación del Artículo 250.

NOTA: La conexión de los circuitos del secundario de la soldadora a objetos puestos a tierra puede crear trayectorias paralelas y causar corrientes objetables en los conductores de puesta a tierra de equipos.

C. Soldadoras por resistencia

630-31. Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de alimentación de las soldadoras por resistencia, necesaria para limitar la caída de tensión a un valor permisible para el funcionamiento satisfactorio de la soldadora, es usualmente más grande que la requerida para prevenir sobrecalentamiento como se indica en (a) y (b).

a) Máquinas de soldar individuales. La ampacidad nominal de los conductores de alimentación de las máquinas de soldadoras individuales debe cumplir con lo siguiente:

1) La ampacidad de los conductores de alimentación para una soldadora que puede ser operada a diferentes tiempos, a diferentes valores de corriente primaria o ciclo de trabajo, no debe ser menor que 70 por ciento de la corriente nominal del primario para máquinas de soldar de costura y de alimentación automática; 50 por ciento de la corriente nominal del primario para soldadoras de operación manual.

2) La ampacidad de los conductores de alimentación para una soldadora alambrada para una operación específica, de la cual se conocen la corriente real del primario y el ciclo de trabajo y permanecen sin cambio, no debe ser menor que el producto de la corriente eléctrica nominal de alimentación por el factor que se especifica en la Tabla 630-31(a)(2) para el ciclo de trabajo al cual operará la soldadora.

Tabla 630-31(a)(2).- Factores de multiplicación del régimen de trabajo para soldadoras por resistencia

Ciclo de trabajo									
Por ciento	50	40	30	25	20	15	10	7.5	5 ó menos
Factor	0.71	0.63	0.55	0.50	0.45	0.39	0.32	0.27	0.22

b) Grupo de máquinas de soldar. La ampacidad de los conductores que alimenten a dos o más soldadoras no debe ser menor que la suma del valor obtenido de acuerdo con lo indicado en 630-31(a)

anterior para la soldadora más grande y 60 por ciento de los valores obtenidos para todas las demás soldadoras.

NOTA: Explicación de términos.

1. Corriente nominal del primario. Resulta de dividir los kVA nominales multiplicados por 1000 y divididos entre la tensión nominal del primario, usando los valores de la placa de datos de la soldadora.

2. Corriente real del primario. Es la corriente demandada al circuito de alimentación durante cada operación de soldadura aplicada a un caso particular.

3. El ciclo de trabajo. Es el por ciento de tiempo durante el cual la soldadora está bajo carga. Por ejemplo, una máquina de soldar de puntos, alimentada con un sistema de 60 hertz (216 000 ciclos por hora), haciendo 400 puntos de soldadura por hora, con una duración de quince ciclos por cada punto de soldadura, tendría un ciclo de trabajo de 2.8 por ciento (400 multiplicado por 15 dividido entre 216 000 y multiplicado por 100). Una máquina de soldar de costura que opere dos ciclos dentro y dos ciclos fuera, tendría un ciclo de trabajo de 50 por ciento.

630-32. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para máquinas de soldar por resistencia, debe estar de acuerdo con lo indicado en los incisos (a) y (b) que siguen. Cuando la capacidad especificada del dispositivo de sobrecorriente sea menor que un valor normalizado, o cuando el ajuste del valor especificado provoque una operación innecesaria del dispositivo, se permite el uso de un dispositivo de capacidad nominal o ajustable inmediata superior siempre que no rebase el siguiente valor de corriente nominal estándar.

a) Para máquinas de soldar. Cada máquina de soldar debe tener protección contra sobrecorriente nominal o ajustable, que no sea mayor que 300 por ciento de la corriente primaria nominal de la soldadora. No se exigirá un dispositivo independiente de protección contra sobrecorriente para las soldadoras cuyos conductores de alimentación estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de valor nominal o de ajuste de disparo no mayor al 200 por ciento de la corriente nominal del primario de la soldadora.

b) Para conductores. Los conductores que alimentan a una o más soldadoras, deben estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustable a no más de 300 por ciento de la ampacidad del conductor.

630-33. Medios de desconexión. Se debe proveer un desconectador o interruptor automático con el que cada soldadora por resistencia y su equipo de control puedan desconectarse del circuito de alimentación. La capacidad de corriente de este medio de desconexión no debe ser menor que la ampacidad del conductor, determinada según 630-31.

Se permite que el desconectador del circuito de alimentación sea el medio de desconexión de la soldadora cuando el circuito alimenta solamente una soldadora.

630-34. Marcado. Debe suministrarse una placa de datos para cada soldadora por resistencia que contenga la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante

(2) Frecuencia

(3) Tensión en el primario

(4) kilovoltamperes nominales con un ciclo de trabajo de 50 por ciento

(5) Tensión máxima y mínima de circuito abierto en el secundario

(6) corriente de cortocircuito en el secundario a máxima tensión del secundario

(7) Ajuste especificado de la abertura de los electrodos (brazos).

D. Cable para soldadoras

630-41. Conductores. El aislamiento de los conductores instalados en el circuito secundario de las máquinas de soldar eléctricas debe ser retardante a la flama.

630-42. Instalación. Se permitirá instalar los cables en una charola portacables dedicada, como se establece en los incisos (a), (b) y (c).

a) Soporte del cable. La canalización para el cable debe tener soportes a intervalos no mayores a 15 centímetros.

b) Propagación del fuego y de productos de combustión. La instalación debe estar de acuerdo con lo indicado en 300-21.

c) Anuncios. Debe colocarse un anuncio permanente en la charola portacables a intervalos no mayores a 6.00 metros. La señal debe decir **"Charola portacables para máquinas soldadoras solamente"**.

ARTICULO 640

EQUIPOS DE PROCESAMIENTO, AMPLIFICACION Y REPRODUCCION DE SEÑALES DE AUDIO

A. Disposiciones generales.

640-1. Alcance. Este Artículo cubre al equipo y al alambrado utilizado para la generación, grabación, procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio; distribución de sonido; voceo al público; sistemas de entrada de discursos; instalación de sistemas de audio temporales; órganos electrónicos y otros instrumentos musicales electrónicos. También se incluyen los sistemas de audio tratados en el Artículo 517, Parte F y los Artículos 518, 520, 525 y 530.

NOTA 1: Ejemplos de ubicaciones con sistemas distribuidos de audio instalados permanentemente son, pero no se limitan a, restaurantes, hoteles, oficinas, centros comerciales y tiendas al detalle, iglesias y escuelas. En ubicaciones con equipo instalado tanto permanente como portátil se incluyen, pero no se limitan a, las residencias, auditorios, teatros, estadios y estudios de cine y televisión. Entre las instalaciones temporales se hallan, pero no se limitan a, los auditorios, teatros, estadios (los que tienen sistemas instalados temporales y permanentes) y los eventos al aire libre tales como ferias, festivales, circos, eventos públicos y conciertos.

NOTA 2: Este Artículo excluye de forma específica los dispositivos de señalización de alarmas contra robo y contra incendio.

640-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones.

Altavoz potenciado. Equipo que consta de un altavoz y un amplificador dentro del mismo envolvente. También se puede incluir otro procesamiento de señal.

Altavoz. Equipo que convierte una señal eléctrica de corriente alterna en una señal acústica. El término parlante se emplea comúnmente para significar altavoz.

Amplificador o preamplificador de audio. Equipo electrónico que incrementa la corriente o la tensión, o ambas, potencial de una señal de audio con el fin de ser usado por otra parte del equipo de audio. Amplificador es el término empleado para denotar un amplificador de audio dentro de este Artículo.

Autotransformador de audio. Transformador con un solo bobinado y derivaciones múltiples para emplearse con una señal de salida de altavoz amplificador.

Bastidor del equipo. Armazón para el soporte o el envolvente, o ambos, del equipo. Puede ser portátil o estacionario. Ver Apéndice B.

Cable abandonado de distribución de audio. Cable instalado de distribución de audio que no termina en un equipo y no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

Equipo de procesamiento de señales de audio. Equipo operado eléctricamente que produce o procesa, o ambos, señales electrónicas que, cuando se amplifican y reproducen de forma adecuada mediante un altavoz, producen una señal acústica dentro del rango de la audición humana normal (por lo general 20-20 kHz). Dentro de este Artículo, se asume que los términos equipo y equipo de audio son equivalentes a equipo de procesamiento de señales de audio.

NOTA: Este equipo incluye, pero no se limitan a entre otros, altavoces, audífonos, preamplificadores, micrófonos, y sus fuentes de alimentación; mezcladores, equipo MIDI (de interfaz digital de instrumentos musicales, Musical instrumento digital interface) u otros sistemas digitales de control, ecualizadores, compresores y otros equipos de procesamiento de señales de audio; grabación de medios auditivos y equipo de reproducción incluyendo tornamesas, tocacintas y tocadiscos (en audio y multimedia), sintetizadores, generadores de tonos y órganos electrónicos. Los órganos y los sintetizadores electrónicos pueden tener amplificación y altavoces integrales o separados. Con excepción de las salidas del amplificador, prácticamente todo este equipo se emplea para procesar señales (empleando técnicas análogas o digitales) que tengan niveles inofensivos de tensión o corriente.

Equipo Portátil. Equipo alimentado con cordones o cables portátiles, previsto para moverlo de un lugar a otro.

Equipo temporal. Alambrado y equipo portátiles proyectados para emplearse en eventos de naturaleza transitoria o temporal donde se presume que todo el equipo se va a retirar al concluir el evento.

Impedancia de carga nominal. Impedancia del altavoz marcada o establecida por el fabricante del amplificador, en la que un amplificador entregará su potencia nominal de salida. Las impedancias nominales típicas son 2, 4 y 8 ohms.

Mezclador. Equipo empleado para combinar e igualar el nivel de una multiplicidad de señales electrónicas, tales como las provenientes de los micrófonos, instrumentos electrónicos y grabadoras de audio.

Mezclador-Amplificador. Equipo que combina las funciones de un mezclador con las de un amplificador dentro de un solo envolvente.

Potencia máxima de salida. La potencia máxima de salida entregada por un amplificador a su carga nominal según se determina bajo condiciones de prueba especificadas. Esta puede sobrepasar la potencia nominal de salida del fabricante para el mismo amplificador.

Potencia nominal de salida. La potencia de salida marcada o establecida por el fabricante del amplificador, en su carga nominal.

Sistema de audio. Dentro de este Artículo, es la totalidad del equipo y alambrado de interconexión empleado para fabricar un sistema completamente funcional de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio.

Sistema técnico de potencia. Sistema eléctrico de distribución con puesta a tierra de acuerdo con 250-146 (d), cuando el conductor de puesta a tierra de equipos se separa del conductor puesto a tierra de los inmuebles, excepto en una terminal puesta a tierra dentro del panel de distribución del circuito derivado o donde se origina el circuito derivado (interruptor automático principal) o en el electrodo de puesta a tierra del inmueble.

Tensión nominal de salida. Para amplificadores de audio del tipo de tensión constante, es la tensión nominal de salida cuando el amplificador está entregando su potencia nominal plena. La tensión nominal de salida se emplea para determinar la salida acústica aproximada en sistemas de altavoces distribuidos que por lo general emplean transformadores de igualación de impedancia. Las tensiones nominales típicas son 25 volts, 70.7 volts y 100 volts.

Transformador de Audio. Transformador con dos o más bobinados separados eléctricamente y múltiples derivaciones, proyectado para emplearse con una señal de salida de un altavoz amplificador.

640-3. Ubicaciones y otros Artículos. Los circuitos y el equipo deben cumplir con los incisos (a) hasta (m), según aplique.

a) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Se debe aplicar 300-21.

b) Ductos, plenum y otros espacios para manejo de aire. Ver 300-22 para los circuitos y equipos instalados en ductos o plenums u otros espacios empleados para aire ambiental.

c) Charolas portacables. Las charolas portacables deben emplearse de acuerdo con el Artículo 392.

NOTA: Con respecto al uso de cable Clase 2, Clase 3 y del tipo PLTC en charolas portacables, ver 725-154(c).

d) Lugares (clasificados) peligrosos. El equipo empleado en lugares (clasificados) peligrosos debe cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

e) Sitios de reunión. El equipo empleado en sitios de reunión debe cumplir con las disposiciones del Artículo 518.

f) Teatros, áreas para el público en estudios de cine y televisión y lugares similares. El Equipo empleado en teatros, áreas para el público en estudios de cine y televisión y los lugares similares deben cumplir con las disposiciones del Artículo 520.

g) Carnavales, circos, ferias y eventos similares. El equipo empleado en carnavales, circos, ferias y eventos similares debe cumplir con las disposiciones del Artículo 525.

h) Estudios de cine y televisión. El equipo empleado en estudios de cine y televisión debe cumplir con las disposiciones del Artículo 530.

i) Albercas, fuentes y lugares similares. El equipo de audio empleado en las albercas, fuentes y ubicaciones similares, o cerca de tales lugares, debe cumplir con las disposiciones del Artículo 680.

j) Sistemas combinados. Cuando se permita la combinación de sistemas de audio para llamado por altavoces o música, o ambos, con sistemas de alarma contra incendios, el alambrado deberá cumplir con las disposiciones del Artículo 760.

NOTA: En cuanto a los requisitos de instalación de tales sistemas combinados ver Apéndice B.

k) Antenas. El equipo empleado en sistemas de audio que contenga un sintonizador de audio o video y una entrada de antena debe cumplir con las disposiciones del Artículo 810. El alambrado diferente al de la antena que conecta dicho equipo a otro equipo de audio debe cumplir con las disposiciones de este Artículo.

l) Generadores. Los generadores se deben instalar de acuerdo con 445-10 hasta 445-12, 445-14 hasta 445-16 y 445-18. La puesta a tierra de los generadores portátiles y montados en vehículos se debe hacer de acuerdo con 250-34.

m) Organos de tubo. La incorporación de órganos de tubos a órganos electrónicos debe hacerse de acuerdo con 650-4 hasta 650-8.

640-4. Protección del equipo eléctrico. Los amplificadores, altavoces y otros equipos deben ubicarse o resguardarse de modo que se protejan contra la exposición a la intemperie o contra daños físicos tales que puedan provocar un incendio, choque eléctrico o riesgo a las personas.

640-5. Acceso a equipo eléctrico atrás de los tableros diseñados para permitir dicho acceso. No se debe obstaculizar el acceso al equipo, por la acumulación de alambres y cables que impidan la remoción de los paneles, incluso los del plafón suspendido.

640-6. Ejecución mecánica del trabajo.

a) De manera ordenada y profesional. El equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio, los cables y los circuitos se deben instalar de manera ordenada y profesional.

b) Instalación de los cables de distribución de audio. Los cables instalados expuestos sobre la superficie de plafones y paredes laterales se deben soportar de forma tal que los cables de distribución de audio no se deterioren debido al uso normal del edificio. Dichos cables se deben sujetar con correas, grapas, amarres de cable, soportes colgantes o accesorios similares diseñados e instalados de manera que no dañen el cable. La instalación se debe hacer de acuerdo con 300-4 y 300-11(a).

c) Cables abandonados de distribución de audio. Se debe retirar la parte accesible de los cables abandonados de distribución de audio.

d) Cable de distribución de audio instalado e identificado para uso futuro.

1) Los cables identificados para uso futuro deben estar marcados con una etiqueta con durabilidad suficiente para soportar las condiciones ambientales implicadas.

2) Las etiquetas de los cables deben tener la siguiente información:

(1) La fecha en la cual se identificó el cable para uso futuro.

(2) Fecha proyectada de uso.

(3) Información relacionada con el uso futuro proyectado del cable.

640-7. Puesta a tierra

a) Generalidades. Los ductos y los canales auxiliares deben estar conectadas a uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos, a un puente de unión de equipos o al conductor puesto a tierra, cuando así lo permitan o exijan 250-92(b)(1) ó 250-142. Cuando el ducto o canal auxiliar no contenga alambres de alimentación, no se exigirá que el conductor de puesta a tierra de equipos sea más grande que el tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) de cobre o su equivalente. Cuando el ducto o canal auxiliar contenga alambres de alimentación, el conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor que el especificado en 250-122.

b) Sistemas derivados separados con 60 volts a tierra. La puesta a tierra de sistemas derivados separados con 60 volts a tierra debe realizarse de acuerdo con 647-6.

c) Contactos de puesta a tierra aislada. Se permitirán los contactos del tipo de puesta a tierra aislada como se describe en 250-146(d) y para la implementación de otros sistemas técnicos de potencia en conformidad con el Artículo 250. Para sistemas derivados separados con 60 volts a tierra, el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito derivado debe conectarse de la manera exigida en 647-6(b).

NOTA: Ver 406-3(d) para información referente a contactos del tipo de puesta a tierra y la identificación exigida.

640-8. Agrupación de conductores. Los conductores aislados de distintos sistemas, juntos o agrupados de modo que permanezcan en contacto físico muy estrecho entre sí, en la misma canalización u otro envolvente o en cordones o cables portátiles, deben cumplir los requisitos de 300-3(c)(1).

640-9. Métodos de alambrado.

a) Alambrado hacia y entre equipos de audio.

1) Alambrado de alimentación. El alambrado y el equipo desde la fuente de alimentación hasta y entre los dispositivos conectados a los sistemas de alambrado de los inmuebles, deben cumplir con los requisitos de los Capítulos 1 al 4, excepto lo que se modifique en este Artículo.

2) Sistemas de alimentación derivados separados. Los sistemas derivados separados deben cumplir con los Artículos aplicables de esta NOM, excepto lo que se modifique en este Artículo. Se permitirá emplear

los sistemas derivados separados con 60 volts a tierra en instalaciones de sistemas de audio como se especifica en el Artículo 647.

3) Otros alambrados. Todo alambrado no conectado al sistema de alambrado de los inmuebles o a un sistema de alambrado derivado separado del sistema de alambrado de los inmuebles debe cumplir con el Artículo 725.

b) Alambrado de alimentación auxiliar. El equipo que tiene una entrada separada para una alimentación auxiliar debe alambrarse de acuerdo con el Artículo 725. La instalación de baterías debe estar de acuerdo con el Artículo 480. Esta sección no se aplica al empleo de equipo de sistemas ininterrumpibles de alimentación ni a otras fuentes de alimentación, proyectadas para actuar como reemplazo directo de la fuente primaria de alimentación y que están conectadas al circuito primario de alimentación.

NOTA: Cuando se emplee un equipo para un sistema de alarma contra incendios, ver Apéndice B.

c) Alambrado de salida y listado de amplificadores. Se permitirá que los amplificadores con circuitos de salida que transportan señales de programas de audio empleen alambrado de Clase 1, Clase 2 o Clase 3 cuando el amplificador esté aprobado y marcado para una clase específica del método de alambrado. Dicho Marcado debe garantizar que la salida de energía sea equivalente al riesgo de choque e incendio de la misma clase como se establece en el Artículo 725. Debe proveerse protección contra sobrecorriente y se permitirá que ésta sea parte del amplificador.

Los circuitos de salida del amplificador de audio alambrados como Clase 1, se deben considerar equivalentes a los circuitos de Clase 1 y se deben instalar de acuerdo con 725-46, cuando aplique.

Los circuitos de salida de amplificadores de audio alambrados como Clase 2 o Clase 3, se deben considerar equivalentes a los circuitos de Clase 2 o Clase 3 respectivamente. Estos circuitos deben utilizar conductores aislados cumpliendo los requisitos de 725-179, y se deben instalar de acuerdo con 725-133 y 725-154.

d) Uso de transformadores de audio y autotransformadores. Los transformadores de audio y autotransformadores sólo deben emplearse para señales de audio y de manera que no se sobrepasen los valores de tensión de entrada o de salida, impedancia o limitaciones de potencia establecidos por el fabricante. Se permitirá que los alambres de entrada o de salida de los transformadores de audio o autotransformadores se conecten directamente a los terminales del amplificador o del altavoz. No se exigirá que las terminales o puntas sean puestas a tierra o unidas.

640-10. Sistemas de audio cercanos a cuerpos de agua. Los sistemas de audio cercanos a cuerpos de agua, ya sean naturales o artificiales, deben sujetarse a las restricciones especificadas en los incisos (a) y (b).

Excepción: Esta sección no incluye sistemas de audio destinados para emplearse en botes, yates u otras formas de transporte acuático o terrestre usados cerca de cuerpos de agua, ya sean alimentados o no por un circuito derivado.

NOTA: Ver 680-27(a) para la instalación de equipo de audio bajo el agua.

a) Equipo alimentado por un circuito derivado de potencia. El equipo de un sistema de audio alimentado por un circuito derivado de fuerza no debe colocarse lateralmente dentro de una distancia de 1.50 metros de la pared interior de una alberca, spa, bañera térmica o fuente, ni a una distancia menor de 1.50 metros de la marca de la marea alta. El equipo debe estar alimentado por un circuito derivado de fuerza protegido por un interruptor de circuito contra fallas a tierra cuando así lo exijan otros Artículos.

b) Equipo no alimentado por un circuito derivado de fuerza. El equipo de un sistema de audio alimentado por una fuente clasificada de Clase 2 o por la salida de un amplificador marcado para permitir alambrado de Clase 2 debe restringirse en cuanto a su ubicación únicamente por las recomendaciones del fabricante.

NOTA: La ubicación de la fuente de alimentación o del amplificador, si es alimentada por un circuito derivado de fuerza, debe cumplir con 640-10(a).

B. Instalaciones permanentes de sistemas de audio.

640-21. Uso de cordones y cables flexibles.

a) Entre el equipo y el circuito derivado de fuerza. Los cordones de alimentación para equipos de audio deben ser adecuados para ese uso y se permitirá emplearlos donde se facilite el intercambio, el mantenimiento o la reparación de dicho equipo usando un cordón de alimentación.

b) Entre altavoces y amplificadores o entre altavoces. Los cables empleados para conectar los altavoces entre sí o a un amplificador deben cumplir con lo dispuesto en el Artículo 725. Se permitirán otros ensambles y tipos de cables, incluyendo las comunicaciones opcionales híbridas, señales y cables compuestos de fibra óptica.

c) Entre equipos. Los cables empleados para la distribución de señales de audio entre equipos deben cumplir con el Artículo 725. Se permitirán otros ensambles y tipos de cables, incluyendo las comunicaciones opcionales híbridas, señales y cables compuestos de fibra óptica. Se permitirán otros tipos de cables y ensambles especificados por el fabricante del equipo como aceptables para su uso, de acuerdo con 110-3(b).

d) Entre el equipo y fuentes de alimentación diferentes de los circuitos derivados de potencia. Las siguientes fuentes de alimentación, diferentes de los circuitos derivados de fuerza, se deben instalar y alambrar entre los equipos, de acuerdo con los requisitos de esta NOM para la tensión y potencia entregada:

(1) Baterías de acumuladores

(2) Transformadores

(3) Transformadores con rectificadores

(4) Otras fuentes de alimentación de corriente alterna o corriente continua.

NOTA: Para algunos equipos, baterías y transformadores sirven como la única fuente de alimentación. Estos equipos podrían, a su vez, alimentarse de forma continua o intermitente por un circuito derivado de fuerza.

e) Entre los bastidores del equipo y los sistemas de alambrado de los inmuebles. Se permitirán cordones y cables flexibles para la conexión eléctrica de los bastidores de equipo instalado en forma permanente con el sistema de alambrado de los inmuebles para facilitar el acceso al equipo o con el propósito de aislar físicamente el sistema técnico de potencia del bastidor de la tierra de los inmuebles. La conexión debe realizarse empleando clavijas y contactos o mediante conexión directa dentro de un envolvente. Los cordones y cables flexibles no deben someterse a manipulación física o al abuso mientras el bastidor se encuentre en uso.

640-22. Alambrado de bastidores de equipo y envolventes. Los bastidores del equipo y los envolventes metálicos deben estar puestos a tierra. No se exigirá unión si el bastidor está conectado a una puesta a tierra técnica de potencia.

Los bastidores del equipo se deben alambrar de forma ordenada y profesional. Los alambres, cables, componentes estructurales u otro equipo deben ubicarse de tal manera que no impidan el acceso razonable a los interruptores de potencia del equipo y a los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito que puedan restablecerse o reemplazarse.

Los cordones o cables de alimentación, si se emplean, deben terminar dentro del envolvente del bastidor del equipo en un ensamble de conector identificado. Los cordones o cables de alimentación (y el ensamble del conector, si se usa) deben tener la suficiente ampacidad para conducir la carga total conectada al bastidor del equipo y deben protegerse mediante dispositivos contra sobrecorriente.

640-23. Conduit o tubería.

a) Número de conductores. El número de conductores permitidos en un solo conduit o tubería no debe exceder el porcentaje de ocupación especificado en la Tabla 1, Capítulo 10.

b) Tuco conduit o tubería no metálica y pasacables de aislamiento. Se permitirá el empleo de conduit o de tubería no metálica y de pasacables de aislamiento cuando se utilice un sistema técnico de potencia y debe cumplir con los Artículos aplicables.

640-24. Canalizaciones, canales y canales auxiliares. Se permitirá el empleo de canalizaciones, canales y canales auxiliares metálicos y no metálicos para uso con conductores de señales de audio, los que deben cumplir con los Artículos aplicables con respecto a las ubicaciones permitidas, construcción y porcentaje de ocupación.

640-25. Instalación de altavoces en divisiones, paredes y plafones clasificados como resistentes al fuego. Los altavoces instalados en una división, pared o plafón, clasificados como resistentes al fuego deben estar aprobados para dicho propósito o instalarse en un envolvente o alojamiento que mantenga la clasificación de resistencia al fuego.

NOTA: Construcción clasificada contra el fuego es la clasificación de resistencia al fuego empleada en normas de construcción. Un método para determinar la clasificación de resistencia al fuego es la prueba de acuerdo con, ver Apéndice B.

C. Instalaciones portátiles y temporales de sistemas de audio.

640-41. Conectores del cable de un circuito derivado multipolar. Los conectores para cable de circuito derivado multipolar, macho y hembra, para los cordones y cables de alimentación deben construirse de modo que la tensión mecánica en el cordón o cable no se transmita a las conexiones. La mitad hembra del conector debe fijarse al lado carga del cordón o cable de alimentación. El conector se debe especificar en amperes y estar diseñado de modo que no se puedan conectar entre sí dispositivos de valor nominal diferente. Los conectores multipolares de corriente alterna deben estar polarizados y deben cumplir con las disposiciones de 406-7(a) y (b) y 406-10. Los conectores multipolares de corriente alterna o de corriente continua empleados para la conexión entre altavoces y amplificadores, o entre altavoces, no deben ser compatibles con los conectores con capacidad nominal de 15 ó 20 amperes que no son de seguridad y designados para circuitos derivados de fuerza, ni con conectores con valor nominal de 250 volts o más y de cualquiera de los dos tipos, de seguridad o no. No se permitirá que el cableado para señales, no proyectado para la interconexión de altavoces y amplificadores sea compatible con los conectores del cable de un circuito derivado multipolar de cualquier configuración aceptada.

NOTA: Ver 400-10 para jalado en las terminales.

640-42. Uso de cordones y cables flexibles.

a) Entre el equipo y el circuito derivado de fuerza. Los cordones de alimentación para equipos de audio deben ser adecuados para ese uso y se permitirá emplearlos donde se facilite el intercambio, el mantenimiento o la reparación de dicho equipo usando un cordón de alimentación.

b) Entre altavoces y amplificadores o entre altavoces. Los cables empleados para conectar los altavoces entre sí o a un amplificador deben cumplir con lo dispuesto en el Artículo 400 y el Artículo 725 respectivamente. Se permitirán también los cordones y cables listados para uso portátil, ya sea de uso pesado o extra rudo, según se define en el Artículo 400. Se permitirán otros ensambles y tipos de cables, incluyendo las comunicaciones opcionales híbridas, señales y cables compuestos de fibra óptica.

c) Entre equipos y/o entre los bastidores de los equipos. Los cables empleados para la distribución de señales de audio entre equipos deben cumplir con lo dispuesto en el Artículo 400 y el Artículo 725 respectivamente. Se permitirán también los cordones y cables listados para uso portátil, ya sea de uso pesado o extra rudo, según se define en el Artículo 400. Se permitirán otros ensambles y tipos de cables, incluyendo las comunicaciones opcionales híbridas, señales y cables compuestos de fibra óptica

d) Entre el equipo, bastidores de equipos y fuentes de alimentación diferentes de los circuitos derivados de potencia. Las siguientes fuentes de alimentación, diferentes de los circuitos derivados de fuerza, se deben instalar y alambrar entre los equipos, de acuerdo con los requisitos de esta NOM para la tensión y potencia entregada:

(1) Baterías de acumuladores

(2) Transformadores

(3) Transformadores con rectificadores

(4) Otras fuentes de alimentación de corriente alterna o corriente continua.

e) Entre los bastidores del equipo y el circuito derivado de alimentación. La alimentación a un bastidor de un equipo portátil debe realizarse mediante cordones o cables de uso extra pesado, como se define en la Tabla 400-4. Para uso temporal o portátil en exteriores, los cordones o cables deben estar aprobados además, como adecuados para lugares mojados y resistentes a la luz solar. Las secciones 520-5, 520-10 y 525-3 se deben aplicar, según corresponda, cuando existan las siguientes condiciones:

(1) Cuando el bastidor del equipo incluya equipo de audio e iluminación y/o equipos de fuerza.

(2) Cuando se usan o construyen extensiones de cable, adaptadores y ensambles de desconexión.

640-43. Alambrado de los bastidores del equipo. Los bastidores del equipo fabricados de metal deben estar puestos a tierra. Los bastidores no metálicos con cubiertas (si las hay) removidas no deben permitir el acceso al alambrado Clase 1, Clase 3 o a la alimentación del circuito primario sin la remoción de las cubiertas sobre los terminales o el uso de herramientas.

Los bastidores del equipo se deben alambrar de manera ordenada y profesional. Los alambres, cables, componentes estructurales u otros equipos deben ubicarse de tal manera que no impidan el acceso razonable a los interruptores de alimentación del equipo y a los dispositivos, que pueden restablecerse o remplazarse, de protección contra sobrecorriente del circuito.

El alambrado que sale del bastidor del equipo para conectarse a otro equipo o a una fuente de alimentación debe estar libre de tensión mecánica o terminar adecuadamente de forma tal que un jalón al

cordón o cable no incremente el riesgo de daño al cable o al equipo conectado, como un riesgo de incendio o choque eléctrico sin razón.

640-44. Protección ambiental del equipo. Se permitirá equipo portátil para uso en exteriores sólo cuando se cuente con adecuada protección para el equipo contra las condiciones climáticas adversas, para prevenir el riesgo de incendio o choque eléctrico. Cuando el sistema esté pensado para permanecer en funcionamiento con clima adverso, se deben hacer los arreglos necesarios para mantener la operación y ventilación del equipo disipador de calor.

640-45. Protección del alambrado. Cuando estén accesibles al público, los cordones y cables flexibles tendidos sobre la tierra o sobre el piso deben cubrirse con tapetes no conductivos. Los cables y tapetes deben arreglarse de modo que no presenten peligro de tropiezos. El requisito de cubrir los cables de 300-5 no aplica a cables enterrados.

640-46. Acceso al equipo. El equipo con posibilidad de presentar riesgo de incendio, choque eléctrico o daño físico al público, debe protegerse mediante barreras o supervisarse por personal calificado de modo que se prevenga el acceso del público.

ARTICULO 645

EQUIPAMIENTO DE TECNOLOGIA DE LA INFORMACION

645-1. Alcance. Este Artículo incluye equipo, alambrado de alimentación, alambrado de interconexión de equipos y puesta a tierra de equipamiento de tecnología de la información y de los sistemas en la sala de equipos de tecnología de la información.

645-2. Definiciones.

Circuitos de alimentación y cables de interconexión abandonados. Circuitos de alimentación y cables de interconexión instalados que no terminan en un equipo y no están identificados para uso futuro con una etiqueta.

Sistema de datos operacionales críticos. Un sistema de equipamiento de tecnología de la información que requiere operar continuamente por razones de seguridad pública o continuidad de los negocios.

Equipamiento de tecnología de la información (ITE). Equipamiento y sistemas de 600 volts o menos, que normalmente se encuentra en oficinas, en establecimientos de negocios o en otras ubicaciones similares, que son utilizados para la creación y manipulación de datos, voz, video y señales similares que no son equipos de comunicaciones como se define en la Parte A del Artículo 100 y no contienen circuitos de comunicaciones como se define en 800-2.

Sala de equipamiento de tecnología de la información. Un cuarto dentro del área de equipamiento de tecnología de la información, que contiene el equipamiento de tecnología de la información.

Control de desconexión remoto. Un circuito y un dispositivo que controlan el medio de desconexión principal por medio de un relevador o un aparato equivalente.

Zona. Un área físicamente identificable (separada por barreras o por distancia) donde se ubica la sala de equipamiento de tecnología de la información, con sistemas dedicados de fuerza y enfriamiento para los sistemas y el equipamiento de tecnología de la información.

645-3. Otros Artículos. Circuito y equipos deben cumplir con los incisos (a) hasta (g), cuando apliquen.

a) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Se deben aplicar las secciones 300-21, 770-26, 800-26 y 820-26 a la penetración de los límites de la sala resistente al fuego.

b) Plenum. Para el alambrado y cableado de una plenum, ubicada encima de una sala de equipamiento de tecnología de la información, se deben aplicar las secciones 300-22(c)(1), 725-154(a), 760-154(a), 770-113(c), 800-113(c) y 820-113(c) y las Tablas 770-154(a), 800-154(a) y 820-154(a).

c) Puesta a tierra. Los miembros conductivos, que no llevan corriente, de los cables de fibra óptica dentro de una sala de equipamiento de tecnología de la información, deben ser puestos a tierra de acuerdo con 770-114.

d) Clasificación eléctrica de circuitos de datos. Se debe aplicar lo establecido en 725-121(a)(4) a los circuitos de señalización del equipamiento de tecnología de la información. 725-139(d)(1) y 800-133(a)(1)(b) se deben aplicar a los circuitos clasificados como Clase 2 y Clase 3 que lleven circuitos de comunicación en el mismo cable.

e) Equipos de comunicaciones. Se deben aplicar las Partes A, B y C del Artículo 760 al equipamiento de sistemas de alarma de fuego instalado en la sala de equipamiento de tecnología de la información.

f) Equipos de alarma de fuego. Se deben aplicar las Partes A, B, C, D y E del Artículo 800 al equipamiento de comunicaciones instalado en una sala de equipamiento de tecnología de la información. El Artículo 645 se debe aplicar para la alimentación del equipo de comunicaciones en la sala de equipamiento de tecnología de la información.

g) Equipos de sistemas comunitarios de antena de televisión y distribución de radio. Se deben aplicar las Partes A, B, C, D y E del Artículo 820 a los equipos de sistemas comunitarios de antena de televisión y distribución de radio instalados en una sala de equipamiento de tecnología de la información. El Artículo 645 se debe aplicar para la alimentación del equipo de sistemas comunitarios de antena de televisión y distribución de radio instalados en una sala de equipamiento de tecnología de la información.

645-4. Requisitos especiales de las salas de equipamiento de tecnología de la información. Este Artículo se debe permitir para proporcionar métodos alternos de alambrado a lo previsto en los Capítulos 1 a 4 para alambrado de fuerza, 725-154 para alambrado de señalización y 770-113(c) y Tabla 770-154(a) para el cableado de fibra óptica, siempre que se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Se proporcionen medios de desconexión que cumplan con lo especificado en 645-10.

(2) Se proporcione un sistema separado de calefacción/ventilación/aire acondicionado (HVAC siglas de su nombre en inglés heating/ventilating/air-conditioning) dedicado para uso de los equipos de tecnología de la información y esté separado de otras áreas del edificio. Se permitirá que cualquier otro equipo HVAC que alimente a otras ocupaciones sirva también para las sala de equipos de tecnología de la información, siempre que en el punto de entrada al límite de penetración de la sala se instalen compuertas contra fuego y humo. Dichas compuertas se deben activar por detectores de humo y por la operación del medio de desconexión exigido en 645-10.

(3) Todos los equipos de tecnología de la información y de comunicaciones que se instalen en la sala estén aprobados.

(4) La sala esté ocupada únicamente por y accesible solamente al personal necesario para el funcionamiento y mantenimiento de los equipos de tecnología de la información instalados.

(5) La sala esté separada de otras ocupaciones por paredes, pisos y techos resistentes al fuego y con sus aberturas protegidas.

(6) Sólo están instalados en la sala, el alambrado y el equipo eléctrico asociado con la operación de la sala de equipos de tecnología de la información.

NOTA: Sistemas HVAC, de comunicaciones y de monitoreo, tales como: teléfono, sistemas de alarmas de fuego, sistemas de seguridad, sistemas de detección de agua y otros equipos de protección son ejemplos de equipos asociados con la operación de las salas de tecnologías de la información.

645-5. Circuitos de alimentación y cables de interconexión

a) Conductores de circuitos derivados. Los conductores de los circuitos derivados, que alimenten a una o más unidades de un sistema de equipos de tecnología de la información deben tener una ampacidad no menor que 125 por ciento de la carga total conectada.

b) Cables de alimentación de fuerza. Se permite que los equipos de tecnología de la información estén conectados a un circuito derivado por un cable de alimentación de fuerza.

(1) Los cables de alimentación de fuerza no deben ser más largos que 4.50 metros.

(2) Los cables de fuerza deben ser aprobados y de un tipo permitido para usarse en equipos aprobados de tecnología de la información o debe ser construido con cordones flexibles aprobados y con enchufe y clavija aprobados y con conectores aprobados del tipo permitido para equipamiento de tecnología de la información.

(3) Conjunto cordones. Cuando se instalen sobre la superficie del suelo deben ser de tipo protegido contra daño físico.

c) Cables de interconexión. Se permite que unidades separadas de equipos de tecnología de la información sean interconectadas entre sí por medio de cables y ensambles de cables aprobados para ese propósito. La limitación de 4.50 metros de 645-5(b) no aplica para los cables de interconexión.

d) Protección física contra daños. Cuando estén expuestos, los circuitos de suministro y los cables de interconexión deberán protegerse contra daños físicos.

e) Bajo pisos falsos. Los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión, cables de conexión, cables de interconexión, conexiones con enchufe y clavija y contactos asociados con los equipos de tecnología de la información, se permiten debajo de pisos falsos cuando se cumplan las siguientes condiciones:

(1) El piso falso es de construcción adecuada y el área bajo el piso es accesible.

(2) Los conductores de circuitos derivados que alimenten contactos o equipo alambrado en sitio estén alojados en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, tubo conduit no metálico, canalizaciones metálicas, canalizaciones no metálicas, canalizaciones metálicas superficiales con tapa metálica, canalizaciones superficiales no metálicas, tubo conduit metálico flexible, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, o cables de los tipos MI, MC o AC y cajas y envolventes asociadas, metálicas o no metálicas. Estos conductores de alimentación deben estar instalados de acuerdo con los requerimientos del Artículo 300-11.

(3) Los cables de alimentación de los equipos de tecnología de la información de acuerdo con 645-5(b).

(4) La ventilación bajo los pisos falsos se utilice únicamente para las salas de tecnologías de la información, excepto como está previsto en 645-4(2). El sistema de ventilación debe estar dispuesto de tal modo que, con dispositivos aprobados para la detección de humo, tan pronto se detecte fuego o productos de la combustión en el espacio bajo el piso falso, cese la circulación de aire.

(5) Las aberturas para cables en los pisos falsos protejan los cables y cordones contra la abrasión y minimicen la entrada de basura debajo del piso.

(6) Otros cables, que no están comprendidos en los incisos (e)(2) y (e)(3) anteriores y aquellos que cumplen con (e)(6)(a) o (e)(6)(b) siguientes deben estar aprobados como cables del tipo DP, con características de resistencia al fuego que los hagan adecuados para usarlos bajo pisos falsos en salas de equipos de tecnología de la información.

a. Cables de interconexión dentro de una canalización.

b. Se permitirán cables con designación de las marcadas en la Tabla 645-5. Se permitirán para puesta a tierra de equipos cables con aislamiento verde o verde con franjas amarillas, tamaño 21.2 mm^2 (4 AWG) o mayor, que esté marcado “para uso en charolas porta cables” o “para uso CT”

Tabla 645-5.- Tipos de cables permitidos bajo pisos falsos

Artículo	Cámara de distribución (plenum)	Canalización vertical	Propósito general
336	-	-	TC
725	CL2P y CL 3P	CL2R y CL3R	CL.2, CL3 y PLTC
727	-	-	ITC
760	NPLFP y FPLP	NPLFR y FPLR	NPLF y FPL
770	OFNP y OFCP	OFNR y OFCR	OFN y OFC
800	CMP	CMR	CM y CMG
820	CATVP	CATVR	CATV

f) Aseguramiento en el lugar. No se requiere que se fijen en su lugar los cables de fuerza, cables de comunicaciones, cables de conexión e interconexión, cajas, conectores y contactos, cuando estén aprobados como parte de o para, equipos de tecnología de la información.

g) Circuitos de alimentación y cables de interconexión abandonados. La parte accesible de los circuitos de alimentación y de los cables de interconexión abandonados se deben retirar, a menos que estén dentro de una canalización.

h) Circuitos de alimentación y cables de interconexión instalados e identificados para uso futuro.

(1) Los circuitos de alimentación y los cables de interconexión identificados para uso futuro deben estar marcados con una etiqueta con durabilidad suficiente para soportar las condiciones ambientales del lugar.

(2) Las etiquetas de los circuitos de alimentación y las etiquetas de los cables de interconexión deben tener la siguiente información:

a. La fecha cuando se identificó para uso futuro.

b. Fecha de uso prevista.

c. Información relacionada con el uso futuro previsto.

645-6. Cables fuera de la sala de equipos de tecnología de la información. Los cables que se extiendan más allá de la sala de equipos de tecnología de la información están sujetos a los requerimientos aplicables de esta NOM.

NOTA: Para circuitos de señalización referirse al Artículo 725, para circuitos de fibra óptica y canalizaciones referirse al Artículo 770, para circuitos de comunicaciones referirse al Artículo 800, para sistemas de alarma de fuego referirse al Artículo 760 y para circuitos comunitarios de antena de televisión (CATV) referirse al Artículo 820.

645-10. Medios de desconexión. Debe existir un medio de desconexión del suministro de energía para todo el equipo electrónico en la sala de equipos de tecnología de la información. o en las zonas designadas dentro de esa sala. Debe haber además un medio similar para desconectar el suministro de energía a todos los sistemas de calefacción/ventilación/aire acondicionado exclusivo para sirviendo la sala o en las zonas designadas y debe activar el cierre de todas las compuertas contra fuego/humo. Estos medios de desconexión deben implementarse como se permite en (a) o en (b) siguientes.

Excepción: Las instalaciones que cumplan las disposiciones del Artículo 685.

a) Controles de desconexión remota.

1) Los controles de desconexión remota deben ser localizados en ubicaciones autorizadas para que en caso de fuego sean fácilmente accesibles al personal autorizado y a los cuerpos de emergencia.

2) Los controles de desconexión remota de la alimentación del equipo electrónico y de los sistemas de calefacción/ventilación/aire acondicionado deben estar agrupados e identificados. Se permite un medio único que controle a ambos, el sistema de equipo electrónico y el sistema HVAC. Y deben ser controlados desde un sitio accesible fácilmente en las principales puertas de salida.

3) Cuando sean creadas varias zonas dentro de la sala, cada zona debe tener los medios adecuados para confinar el fuego y los productos de la combustión dentro de esa zona.

4) Se permitirán medios adicionales para prevenir la operación accidental de los controles de desconexión remota.

b) Sistemas de datos operacionales críticos. No serán requeridos controles de desconexión remota para Sistemas de datos operacionales críticos cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Hay un procedimiento establecido y mantenido, para interrumpir la alimentación eléctrica y quitar la circulación de aire dentro de la sala o de la zona.

(2) Personal calificado está disponible continuamente para recibir a los cuerpos de emergencia y para advertirles de los métodos de desconexión.

(3) Está instalado en el lugar un sistema de detección de fuego, sensitivo al humo.

(4) Está instalado un sistema aprobado de supresión de incendios, adecuado para el aplicación en ese lugar

(5) Cables instalados bajo el piso falso, que no sean del alambrado del circuito derivado y los cordones de fuerza instalados en cumplimiento con 645-5(e)(2) o (e)(3), en cumplimiento con 300-22(c), 725-154(a), 770-113(c) y Tabla 770-154(a), 800-113(c) y Tabla 800-154(a) o 820-113(c) y Tabla 820-154(a).

645-11. Sistemas de energía ininterrumpible. Excepto para las instalaciones y construcciones tratadas en los incisos (1) o (2) siguientes, los sistemas de energía ininterrumpible instalados dentro de las salas de equipos de tecnología de la información, así como sus circuitos de alimentación y de salida, deben cumplir con lo establecido en 645-10. Los medios de desconexión también deben desconectar la carga de las baterías.

(1) Instalaciones que clasifiquen bajo lo previsto en el Artículo 685.

(2) Las fuentes de poder de 750 voltamperes o menos, derivados de un equipo de energía ininterrumpible o de circuitos de baterías integrados a un equipo electrónico.

645-15. Puesta a tierra. Todas las partes metálicas expuestas, que no transporten corriente eléctrica, de un sistema de tecnología de la información, deben unirse al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con lo indicado en el Artículo 250 o deben tener doble aislamiento. Los sistemas de potencia derivados dentro de un equipo de tecnología de la información listado, que alimentan a sistemas de tecnología de la información a través de contactos o ensambles de cables suministrados como parte de dichos equipos, no se deben considerar como circuitos derivados separados con el fin de aplicar las disposiciones de 250-30. Cuando se instalan estructuras de referencia de señales, éstas se deben unir al conductor de puesta a tierra de equipos proporcionado para el equipo de tecnología de la información.

NOTA 1: El equipo aprobado proporciona la conexión de puesta a tierra requerida de acuerdo con la intención del Artículo 250.

NOTA 2: Cuando se utilicen contactos del tipo de puesta a tierra aislada, véase 250--146(d) y 406-3(d)

645-16. Marcado. Cada unidad de un sistema de tecnología de la información que vaya a ser alimentada por un circuito derivado debe estar provista de una placa de datos con el nombre del fabricante, tensión de suministro, frecuencia nominal y la máxima carga nominal (A).

645-17. Unidades de distribución de potencia. Se permitirá que las unidades de distribución de potencia usadas para equipos de tecnología de la información tengan tableros de distribución múltiples dentro de un solo gabinete, si la unidad de distribución de potencia es un equipo de utilización aprobado para aplicación en tecnologías de la información.

ARTICULO 647
EQUIPOS ELECTRONICOS SENSIBLES

647-1. Alcance

Este Artículo trata de las instalaciones y alambrado de sistemas derivados separados operando a 120 volts línea a línea y 60 volts a tierra para equipo electrónico sensible.

647-3. Generalidades

Se debe permitir el uso de un sistema derivado separado de 120 volts, monofásico, 3 hilos con 60 volts en cada uno de los dos conductores de fase a un conductor del neutro puesto a tierra, para el propósito de reducir el ruido indeseable en ubicaciones de equipo electrónico sensible, proporcionando las siguientes condiciones aplicables:

(1) El sistema se instalé sólo en lugares industriales o comerciales.

(2) El uso del sistema está restringido a áreas bajo estricta supervisión por personas calificadas.

(3) Se cumplan todos los requisitos de 647-4 hasta 647-8.

647-4. Métodos de alambrado

a) Tableros de alumbrado y control y protección contra sobrecorriente. Se permitirá el uso estándar de tableros de alumbrado y control monofásicos y equipo de distribución con una tensión nominal más alta. El sistema debe estar claramente marcado sobre la cara del tablero o en el interior de las puertas del tablero. Se debe proporcionar interruptores automáticos de dos polos de disparo común o una combinación de medios de desconexión de fusibles de dos polos, que estén identificados para su utilización a la tensión del sistema, para ambos conductores de fase en todos los alimentadores y circuitos derivados. Los circuitos derivados y alimentadores deben tener un medio que desconecte simultáneamente todos los conductores de fase.

b) Cajas de conexión. Todas las tapas de las cajas de conexión se deben marcar claramente para indicar el tablero de distribución y la tensión del sistema.

c) Identificación del conductor. Los conductores de todos los alimentadores y circuitos derivados instalados bajo esta sección se deben identificar como del sistema en todos los empalmes y terminaciones mediante color, marcas, etiquetas o medios igualmente eficaces. El medio de identificación se debe fijar en cada tablero de alumbrado y control del circuito derivado y en el medio de desconexión para el edificio.

d) Caída de tensión. La caída de tensión en cualquier circuito derivado no debe exceder el 1.5 por ciento. La caída combinada de tensión de los conductores del alimentador y del circuito derivado no debe exceder del 2.5 por ciento.

1) Equipo fijo. La caída de tensión en el equipo de alimentación del circuito derivado, conectado utilizando los métodos de alambrado del Capítulo 3, no debe exceder el 1.5 por ciento. La caída combinada de tensión de los conductores del alimentador y del circuito derivado no debe exceder el 2.5 por ciento.

2) Equipo conectado con cordón. La caída de tensión en los circuitos derivados que alimentan a contactos no debe exceder el 1 por ciento. Para los fines de hacer esté cálculo, se debe considerar que la carga conectada a la salida del contacto es del 50 por ciento del valor nominal del circuito derivado. La caída

combinada de tensión de los conductores del alimentador y del circuito derivado no debe exceder el 2.0 por ciento.

NOTA: El propósito de esta disposición es limitar la caída de tensión a 1.5 por ciento cuando se pueden usar cordones portátiles como un medio de conexión del equipo.

647-5. Sistemas trifásicos

Cuando se suministra alimentación trifásica, un sistema derivado separado de 6 fases en "estrella" con 60 volts a tierra instalado bajo este Artículo, se debe configurar como tres sistemas derivados separados, monofásicos de 120 volts con un total combinado de no más de seis desconectadores.

647-6. Puesta a tierra.

a) Generalidades. El sistema debe ser puesto a tierra como se proporciona en 250-30 como un sistema derivado separado, monofásico y tres hilos.

b) Conductores de puesta a tierra requeridos. El equipo de utilización alambrado permanentemente y contactos deben ser puestos a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos tendido con los conductores del circuito hasta una barra conductora de puesta a tierra de equipos, marcada visiblemente con la inscripción "Puesta a tierra técnica de equipos" en el tablero de alumbrado y control del circuito derivado de origen. La barra conductora de puesta a tierra debe estar conectada al conductor puesto a tierra en el lado de la línea del medio de desconexión del sistema derivado separado. El conductor de puesta a tierra no debe ser menor al que se especifica en la Tabla 250-122 y estar tendido con los conductores del alimentador. No es necesario que la barra conductora de puesta a tierra técnica de equipos esté unida al envolvente del tablero de alumbrado y control. Se permitirán otros métodos de puesta a tierra autorizados en otras partes de esta NOM, cuando la impedancia de la trayectoria de retorno de puesta a tierra no excede la impedancia de los conductores de puesta a tierra de equipos, dimensionados e instalados de acuerdo con este Artículo.

NOTA 1: Ver 250-122 para los requisitos de dimensionamiento del conductor de puesta a tierra de equipos cuando se ajusta el tamaño de los conductores del circuito para compensar por la caída de tensión.

NOTA 2: Estos requisitos limitan la impedancia de la trayectoria de falla a tierra cuando sólo se aplican 60 volts a una condición de falla en lugar de los 120 volts usuales.

647-7. Contactos.

a) Generalidades. Cuando se usan contactos como un medio de conexión del equipo, se deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Todos los contactos de 15 y 20 amperes deben tener protección con interruptor de circuito por falla a tierra.

(2) Todas las tiras, adaptadores, tapas y placas frontales de los contactos deben estar marcados con la siguiente inscripción o equivalente:

ADVERTENCIA – POTENCIA TECNICA

NO CONECTAR A EQUIPO DE ALUMBRADO.

PARA USO CON EQUIPO ELECTRONICO UNICAMENTE.

60/120 VOLTS. 1 FASE CORRIENTE ALTERNA.

PROTEGIDO CON INTERRUPTOR DE CIRCUITO POR FALLA A TIERRA

(3) Un contacto de 125 volts, monofásico, de 15 ó 20 amperes nominales con uno de sus polos portadores de corriente conectado a un conductor del circuito puesto a tierra se debe ubicar dentro de 1.80 metros de todos los contactos de sistemas técnicos de potencia de 15 ó 20 amperes nominales, 60/120 volts, instalados permanentemente.

(4) Todos los contactos de 125 volts usados para potencia técnica de 60/120 volts deben tener una configuración única y estar identificados para el uso con esta clase de sistemas.

Excepción: Se permitirán todas las salidas de contactos y clavijas de conexión de 125 volts, monofásicas, de 15 ó 20 amperes nominales y que estén identificados para uso con conductores de circuito puestos a tierra, en cuartos de máquinas, cuartos de control, cuartos de equipos, bastidores de equipos y otros lugares similares restringidos para personal calificado.

b) Contactos de puesta a tierra aislada. Se permitirán contactos de puesta a tierra aislada, tal como se describe en 250-146(d); sin embargo, el conductor de puesta a tierra de equipos del circuito derivado debe estar terminado como se requiere en 647-6 (b).

647-8. Equipo de alumbrado

El equipo de alumbrado instalado bajo este Artículo con el propósito de reducir el ruido eléctrico que se origina en el equipo de alumbrado, se deben cumplir las condiciones siguientes:

a) Medios de desconexión. Todas las luminarias conectadas a sistemas derivados separados que operan a 60 volts a tierra, y el equipo de control asociado, si lo hay, deben tener un medio de desconexión que abra simultáneamente todos los conductores de fase. El medio de desconexión debe estar dentro del alcance de la vista desde la luminaria o debe ser capaz de bloquearse en la posición abierta. Las disposiciones para el bloqueo o para agregar un candado al medio de desconexión deben instalarse sobre o en el interruptor o el interruptor automático usado como el medio de desconexión y deben permanecer en su lugar con o sin el candado instalado. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

b) Luminarias. Todas las luminarias deben instalarse permanentemente y estar aprobadas para su conexión a un sistema derivado separado de 120 volts de línea a línea y 60 volts a tierra.

c) Casquillo roscado. Las luminarias instaladas bajo esta sección no deben tener expuesto el casquillo roscado de la lámpara.

ARTICULO 650

ORGANOS TUBULARES

650-1. Alcance. Este Artículo cubre aquellos circuitos eléctricos y partes operadas eléctricamente de órganos tubulares que son empleadas para controlar los aparatos de sonido y los teclados.

650-3. Otros Artículos.

a) Equipamiento de órganos electrónicos. Las instalaciones con tecnología para la producción de sonido digital que suene como analógico y sus equipos asociados de procesamiento de señales de audio, amplificación, reproducción y el alambrado instalado como parte del órgano de tubos deben cumplir con el Artículo 640.

b) Cable de fibra óptica. Instalaciones con cables de fibra óptica deben cumplir con las Partes A y E del Artículo 770.

650-4. Fuente de energía. La fuente de energía debe ser un transformador tipo rectificador, la tensión eléctrica de corriente continua no debe exceder 30 volts.

650-5. Puesta a tierra. El rectificador debe estar unido al conductor de puesta a tierra de equipos, de acuerdo con las disposiciones del Artículo 250, Partes E, F, G y H.

650-6. Conductores. Los conductores deben cumplir con los incisos (a) hasta (d).

a) Tamaño. Los conductores no deben ser de menor tamaño que 0.082 mm^2 (28 AWG) para circuitos de señales electrónicas y tamaño no menor que 0.128 mm^2 (26 AWG) para alimentación por válvulas electromagnéticas y similares. El conductor común de retorno en alimentaciones electromagnéticas no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm^2 (14 AWG).

b) Aislamiento. Los conductores deben tener aislamiento termoplástico o termofijo.

c) Los conductores deben ser cableados. Con excepción del conductor común de retorno y los conductores internos del órgano, todos los demás conductores que pertenecen a las secciones del órgano y a la consola del mismo deben ser cableados. El conductor común de retorno puede estar dentro de una cubierta adicional que incluya tanto al cable como al conductor de retorno, o puede instalarse como un conductor separado y estar en contacto con el cable.

d) Cubierta del cable. Cada cable debe tener una cubierta exterior, sea total o en cada uno de los subensambles de conductores agrupados. Se permitirá utilizar cinta en lugar de la cubierta. Cuando no estén instalados en canalizaciones metálicas, su cubierta debe ser resistente a la propagación de la flama o los cables o subensambles de cables se deben cubrir con una cinta estrechamente enrollada a prueba de fuego.

650-7. Instalación de conductores. Los cables deben estar sujetos firmemente en su lugar y se pueden fijar directamente a la estructura del órgano, sin soportes aislantes. Deben colocarse de forma que no hagan contacto con otros conductores. Se deben identificar con una etiqueta los cables que no terminan en el equipo.

650-8. Protección contra sobrecorriente. Los circuitos se deben arreglar de modo que los conductores de tamaños 0.082 mm^2 (28 AWG) y 0.128 mm^2 (26 AWG) estén protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente de valor nominal no mayor a 6 amperes. Los conductores de otros tamaños deben protegerse de acuerdo con su ampacidad. No se requiere que el conductor común de retorno tenga protección contra sobrecorriente.

ARTICULO 660

EQUIPOS DE RAYOS X

A. Disposiciones generales

660-1. Alcance. Este Artículo incluye todo equipo de rayos X que funcione a cualquier frecuencia o tensión, para uso industrial u otras aplicaciones que no sean médicas ni dentales.

NOTA: Para instalación de equipo de rayos X de atención a la salud véase el Artículo 517, Parte E.

Las disposiciones de este Artículo no deben interpretarse como especificaciones para la protección contra la radiación directa o dispersa de los rayos X.

660-2. Definiciones

Móvil. Un equipo de rayos X montado sobre una base permanente, dotado de ruedas o rodillos, que permite moverlo cuando está completamente ensamblado.

Portátil. Un equipo de rayos X diseñado para operarlo con las manos.

Régimen de larga duración: Valor nominal con base en un intervalo de funcionamiento de 5 minutos o más.

Régimen momentáneo. Es un régimen basado en intervalos de funcionamiento que no sobrepasen cinco segundos.

Transportable. Un equipo de rayos X diseñado para ser instalado en un vehículo o que puede ser fácilmente desarmable para ser transportado en un vehículo.

660-3. Areas peligrosas (clasificadas). No se debe instalar ni hacer funcionar aparatos de rayos X ni equipo conexo en áreas peligrosas (clasificadas), a menos que sean de tipo aprobado e identificado para dichos áreas.

NOTA: Véase el Artículo 517, Parte D.

660-4. Conexión al circuito de alimentación

a) Equipo fijo o estacionario. El equipo de rayos X, fijo o estacionario, se debe conectar a la fuente de alimentación por medio de un método de alambrado que cumpla con los requisitos generales de esta NOM. El equipo debidamente alimentado por un circuito derivado no mayor a 30 amperes puede conectarse mediante una clavija de conexión adecuada con un cable o cordón de uso rudo.

b) Equipo portátil, móvil y transportable. No se requieren circuitos derivados individuales para los equipos de rayos X portátil, móvil y transportable, de una capacidad no mayor que 60 amperes. El equipo de rayos X portátil y móvil de cualquier capacidad debe ser alimentado por medio de cables o cordones de uso rudo aprobados. El equipo transportable de rayos X de cualquier capacidad podrá ser conectado a su fuente de alimentación por medio de conexiones adecuadas y por cable o cordón de uso rudo.

c) Más de 600 volts nominales. Los circuitos y equipos operados a más de 600 volts, deben cumplir con el Artículo 490.

660-5. Medios de desconexión. Los medios de desconexión deben ser de capacidad apropiada, por lo menos de 50 por ciento de la corriente eléctrica requerida por el régimen momentáneo o de 100 por ciento de la corriente eléctrica requerida para el régimen prolongado, escogiendo el mayor de los valores. Los medios de desconexión se deben instalar en un lugar accesible fácilmente y con manejo desde el control del equipo de rayos X. Para equipo conectado a un circuito derivado de 120 volts, de 30 amperes o menos, se puede utilizar como medio de desconexión un contacto y clavija de tipo polarizado con puesta a tierra, de capacidad adecuada.

660-6. Tamaño de los conductores de alimentación y capacidad nominal de la protección contra sobrecorriente

a) Conductores de circuitos derivados. La ampacidad de los conductores de los circuitos derivados y de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, no deben ser menores del 50 por ciento del régimen momentáneo o del 100 por ciento del régimen prolongado del equipo de rayos X, el que sea mayor.

b) Conductores del alimentador. La ampacidad de los conductores y la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de un alimentador para dos o más circuitos derivados que alimenten unidades de rayos X, no deben ser menores del 100 por ciento del régimen momentáneo (como se determinó en el inciso anterior) de los dos aparatos de rayos X más grandes, más el 20 por ciento del régimen momentáneo de los otros aparatos de rayos X.

NOTA: El tamaño mínimo de los conductores para circuitos derivados y alimentadores, se rige también por los requisitos de regulación de tensión. Para una instalación específica, el fabricante generalmente especifica

la capacidad mínima del transformador de distribución, el tamaño mínimo de los conductores, capacidad de los medios de desconexión y de protección contra sobrecorriente y.

660-7. Terminales de alambrado. Los equipos de rayos X que no se suministran con un cordón o conjunto de cordones unidos permanentemente, deben estar equipados con terminales o puntas de conductores adecuados para la conexión de los conductores de la fuente de alimentación, del tamaño requerido según el valor nominal del circuito derivado para el equipo.

660-9. Tamaño mínimo de conductores. Para los circuitos de control y operación de los equipos de rayos X y de los equipos auxiliares que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente de no más de 20 amperes, se permitirá utilizar alambres para artefactos y cordones flexibles de tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG) o 1.31 mm^2 (16 AWG), tal como se especifica en 725-49.

660-10. Instalación del equipo. Todo equipo de rayos X para instalaciones nuevas o equipo usado o reacondicionado que se reinstale en un nuevo lugar debe ser aprobado.

B. Control

660-20. Equipo fijo y estacionario.

a) Dispositivo de control separado. Además de los medios de desconexión se debe instalar un dispositivo de control al circuito que alimenta el control del equipo de rayos X o instalarse en el circuito primario del transformador de alta tensión. Este dispositivo debe formar parte del equipo de rayos X, pero puede estar colocado en una envolvente separada, adyacente a la unidad de control de rayos X.

b) Dispositivos de protección. Se debe instalar un dispositivo de protección para controlar la carga ocasionada por una falla en el circuito de alta tensión; se permite que este dispositivo de protección esté incorporado dentro del dispositivo de control separado.

660-21. Equipo portátil y movible. El equipo portátil y móvil debe cumplir con lo indicado en 660-20, pero el dispositivo de control manual debe estar dentro de o sobre el equipo.

660-23. Equipo de laboratorio comercial e industrial

a) Tipos radiográfico y fluoroscópico. Todo equipo radiográfico o fluoroscópico debe estar encerrado efectivamente o disponer de un sistema de bloqueo eléctrico que desenergice automáticamente el equipo, para prevenir el fácil acceso a las partes vivas portadoras de corriente.

b) Tipos de difracción e irradiación. Los equipos de los tipos de difracción y de irradiación o las instalaciones no encerradas eficazmente o no provistas con bloqueos eléctricos para prevenir el acceso a las partes vivas no aisladas durante la operación deben estar provistos de un sistema efectivo para indicar cuándo están energizados. El indicador puede ser una luz piloto, un medidor de deflexión fácilmente legible o de cualquier medio equivalente.

660-24. Control independiente. Cuando el mismo circuito de alta tensión alimente más de una parte del equipo, cada parte o cada grupo de equipo que formen una unidad deben tener un desconectador de alta tensión u otro medio de desconexión equivalente. Estos medios de desconexión deben ser construidos, cubiertos o ubicados de manera que se evite que alguna persona pueda hacer contacto con las partes energizadas.

C. Transformadores y capacitores

660-35. Disposiciones generales. Los transformadores y capacitores que son parte de un equipo de rayos X no necesitan cumplir con los requisitos de los Artículos 450 y 460.

660-36. Capacitores. Los capacitores deben estar montados dentro de envolventes metálicas puestas a tierra, o hechas de material aislante.

D. Resguardo y puesta a tierra

660-47. Disposiciones generales

a) Partes de alta tensión. Todas las partes de alta tensión, incluyendo los tubos de rayos X, deben estar montadas dentro de envolventes puestas a tierra. Para aislar las partes de alta tensión de las envolventes puestas a tierra puede utilizarse aire, aceite, gas u otro medio aislante adecuado. Las conexiones del equipo de alta tensión a los tubos de rayos X y a otros componentes de alta tensión se deben hacer con cables de alta tensión con pantalla.

b) Cable de baja tensión. Los cables de baja tensión que sirven de conexión a unidades con aceite, tales como transformadores, capacitores, enfriadores de aceite y desconectadores de alta tensión que no estén completamente sellados, deben tener aislamiento resistente al aceite.

660-48. Puesta a tierra. Las partes metálicas no portadoras de corriente eléctrica de equipo de rayos X y equipo asociado (controles, mesas, soportes de los tubos de rayos X, tanque del transformador, cables con pantalla, cabezales del tubo de rayos X, etc.) deben estar puestos a tierra de la manera especificada en el Artículo 250. El equipo portátil y móvil debe estar provisto de una clavija de tipo polarizado y con medio de puesta a tierra.

Excepción: Equipo que funciona con baterías.

ARTICULO 665

EQUIPO DE CALENTAMIENTO POR INDUCCION Y DIELECTRICO

A. Disposiciones generales

665-1. Alcance. Este Artículo trata cubre la construcción e instalación de los equipos de calentamiento por inducción, calentamiento dieléctrico, fusión por inducción y soldadura por inducción y sus accesorios para aplicaciones industriales y científicas. Las aplicaciones médicas o dentales, artefactos o calentamiento por inducción a la frecuencia de línea en oleoductos o barcos, no se tratan en este Artículo.

NOTA: Véase el Artículo 427 Parte E, para calentamiento por inducción en oleoductos y barcos.

665-2. Definiciones

Aplicador del equipo de calentamiento. Dispositivo usado para transferir energía entre el circuito de salida y el objeto o la masa que se va a calentar.

Calentamiento dieléctrico. Es el calentamiento de un material nominalmente aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas, cuando el material es colocado dentro de un campo eléctrico variable.

Calentamiento, fusión y soldadura por inducción. El calentamiento, fundido y soldado de un material nominalmente conductor, debido a sus propias pérdidas I^2R, cuando el material es colocado dentro de un campo electromagnético variable.

Dispositivo de conversión. La parte del equipo de calentamiento que convierte la energía eléctrica o mecánica, a la tensión, corriente y frecuencia adecuada para el aplicador de calentamiento. Un dispositivo de conversión debe constar del equipo que usa la frecuencia del suministro público de energía eléctrica, todos los multiplicadores estáticos, las unidades del tipo oscilador que usan tubos de vacío, inversores que usan dispositivos de estado sólido o equipo motogenerador.

Equipo de calentamiento. El término "Equipo de Calentamiento" como se usa en este Artículo, incluye cualquier equipo usado para propósitos de calentamiento y cuyo calor es generado por métodos de inducción o dieléctricos

665-4. Ubicación en áreas peligrosas (clasificadas). El equipo de calentamiento no debe ser instalado o ubicado en áreas peligrosas (clasificadas) como las definidas en el Artículo 500 a menos que el equipo y el alambrado estén aprobados e identificados para áreas peligrosas (clasificadas).

665-5. Circuito de salida. El circuito de salida debe incluir todos los componentes de salida externos al dispositivo de conversión, incluyendo contactores, interruptores, barras colectoras y otros conductores. El flujo de corriente desde el circuito de salida a tierra, bajo condiciones de funcionamiento y bajo condiciones de falla a tierra, se debe limitar a un valor tal que no provoque una tensión de 50 volts o más a tierra en ninguna parte accesible del equipo de calentamiento y su carga. Se permitirá que el circuito de salida esté separado de tierra.

665-7. Control remoto.

a) Puntos de control múltiple. Cuando se usan puntos de control múltiples para la energización del aplicador, se debe suministrar y enclavar un medio de modo que el aplicador pueda energizarse desde un solo punto de control cada vez. En cada punto de control se debe proporcionar un medio para desenergizar el aplicador.

b) Interruptores de pie. Los interruptores operados por presión del pie deben tener una guarda sobre el botón de contacto para evitar el cierre accidental del interruptor de pie.

665-10. Ampacidad de los conductores de alimentación. La ampacidad de los conductores de alimentación se debe determinar según los incisos (a) o (b).

a) Valor nominal por placa de datos. La ampacidad de los conductores que alimentan una o más piezas del equipamiento no debe ser inferior a la suma de los valores nominales por placa de datos para el grupo más grande de máquinas capaces de operar simultáneamente, más el 100 por ciento de las corrientes en

modo de espera de las máquinas restantes. Cuando en la placa de datos no se indiquen las corrientes en modo de espera, se debe usar el valor nominal de placa como la corriente en modo de espera.

b) Equipo motor-generador. La ampacidad de los conductores de alimentación para un equipo motor-generador se debe determinar según el Artículo 430, Parte B.

665-11. Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente para el equipo de calentamiento se debe proporcionar como se especifica en el Artículo 240. Se permitirá que esta protección contra sobrecorriente se suministre separadamente o como una parte del equipo.

665-12. Medios de desconexión. Se deben suministrar medios de desconexión fácilmente accesibles para desconectar cada equipo de calentamiento de su circuito de alimentación. Los medios de desconexión deben estar ubicados al alcance de la vista desde el controlador o deben poderse bloquear en la posición abierta. Las disposiciones para el candado o para agregar un candado al medio de desconexión deben permanecer en su lugar en el interruptor o interruptor automático esté instalado el candado o no lo esté. No se permitirán medios portátiles para agregar un candado al interruptor o interruptor automático.

El valor nominal de este medio de desconexión no debe ser inferior al valor nominal indicado en la placa de datos del equipo de calentamiento. El equipamiento del motor-generador debe cumplir con el Artículo 430, Parte I. Se permitirá que el medio de desconexión del circuito de alimentación sirva como el medio de desconexión del equipo de calentamiento cuando se alimenta un solo equipo de calentamiento.

B. Resguardo, puesta a tierra y marcado.

665-19. Interconexión de los componentes. Se deben resguardar todos los componentes de interconexión requeridos para una instalación completa del equipo de calentamiento.

665-20. Envolventes. Los aparatos convertidores (sin incluir los componentes de interconexión) debe estar totalmente contenido dentro de una envolvente o envolventes de materiales no combustible.

665-21. Tableros de control. Todos los tableros de control deben ser de construcción en gabinetes con el frente sin partes conductoras expuestas (frente muerto).

665-22. Acceso a equipo interno. Se deben usar puertas o paneles desmontables para el acceso a las partes internas del equipo de calentamiento. Cuando se usen puertas de acceso a compartimientos internos que contengan equipos operando a tensiones de 150 a 1000 volts corriente alterna o corriente continua, éstas deben se deben poder bloquear cuando están cerradas o deben tener un bloqueo para evitar que el circuito de alimentación sea energizado mientras la puerta esté abierta. Las disposiciones para el candado o para agregar un candado al medio de desconexión deben colocarse sobre o en la puerta de acceso y deben permanecer en su lugar esté instalado el candado o no lo esté.

Cuando se usen puertas Cuando se usen puertas dando de acceso a compartimientos internos que contengan equipos operando a tensiones mayores de 1000 volts corriente alterna o corriente continua deben tener un medio de desconexión equipado con bloqueos mecánicos para evitar el acceso mientras el equipo de calentamiento esté energizado, o las puertas de acceso deben poder bloquearse cuando están cerradas y tener un enclavamiento para evitar que el circuito de alimentación se energice mientras la(s) puerta(s) esté(n) abierta(s). Los paneles desmontables no utilizados normalmente para el acceso a esas partes, se deben sujetar de modo que resulte inconveniente quitarlos.

665-23. Anuncios de prevención. Se deben fijar al equipo las etiquetas o anuncios de prevención que digan **"Peligro - Alta -Tensión - Manténgase Alejado"** y deben ser claramente visibles para toda persona que pueda entrar en contacto con partes energizadas, cuando las puertas están abiertas o cerradas o se hayan quitado paneles, de los compartimientos que contengan equipos operando a más de 150 volts de corriente alterna o corriente continua.

665-24. Capacitores. Para capacitores con valor nominal de 600 volts y menos, el tiempo y el medio de descarga deben estar de acuerdo con 460-6. Para capacitores con valor nominal de más de 600 volts el tiempo y el medio de descarga deben estar de acuerdo con 460-28. Se permitirán interruptores de presión internos en el capacitor, conectados a un dispositivo de interrupción del circuito como protección contra sobrecorriente del capacitor.

665-25. Blindaje del aplicador de calentamiento dieléctrico. Se deben usar jaulas protectoras o blindaje adecuado para resguardar los aplicadores de calentamiento dieléctrico. Se deben usar interruptores de enclavamiento en todas las puertas de acceso con bisagras, paneles deslizantes u otros medios de acceso fácil al aplicador de calentamiento. Todos los interruptores de enclavamiento deben estar conectados de manera que se quite toda la potencia al aplicador cuando cualquiera de las puertas o paneles de acceso estén abiertos.

665-26. Puesta a tierra y unión. Se debe utilizar una unión al conductor de puesta a tierra de equipos o la unión entre unidades, o ambas, siempre que lo requiera el funcionamiento del circuito y para limitar a un valor seguro las tensiones de radiofrecuencia entre todas las partes expuestas no portadoras de corriente de los equipos y la tierra física, lo mismo que entre todas las partes de los equipos y los objetos que los rodean y entre tales objetos y la tierra física. Esta conexión al conductor de puesta a tierra de equipos y la unión debe instalarse de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250, Partes B y E**.**

NOTA: Bajo ciertas condiciones, el contacto entre el objeto que se calienta y el aplicador resulta en una condición insegura, como por ejemplo la erupción de material caliente. Esta condición insegura se puede evitar poniendo a tierra el objeto que se calienta y equipo de detección de tierra.

665-27. Marcado. Cada equipo de calentamiento debe suministrarse con una placa de datos proporcionando el nombre del fabricante, identificación del modelo y los siguientes datos de entrada: tensión de línea, frecuencia, número de fases, corriente máxima, kVA a máxima carga y factor de potencia a máxima carga. Se permiten datos adicionales en la placa de datos.

ARTICULO 668

CELDAS ELECTROLITICAS

668-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de los componentes eléctricos y accesorios de celdas electrolíticas, líneas de celdas electrolíticas y al suministro de energía a los procesos para la producción de aluminio, cadmio, cloro, cobre, flúor, peróxido de hidrógeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc.

Las disposiciones de este Artículo no incluyen a las celdas utilizadas como fuente de energía eléctrica, ni para procesos de galvanoplastia, ni a celdas utilizadas para la producción de hidrógeno.

NOTA: En general, cualquier línea de celdas o grupos de líneas de celdas operadas como una unidad para la producción de un metal, gas o compuestos químicos en particular, pueden diferir de otras líneas de celdas , que produzcan lo mismo, debido a las variaciones en las materias primas utilizadas, en la capacidad de salida, en el uso de métodos patentados y procesos apropiados y otros modificando factores en la medida que los requisitos establecidos en esta NOM resulten excesivamente restrictivos y hacer que no se cumplan los fines propuestos de la NOM.

668-2. Definiciones

Accesorios y equipo auxiliar de línea de celdas. Según lo indicado en este Artículo, los accesorios y equipo auxiliar de una línea de celdas incluyen, pero no están limitadas a: tanques auxiliares, tubería de proceso, ductos de trabajo, soportes estructurales, conductores visibles de la línea de celdas , tubo conduit y otras canalizaciones; bombas, equipo de posicionamiento y equipo de desconexión o de derivación de celdas. El equipo auxiliar incluye herramientas, máquinas para soldar, crisoles y otro equipo portátil usado para la operación y mantenimiento dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas electrolíticas.

En la zona de trabajo de la línea de celdas, el equipo auxiliar incluye las superficies conductoras descubiertas de grúas no puestas a tierra y el equipo montado en las grúas, para dar mantenimiento a las celdas.

Celda electrolítica. Un tanque o recipiente en el cual las reacciones electroquímicas son causadas por la aplicación de energía eléctrica con fines de procesos de refinación o producción de materiales de utilización definida.

Eléctricamente conectado. Una conexión capaz de conducir corriente, lo que la distingue de la conexión por inducción electromagnética.

Línea de Celdas. Un conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente y alimentadas por una fuente de corriente continua.

Zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas. La zona de trabajo de las líneas de celdas es el espacio en el cual normalmente se realiza la operación y el mantenimiento, sobre o cerca de las superficies energizadas descubiertas de las líneas de celdas electrolíticas o sus accesorios.

668-3. Otros Artículos aplicables

a) Alumbrado, ventilación, manejo de materiales. Los Capítulos 1 a 4 deben aplicarse a las acometidas, alimentadores, circuitos derivados y aparatos para suministrar energía a sistemas de alumbrado, de ventilación, manejo de materiales y similares, los cuales están fuera de la zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas.

b) Sistemas no conectados eléctricamente. Aquellos elementos de un sistema de suministro de energía a líneas de celdas que no estén conectados eléctricamente al sistema de alimentación de las celdas, tales como el primario de un transformador de dos devanados, el motor de un conjunto motor-generador,

alimentadores, circuitos derivados, medios de desconexión, controles de motores y equipo de protección contra sobrecargas, deben cumplir con las disposiciones aplicables de esta NOM.

c) Líneas de celdas electrolíticas. Las líneas de celdas electrolíticas deben cumplir con las disposiciones de los Capítulos 1, 2, 3 y 4 con excepción de lo que se modifica en los incisos (1) a (4) siguientes

1) Conductores. Los conductores de las líneas de celdas electrolíticas no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (Véase 668-11).

2) Protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de los circuitos de energía de los procesos con celdas electrolíticas en corriente continua no requiere cumplir con los requisitos del Artículo 240.

3) Puesta a tierra. El equipo ubicado o usado dentro de la zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas o asociado con los circuitos de energía eléctrica en corriente continua de las líneas de celdas, no requieren cumplir con las disposiciones del Artículo 250.

4) Zona de trabajo. Las celdas electrolíticas, sus accesorios y el alambrado de equipo y dispositivos auxiliares que estén dentro de la zona de trabajo de las líneas de celdas no requieren cumplir con las disposiciones de los Artículos 110, 210, 215, 220 y 225 (Véase 668-30).

NOTA: Véase 668-15 para puesta a tierra de equipos, aparatos y componentes estructurales.

668-10. Zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas

a) Area cubierta. El espacio comprendido por la zona de trabajo de las líneas de celdas debe abarcar los espacios que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) No menos de 2.50 metros sobre superficies energizadas de líneas de celdas electrolíticas o sobre sus accesorios energizados.

(2) Abajo de superficies energizadas de líneas de celdas electrolíticas o de sus accesorios energizados, siempre y cuando el espacio libre debajo sea menor de 2.50 metros.

(3) No menos de 90 centímetros medido horizontalmente desde la superficie energizada de las líneas de celdas electrolíticas o de sus accesorios energizados o desde el espacio comprendido descrito en (1) y (2) inmediatos anteriores.

b) Areas no cubiertas. No se exigirá que la zona de trabajo de líneas de celdas electrolíticas se extienda más allá de paredes, pisos, techos, cercas o similares.

668-11. Alimentación de corriente continua a las líneas de celdas electrolíticas

a) No puesta a tierra. No se requiere conexión de puesta a tierra de los conductores de alimentación en corriente continua, de líneas de celdas electrolíticas.

b) Puesta a tierra de las envolventes metálicas. Las envolventes metálicas de los aparatos de alimentación en corriente continua en líneas de celdas electrolíticas que operan a una diferencia de potencial entre terminales de más de 50 volts deben ser puestas a tierra por uno de los siguientes medios:

(1) A través de equipo con relevadores de protección.

(2) Conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño nominal no menor que 67.4 mm^2 (2/0 AWG), o un conductor de igual o mayor conductancia.

c) **Requisitos de conexión de puesta a tierra**. Las conexiones de puesta a tierra requeridas en

(b), deben instalarse de acuerdo con lo indicado en 250-8, 250-10, 250-12, 250-68 y 250-70.

668-12. Conductores de líneas de celdas electrolíticas

a) Aislamiento y material. Los conductores de líneas de celdas electrolíticas deben ser desnudos, cubiertos o aislados; de cobre, aluminio, acero u otro material adecuado.

b) Tamaño. El área de la sección transversal de los conductores de líneas de celdas electrolíticas debe ser tal, que el aumento de temperatura bajo condiciones de carga máxima, a temperatura ambiente máxima, no exceda la temperatura de operación segura del aislamiento del conductor o el material de los soportes del conductor.

c) Conexiones. Los conductores de las líneas de celdas electrolíticas deben empalmarse mediante conectores, que pueden ser atornillados, de grapa, soldados o de compresión.

668-13. Medios de desconexión

a) Más de una fuente de alimentación. Cuando haya más de una fuente de alimentación de corriente continua para una misma línea de celdas electrolíticas debe proveerse de medios de desconexión a cada circuito de cada fuente de alimentación para desconectar ésta de las celdas en línea.

b) Puentes o conductores removibles. Se permite usar puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

668-14. Medios de derivación en paralelo

a) Derivación en paralelo parcial o total. Se permite la derivación en paralelo parcial o total de la corriente del circuito en una o más celdas de la línea de celdas electrolíticas.

b) Derivación en paralelo de una o más celdas. Los conductores, desconectadores o combinación de conductores y desconectadores usados para la derivación en paralelo de una o más celdas, deben cumplir con los requisitos indicados en 668-12.

668-15. Puesta a tierra. El equipo, aparatos y componentes estructurales que requieren ser puestos a tierra según el Artículo 668 deben cumplir con lo establecido en el Artículo 250, excepto que no se requerirá utilizar una tubería de agua como electrodo. Se permite utilizar cualquier electrodo o combinación de electrodos de los descritos en 250-52.

668-20. Equipo eléctrico portátil

a) El equipo eléctrico portátil no debe ser puesto a tierra. Las envolventes y armazones de equipo eléctrico portátil usado dentro de la zona de trabajo de una línea de celdas, no deben ser puestos a tierra.

Excepción 1: Cuando la tensión del circuito de la línea de celdas no exceda 200 volts corriente continua, se permitirá poner a tierra dichas envolventes y armazones.

Excepción 2: Se permitirá que las envolventes y armazones sean puestas a tierra cuando estén protegidas.

b) Transformadores de aislamiento. El equipo portátil conectado eléctricamente mediante cordón flexible, de uso manual, con envolventes y armazones no puestos a tierra, usado dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas, se deben conectar a contactos que tengan solamente conductores de fase, tal como un circuito derivado alimentado por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra.

c) Marcado. El equipo eléctrico portátil no puesto a tierra debe marcarse de manera distintiva y emplear clavija y contactos de configuraciones tales que eviten la conexión de este equipo a contactos con puesta a tierra, y que eviten el intercambio inadvertido entre equipo eléctrico portátil puesto a tierra y equipo no puesto a tierra.

668-21. Circuitos de equipo eléctrico portátil

a) Circuitos aislados. Los circuitos que suministran energía a contactos no puestos a tierra para equipo conectado con cordón, deben aislarse eléctricamente de cualquier sistema de distribución que suministre a áreas diferentes de la zona de trabajo de la línea de celdas y no deben estar puestos a tierra. La energía para estos circuitos debe ser suministrada a través de transformadores de aislamiento. El primario de estos transformadores debe operar a no más de 600 volts entre conductores y debe estar provisto de una adecuada protección contra sobrecorriente. La tensión del secundario de los transformadores de aislamiento no debe exceder 300 volts entre conductores y ninguno de los circuitos del secundario debe ser puesto a tierra; todos los circuitos deben tener dispositivos adecuados contra sobrecorriente de una capacidad apropiada a cada conductor.

b) No intercambiables. Los contactos y clavijas que hagan juego, para equipo no puesto a tierra, no deben tener previsiones para un conductor de puesta a tierra, y deben ser de una configuración que evite su uso en equipos que requieran ser puestos a tierra.

c) Marcado. Los contactos de los circuitos alimentados por un transformador de aislamiento con el secundario no puesto a tierra, deben estar marcados en forma distintiva y no deben usarse en otros lugares de la planta.

668-30. Equipo eléctrico fijo y portátil

a) Equipo que no requiere ser puesto a tierra. Los sistemas de corriente alterna que alimenten a equipo eléctrico fijo y portátil dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas no requieren ser puestos a tierra.

b) Superficies conductivas descubiertas que no requieren ser puestas a tierra. Las superficies conductivas descubiertas, como cubiertas de equipo eléctrico, envolventes, cajas, motores, canalizaciones y similares, que estén dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas en, no requieren ser puestas a tierra.

c) Método de alambrado. Los dispositivos eléctricos auxiliares como motores, transductores, sensores, dispositivos de control y alarmas, montados sobre una celda electrolítica u otras superficies energizadas, deben conectarse al sistema de alambrado de la planta por alguno de los siguientes medios:

(1) Un cordón multiconductor de uso rudo.

(2) Alambre o cable en canalizaciones adecuadas, charolas portacables metálicas o no metálicas. Si se utiliza tubo conduit metálico, charolas portacables, cables armados o sistemas metálicos similares, se deben instalar con barreras aislantes, de manera que no causen una condición potencialmente peligrosa.

d) Protección de circuitos. No se requiere la protección de circuitos para sistemas de control e instrumentación que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas.

e) Unión. Se permite hacer uniones del equipo eléctrico fijo con las superficies conductivas de la línea de celdas, sus accesorios o aditamentos auxiliares. Cuando el equipo eléctrico fijo esté montado sobre una superficie conductiva energizada, el equipo debe unirse a esa superficie.

668-31. Conexiones auxiliares no eléctricas. Las conexiones auxiliares no eléctricas a una celda electrolítica, tales como mangueras de aire, mangueras de agua y similares, sus accesorios o equipo auxiliar, no deben tener como refuerzo alambres, blindajes o mallas conductoras. Las mangueras deben ser de material no conductor.

668-32. Grúas y montacargas

a) Superficies conductoras que deben aislarse de tierra. Las superficies conductoras de grúas y montacargas que entran en la zona de trabajo de la línea de celdas, no requieren ser puestas a tierra.

b) Condiciones eléctricas peligrosas. Los controles remotos de grúas y montacargas que puedan introducir condiciones eléctricas peligrosas dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas, deben emplear uno o más de los siguientes sistemas:

(1) Circuito de control separado y no puesto a tierra, de conformidad con lo indicado en 668-21 (a).

(2) Cable no conductor del operador para soporte de accesorios de control remoto.

(3) Estación de botones colgante con medios de soporte no conductores y que tengan superficies no conductoras o superficies conductoras descubiertas no puestas a tierra.

(4) Radiocomunicación.

668-40.Envolventes. Cuando exista un sistema de ventilación de corriente de aire natural que prevenga la acumulación de gases, se permitirá utilizar envolventes de uso general para equipos eléctricos.

ARTICULO 669

GALVANOPLASTIA

669-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a las instalaciones de los componentes eléctricos y equipos accesorios que suministran energía y control para galvanización, anodización, electropulido y separación de metales por medios electrolíticos. Para los propósitos de este Artículo, el término galvanoplastia se usa para identificar cualquiera de estos procesos.

669-3. Disposiciones generales. Los equipos utilizados en procesos de galvanoplastia deben identificarse para tal servicio.

669-5. Conductores de circuitos derivados. Los conductores de los circuitos derivados que alimenten a una o más unidades deben tener una ampacidad no menor que 125 por ciento de la carga total conectada. La ampacidad de las barras colectoras debe cumplir con lo establecido en 366-23.

669-6. Métodos de alambrado. Los conductores que conecten el equipo del tanque del electrolito al equipo de conversión deben ser como en (a) y (b).

a) Sistemas de hasta 50 volts en corriente continua. Se permite el tendido de conductores aislados sin soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permiten conductores desnudos de cobre o de aluminio cuando estén soportados sobre aisladores.

b) Sistemas de más de 50 volts en corriente continua. Se permite el tendido de conductores aislados sobre soportes aislados, si están protegidos contra daño físico. Se permiten conductores desnudos de cobre o de aluminio cuando estén soportados sobre aisladores y resguardados contra contactos accidentales hasta el punto de terminación, de acuerdo con lo indicado en 110-27.

669-7. Anuncios de advertencia. Se deben colocar avisos de advertencia para indicar la presencia de conductores desnudos.

669-8. Medios de desconexión

a) Más de una fuente de alimentación. Cuando más de una fuente de alimentación alimenta el mismo sistema de corriente continua, se debe proveer de un medio de desconexión en el lado de corriente continua de cada fuente de alimentación.

b) Puentes o conductores removibles. Se permiten puentes o conductores removibles como medios de desconexión.

669-9. Protección contra sobrecorriente. Los conductores de corriente continua deben protegerse contra sobrecorriente por uno o más de los medios siguientes:

(1) Fusibles o interruptores automáticos,

(2) Un dispositivo sensor de corriente eléctrica que accione un medio de desconexión,

(3) Otros dispositivos aprobados.

ARTICULO 670

MAQUINARIA INDUSTRIAL

670-1. Alcance. Este Artículo cubre las definiciones de, los datos de placa de maquinaria industrial, y el tamaño y protección contra sobrecorriente de los alimentadores para maquinaria industrial.

NOTA: Para información sobre los requisitos de los espacios de trabajo para equipos que contienen terminales de los conductores de alimentación, véase la sección 110-26.

670-2. Definición de maquinaria industrial (Máquina). Para el propósito de este Artículo, la maquinaria industrial es un equipo (o un grupo de máquinas trabajando juntas, en una forma coordinada), accionado por energía eléctrica, que no se puede transportar manualmente mientras está funcionando que se utiliza para procesar materiales mediante corte, formado, presión laminado; técnicas eléctricas, térmicas u ópticas; o una combinación de estos procesos. Se puede incluir al equipo asociado utilizado para transferir material o las herramientas, incluyendo sus accesorios para el ensamble/desensamble, para inspección o pruebas o para empacar. (El equipo eléctrico asociado, incluyendo los controladores lógicos y su programación asociada, junto con los actuadores y sensores se considera parte de la máquina industrial).

670-3. Placas de datos de la máquina

a) Placa de datos permanente. Se debe fijar sobre la envolvente del control del equipo, o en la misma máquina, en un lugar que sea fácilmente visible después de la instalación, una placa de datos permanente en la que se indique lo siguiente:

(1) Tensión de alimentación, número de fases, frecuencia y corriente a plena carga.

(2) Corriente nominal máxima de los dispositivos de protección contra fallas a tierra y cortocircuito.

(3) Corriente nominal del motor más grande (de la placa de datos del motor) o de la carga.

(4) Corriente de cortocircuito del panel de control de la máquina industrial con base en uno de los siguientes:

a. Corriente de cortocircuito marcada en la envolvente del control o ensamble de la máquina.

b. Corriente de cortocircuito establecida utilizando un método aprobado.

(5) Número del diagrama eléctrico o número del índice de los diagramas eléctricos.

La corriente a plena carga indicada en la placa de datos, no debe ser menor que la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y de otro equipo, que pudieran estar operando al mismo tiempo bajo condiciones normales de uso. Cuando cargas o ciclos de trabajo no usuales requieran conductores de mayor o de menor tamaño, la capacidad requerida debe incluirse en la corriente de plena carga marcada. Cuando haya más de un circuito de alimentación, la placa de datos debe de llevar la información anterior, para cada circuito.

NOTA: Ver en 430-22(e) y 430-26 los requerimientos para el régimen de trabajo.

b) Protección contra sobrecorriente. Cuando se suministre protección contra sobrecorriente de acuerdo con lo indicado en 670-4(c), la máquina se debe marcar “Protección contra sobrecorriente en las terminales de alimentación de la máquina”.

670-4. Conductores alimentadores y protección contra sobrecorriente

a) Tamaño. El tamaño de los conductores de alimentación debe ser tal que tenga una ampacidad no menor que 125 por ciento de la corriente a plena carga de las cargas de calentamiento resistivas, más 125 por ciento del motor más grande, más la suma de todas las corrientes a plena carga de los restantes motores y aparatos conectados, basados en su régimen de trabajo y que puedan operar al mismo tiempo.

NOTA: Ver las tablas de ampacidad de 0 a 2000 volts del Artículo 310 para ampacidad de los conductores de 600 volts y menos.

NOTA: Ver 430-22(e) y 430-26 para requerimientos de régimen de trabajo.

b) Medios de desconexión. Una máquina debe ser considerada como una sola unidad, por lo tanto, debe tener un medio de desconexión. Este medio de desconexión se permite que sea alimentado por circuitos derivados protegidos por fusibles o por interruptores automáticos. El medio de desconexión no requiere de protección contra sobrecorriente.

c) Protección contra sobrecorriente. Cuando forme parte de la máquina, la protección contra sobrecorriente para cada circuito de alimentación, debe consistir de un interruptor automático o de un juego de fusibles. La máquina debe tener los datos requeridos en 670-3 y los conductores de alimentación se consideran como alimentadores o como derivaciones, según se indica en 240-21.

El valor nominal o ajuste de la protección contra sobrecorriente para el circuito que alimenta a la máquina, no debe ser mayor que la suma del valor nominal o ajuste más alto del dispositivo de protección contra cortocircuito y falla a tierra suministrado con la máquina, más 125 por ciento de la corriente a plena carga de todas las cargas de calentamiento resistivas, más la suma de todas las corrientes a plena carga de todos los demás motores y aparatos que puedan funcionar al mismo tiempo.

Excepción: Cuando uno o más interruptores automáticos de disparo instantáneo o protectores contra cortocircuito de motores se utilice para protección de circuitos derivados contra cortocircuito y falla a tierra de motores, según se permite en 430-52(c), el procedimiento anterior se aplicará con la siguiente condición: para propósitos de cálculo, cada interruptor automático de disparo instantáneo o protector contra cortocircuito de motor, debe tener un valor nominal que no exceda el máximo por ciento de la corriente del motor a plena carga permitido en la Tabla 430-52 para el tipo de dispositivo de protección utilizado en el circuito de alimentación de la máquina.

Cuando no se proporciona con la máquina el dispositivo de protección contra falla a tierra y contra cortocircuito del circuito derivado, el valor nominal o el ajuste de disparo del dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe basar en lo indicado en 430-52 o 430-53, según sea aplicable.

670-5. Capacidad de cortocircuito. No se debe instalar maquinaria industrial cuando la corriente de cortocircuito que se puede presentar, exceda la corriente de corto circuito marcada de acuerdo con 670-3(a)(4)

ARTICULO 675

MAQUINAS DE RIEGO OPERADAS O CONTROLADAS ELECTRICAMENTE

A. Disposiciones generales

675-1. Alcance. Este Artículo se aplica a máquinas de riego operadas o controladas eléctricamente, así como a los circuitos derivados y controladores ese equipo.

675-2. Definiciones

Anillos colectores. Son un ensamble de anillos deslizantes para transferir energía eléctrica de un elemento estacionario a un elemento rotatorio.

Máquina de riego. Máquina que se opera o controla eléctricamente, con uno o más motores y que es usada principalmente para transportar y distribuir agua para propósitos agrícolas.

Máquina de riego con pivote central. Máquina con varios motores que gira alrededor de un eje central y emplea interruptores de alineamiento o dispositivos similares para el control individual de los motores.

675-4. Cables para máquinas de riego

a) Construcción. Los cables para interconectar envolventes en la estructura de una máquina de riego deben ser un ensamble de conductores aislados y trenzados con relleno no higroscópico, con núcleo de material no metálico, con un relleno higroscópico y no absorbente en un núcleo de material no metálico resistente a la humedad y a las llamas, superpuesto con una cubierta y forrado con material no metálico resistente a la humedad, a la corrosión y a los rayos solares.

El aislamiento de los conductores debe ser cualquier tipo incluido en la Tabla 310-104(a) para una temperatura de operación de 75 °C y para uso en lugares húmedos. El material aislante del núcleo debe tener un espesor no menor a 0.76 milímetros y el recubrimiento metálico debe tener un espesor no menor a 0.20 milímetros. El espesor del material de la cubierta no debe ser menor a 1.27 milímetros.

Se permite en el mismo cable una combinación de conductores de fuerza, control y puesta a tierra.

b) Métodos alternativos de alambrado. Se permitirá instalar otros cables que cumplan con los requisitos de construcción del inciso anterior.

c) Soportes. El cable de riego debe soportarse por medio de abrazaderas, cintillas o accesorios similares diseñados para este propósito e instalados de tal manera que no dañen el cable. El cable debe soportarse a intervalos no mayores a 1.20 metros.

d) Accesorios. Se deben instalar herrajes en todos los puntos de terminación del cable de riego. Los herrajes deben estar diseñados para uso con el tipo de cable y ser adecuados para las condiciones de servicio.

675-5. Más de tres conductores en una canalización o cable. Los conductores de señalización y control en un ducto o en un cable, no deben ser tomados en consideración para propósitos de ajuste de ampacidad como se requiere en 310-15(b)(3)(a).

675-6. Marcado en el panel de control principal. El panel de control principal debe tener una placa de datos con la siguiente información:

(1) Nombre del fabricante, tensión nominal, número de fases y frecuencia.

(2) Corriente nominal de la máquina.

(3) Capacidad del medio de desconexión principal y el valor de la protección contra sobrecorriente requerida.

675-7. Valores equivalentes de corriente. Cuando la operación de la máquina no sea intermitente, se deben utilizar las disposiciones del Artículo 430 para determinar los valores de los controladores, medios de desconexión y conductores. Cuando la máquina de riego es de operación intermitente, se deben hacer las siguientes consideraciones para determinar los valores equivalentes de corriente.

a) Valor de corriente en operación continua. El valor equivalente de corriente en operación continua para la selección de los conductores en circuitos derivados y protección contra sobrecorriente, debe ser de 125 por ciento de la corriente de placa a plena carga del motor de mayor capacidad, más la suma de las corrientes de placa de plena carga de todos los motores del circuito, multiplicados por el máximo porcentaje del régimen de trabajo al cual ellos pueden operar continuamente.

b) Corriente de rotor bloqueado. La corriente equivalente a rotor bloqueado debe ser igual a la suma de las corrientes a rotor bloqueado de los dos motores de mayor capacidad, más 100 por ciento de la suma de las corrientes de placa a plena carga de todos los motores restantes del circuito.

675-8. Medios de desconexión

a) Controlador principal. El controlador utilizado para arranque y paro de toda la máquina, debe cumplir los siguientes requisitos:

(1) Una corriente de operación continua no menor que los valores especificados en 675-7(a) ó 675-22(a).

(2) Un valor en HP no menor que los valores indicados en la Tabla 430-251 (a) y Tabla 430-251 (b) basados en la corriente equivalente a rotor bloqueado especificada en 675-7(b) y 675-22(b).

Excepción: Un interruptor de caja moldeada no necesita que se especifique su valor nominal en HP.

b) Medio de desconexión principal. El medio de desconexión principal de la máquina debe proporcionar protección contra sobrecorriente, debe estar en el punto de conexión de la alimentación a la máquina o estar a la vista y a no más de 15.00 metros de la máquina, y debe ser de fácil y rápido acceso y poderse bloquear en la posición de abierto. Este medio de desconexión debe tener una corriente nominal y una potencia nominal (en HP) no inferiores a las exigidas para el controlador principal.

Excepción: Los interruptores automáticos que no indican su capacidad de potencia en HP se permiten si están de acuerdo con lo indicado en 430-109.

Excepción: Un interruptor de caja moldeada no necesita que se especifique su valor nominal en HP.

c) Medios de desconexión para controladores y motores individuales. Se debe proveer un medio de desconexión para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase de cada motor y controlador, y debe localizarse como lo requiere el Artículo 430 Parte I. Este medio de desconexión no tiene que ser de fácilmente accesible.

675-9. Conductores del circuito derivado. Los conductores del circuito derivado deben tener una ampacidad no menor que la que se especifica en 675-7(a) ó 675-22(a).

675-10. Varios motores en un circuito derivado.

a) Protección requerida. Se permitirá instalar varios motores que no excedan de 1.50 kW (2 HP), siempre y cuando el circuito de la máquina de riego esté protegido a no más de 30 amperes en 600 volts o menos, siempre que cumplan las siguientes condiciones:

(1) La corriente a plena carga de cualquier motor en el circuito no supere 6 amperes.

(2) Cada motor en el circuito debe tener protección contra sobrecarga de acuerdo con 430-32.

(3) Las derivaciones a cada motores individual no deben ser de tamaño menor a 2.08 mm^2 (14 AWG) y con una longitud que no exceda 7.00 metros.

b) Protección individual no requerida. No se requiere protección contra cortocircuito en el circuito derivado para motores y controladores, cuando se ha cumplido con lo establecido en 675-10(a).

675-11. Anillos colectores

a) Transmisión de corriente para propósitos de potencia. El anillo colector debe soportar una corriente no menor que 125 por ciento de la corriente de plena carga del mayor dispositivo alimentado más 100 por ciento de la corriente de plena carga de todos los demás dispositivos alimentados o como se indica en 675-7(a) o 675-22(a).

b) Para propósitos de señal o control. Los anillos colectores para señalización y control deben tener una ampacidad no menor que 125 por ciento de la corriente del mayor dispositivo alimentado, más la suma de las corrientes de plena carga de todos los demás dispositivos alimentados.

c) Puesta a tierra. El anillo colector para la puesta a tierra debe tener una capacidad no menor que la determinada de acuerdo con 675-11(a).

d) Protección. Los anillos colectores deben protegerse contra las condiciones ambientales y de contacto accidental por medio de envolventes adecuadas.

675-12. Conexión de puesta a tierra. El siguiente equipo debe tener conexión de puesta a tierra:

(1) Todo equipo eléctrico en la máquina de riego.

(2) Todo equipo eléctrico asociado con la máquina de riego.

(3) Todas las cajas metálicas de empalmes y envolventes.

(4) Los tableros de control o equipo de control para el suministro o control del equipo eléctrico en la máquina de riego.

Excepción: La conexión de puesta a tierra no se requiere en máquinas donde se han cubierto los siguientes requisitos:

a. Si la máquina es controlada eléctricamente, pero no es impulsada eléctricamente.

b. La tensión de control es de 30 volts o menos.

c. Los controladores o señales son de corriente limitada de acuerdo con lo especificado en el Capítulo 10, Tablas 11(a) y 11(b).

675-13. Método de puesta a tierra. Las máquinas que requieren de conexión de puesta a tierra deben tener un conductor de puesta a tierra de equipo, no conductor de corriente, como parte integral de cada cordón, cable o canalización. Este conductor de puesta a tierra debe dimensionarse, de manera que no sea menor que el mayor conductor portador de corriente en cada cordón, cable o canalización. Los conductores del alimentador para una máquina de riego deben tener un conductor de puesta a tierra de equipo de tamaño determinado como se establece en la Tabla 250-122.

675-14. Conexión de puesta a tierra. Cuando se requiere conexión de puesta a tierra en una máquina de riego, la estructura metálica de la máquina, las canalizaciones metálicas y la pantalla metálica del cable deben estar conectadas al conductor de puesta a tierra. Se debe considerar como una trayectoria aceptable de unión el contacto de metal a metal con una parte que esté conectada eléctricamente al conductor de puesta a tierra y a las partes no conductoras de corriente de la máquina.

675-15. Protección contra descargas atmosféricas. Si una máquina de riego tiene un punto estacionario, se debe colocar un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250 Parte C, en ese punto, como medio de protección contra descargas atmosféricas.

675-16. Suministro con más de una fuente de alimentación. El equipo dentro de una misma envolvente que recibe energía eléctrica de más de una fuente, no requiere medios de desconexión para la fuente adicional, cuando la tensión suministrada es 30 volts o menos y cumple con los requerimientos del Artículo 725 Parte C.

675-17. Conectores. Las clavijas y conectores exteriores sobre el equipo deben ser a prueba de intemperie.

A menos a que se suministren únicamente para que cumplan con lo establecido en el Artículo 725 Parte C, las clavijas y conectores deben ser construidos como se especifica en 250-124(a).

B. Máquinas de riego con pivote central

675-21. Generalidades. Las disposiciones de esta parte cubren requerimientos especiales adicionales que son peculiares a las máquinas de riego con pivote central. Véase 675-2 para la definición de máquinas de riego con pivote central.

675-22. Valores de corriente equivalentes. Para establecer los valores de capacidad de conducción de corriente de controladores, medios de desconexión y ampacidad de conductores para el trabajo intermitente de este tipo de máquinas, se debe considerar lo siguiente:

a) Operación continua. La corriente equivalente de funcionamiento continuo para la selección de los conductores y de los dispositivos del circuito derivado debe ser igual al 125 por ciento de la corriente nominal a plena carga de la placa de datos del motor más grande, más el 60 por ciento de la suma de todas las corrientes a plena carga de la placa de datos del resto de los motores del circuito.

b) Corriente a rotor bloqueado. La corriente equivalente a rotor bloqueado, debe ser igual a la suma de dos veces la corriente a rotor bloqueado del motor más grande, más 80 por ciento de la suma de las corrientes a plena carga de todos los demás motores conectados al circuito.

ARTICULO 680

ALBERCAS, FUENTES E INSTALACIONES SIMILARES

A. Disposiciones generales

680-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la construcción e instalación del sistema de alambrado eléctrico para equipo situado dentro o adyacente a las albercas de natación, terapéuticas y decorativas, chapoteaderos, fuentes de ornato, bañeras térmicas y fuentes de aguas termales, bañeras de hidromasaje, tanto si están instaladas permanentemente o son almacenables, y a todo equipo metálico auxiliar tales como bombas, filtros y equipo similares. El término cuerpo de agua que se usa a lo largo de la Parte A se aplica a todos los cuerpos de agua tratados en este alcance, a menos que se modifique en contrario.

680-2. Definiciones

Alberca. Equipo fabricado o construido en sitio, diseñado para contener agua en forma permanente o semipermanente y que se usa para natación, chapotear, inmersión o terapéuticas.

Albercas de natación, de inmersión, chapoteadero o terapéutica, instaladas permanentemente. Son aquellas que están construidas en el piso o parcialmente sobre el piso y que sean capaces de contener agua con una profundidad mayor de 1.00 metro y todas las albercas instaladas dentro de un inmueble, independientemente de la profundidad, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier naturaleza.

Albercas de natación, de inmersión o chapoteadero desmontables. Son aquellas que están construidas en el piso, o parcialmente sobre el piso y que sean capaces de contener agua con una profundidad mayor de 1.00 metro, o una alberca con paredes no metálicas o de polímero moldeado o inflable con paredes de tela, sin importar sus dimensiones.

Cubierta de alberca eléctricamente accionada. Equipo accionado con motor, diseñado para cubrir y descubrir la superficie del agua de una alberca por medio de una cubierta flexible o de estructura rígida.

Cubierta porta-luminaria. Estructura diseñada para contener una luminaria de nicho húmedo y destinado para instalarse en una alberca o en la estructura de una fuente.

Ensamble de equipos para tina de hidromasaje. Unidad ensamblada en fábrica consistente en circuladores de agua, calentadores y equipo de control montados en una base común, destinada para operar una tina de hidromasaje. El equipo puede incluir bombas, sopladores de aire, calentadores, luces, controles, generadores de desinfectante y otros.

Ensamble de equipos para tina terapéutica o tanque hidroterapéutico. Unidad auto-contenida ensamblada en fábrica consistente en circuladores de agua, calentadores y equipo de control montados en una base común, destinada para operar una tina terapéutica o tanque hidroterapéutico. El equipo puede incluir bombas, sopladores de aire, calentadores, luces, controles, generadores de desinfectante y otros.

Ensamble de iluminación a través de la pared. Un ensamble de iluminación para instalarse a nivel, sobre o a través de la pared de una alberca, que consiste en dos grupos de componentes interconectados, separados por la pared de la alberca.

Equipo de iluminación conectado con cordón y clavija. Es un ensamble de iluminación que consiste en una luminaria destinada para montarse en la pared de una tina de hidromasaje, o alberca almacenable y un transformador conectado con cordón y clavija.

Equipo estacionario. Equipo que no se puede mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal.

Equipo fijo. Equipo que está sujeto o asegurado con otro medio en un lugar específico.

Equipo portátil. Equipo que es efectivamente se mueve o que puede ser fácilmente movido de un lugar a otro durante el uso normal.

Fuente. Fuentes, albercas decorativas, albercas de exhibición, y espejos de agua. Esta definición no incluye los bebederos de agua.

Fuentes y espejos de agua decorativos instalados permanentemente. Las que están construidas en la tierra o sobre ella o en un inmueble, de manera que la fuente no pueda ser fácilmente desarmada para almacenarla, esté o no alimentada por circuitos eléctricos de cualquier naturaleza. Estas unidades están construidas principalmente por su valor estético y no para nadar o chapotear.

Límite de baja tensión de contacto. Una tensión que no supera los siguientes valores:

(1) 15 volts (rms) para corriente alterna senoidal

(2) 21.2 volts pico para corriente alterna no senoidal

(3) 30 volts continuos para corriente continua.

(4) 12.4 volts pico para corriente continua que es interrumpida dentro de un rango de 10 a 200 hertz

Luminaria de nicho húmedo. Luminaria para ser instalada en una cubierta porta-luminaria colocada en una alberca o estructura de fuente, donde la luminaria está completamente rodeada completamente por agua.

Luminaria de nicho seco. Luminaria para ser instalada en el piso o en las paredes de una alberca, una tina de hidromasaje o una fuente, en un nicho que está sellado contra la entrada de agua.

Luminaria sin nicho: Es un equipo de iluminación diseñado para instalarse sin un nicho encima o debajo del agua.

Nivel máximo de agua. Nivel más alto que puede alcanzar el agua antes de derramarse.

Tina de hidromasaje. Una tina instalada permanentemente, equipada con un sistema de tubería de recirculación, bomba y equipo asociado, diseñada de manera que pueda recibir, circular y descargar agua después de cada uso.

Alberca de hidromasaje. Una alberca de hidromasaje para uso recreacional o terapéutico, no localizada en instalaciones de cuidado de la salud, diseñada para la inmersión de personas y que tiene un filtro, calentador y sopladores de aire accionados por motor. Estas albercas se pueden instalar dentro de un local, a la intemperie, sobre el piso o una estructura de soporte. Generalmente una tina de hidromasaje no está diseñada o prevista para que su contenido sea vaciado después de cada uso.

Tina de hidromasaje autocontenida. Unidad prefabricada que consta de un recipiente para tina de hidromasaje, con todo el equipo de circulación del agua, calefacción y control como parte integral de la unidad. El equipo puede incluir bombas, sopladores de aire, calentadores, luces, controles, generadores de desinfectante y otros.

Tina terapéutica o tanque hidroterapéutico autocontenidos. Unidad prefabricada que consta de una tina terapéutica o tanque hidroterapéutico, con todo el equipo de circulación del agua, calefacción y control como parte integral de la unidad. El equipo puede incluir bombas, sopladores de aire, calentadores, controles de luces, generadores de desinfectante y otros.

680-3. Otros Artículos aplicables. Con excepción de lo que se modifica en este Artículo, las instalaciones de alambrado eléctrico y del equipo en las albercas y fuentes, deben cumplir con las disposiciones que les sean aplicables de esta NOM, incluyendo las identificadas en la Tabla 680-3.

Tabla 680-3.- Otros Artículos

Tema	Sección o Artículo
Sistemas de alumbrado operando a 30 volts o menos	411-4(b)
Equipos de Audio	640 Partes A y B
Equipo de audio adyacentes a albercas o fuentes	640-10
Altavoces que se instalan bajo el agua	680-27(a)

680-4. Aprobación del equipo. Todo equipo eléctrico instalado en el agua, en las paredes, en las banquetas, de albercas, fuentes e instalaciones similares, debe cumplir con las disposiciones de este Artículo.

680-5. Interruptores de circuito por falla a tierra. Los interruptores de circuito por falla a tierra deben ser unidades auto-contenidas, de tipo interruptor automático, contacto, u otros aprobados.

680-6. Puesta a tierra. El equipo eléctrico debe estar puesto a tierra de acuerdo con las Parte E, F y G del Artículo 250 y conectado con métodos de alambrado del Capítulo 3, excepto lo modificado por este Artículo. Los siguientes equipos deben estar puestos a tierra:

(1) Ensambles de iluminación a través de la pared y luminarias bajo el agua, diferentes de aquellos productos de alumbrado de baja tensión aprobados para usarlos sin un conductor de puesta a tierra.

(2) Todo el equipo eléctrico ubicado dentro de una distancia de 1.50 metros de la pared interior del cuerpo de agua especificado.

(3) Todo el equipo eléctrico asociado con el sistema de recirculación de agua del cuerpo de agua especificado.

(4) Cajas de empalme

(5) Envolventes de transformadores y los equipos de suministro de energía

(6) Interruptores de circuito contra fallas a tierra

(7) Tableros de distribución que no forman parte del equipo de acometida y que alimentan a cualquier equipo eléctrico asociado con el cuerpo de agua especificado.

680-7. Equipo conectado con cordón y clavija. Los equipos fijos o estacionarios, para una alberca permanente que no sean aparatos de alumbrado bajo el agua, pueden conectarse con un cordón flexible y clavija, para facilitar su remoción o desconexión para mantenimiento o reparación.

a) Longitud. En albercas que no sean almacenables, el cordón flexible no debe tener más de 90 centímetros de longitud.

b) Puesta a tierra de equipos. El cordón flexible debe tener un conductor de puesta a tierra de equipos, de cobre y dimensionado de acuerdo con 250-122 pero de tamaño mínimo de 3.31 mm^2 (12 AWG). El cordón debe terminar en una clavija de conexión del tipo puesta a tierra.

c) Construcción. Los conductores de puesta a tierra de equipos deben estar conectados a una parte metálica fija del ensamble. La parte removible se debe montar sobre la parte metálica fija o se debe unir a ella.

680-8. Separación de conductores aéreos. Los conductores aéreos deben cumplir con los requisitos de separación de esta sección. Cuando se indica una separación mínima desde el nivel del agua, la medición se debe hacer desde el nivel máximo de agua del cuerpo de agua especificado.

a) Fuerza. Con respecto a los conductores de acometida aérea y del alambrado aéreo abierto, las albercas de natación e instalaciones similares deben cumplir con la distancia mínima que se establece en la Tabla 680-8 y se ilustra en la Figura 680-8.

NOTA: El alambrado aéreo abierto, tal como se usa en este Artículo, por lo general se refiere al conductor o conductores que no están en una canalización cerrada.

b) Sistemas de comunicaciones. Los cables coaxiales de comunicaciones, radio y televisión dentro del alcance de los Artículos 800 hasta 820 se permitirán a una altura mínima de 3.00 metros por encima de las albercas de natación y chapoteaderos, trampolines y torres o plataformas de observación.

c) Sistemas de comunicaciones de banda ancha accionadas por red. Las distancias mínimas para los conductores aéreos de sistemas de comunicaciones de banda ancha accionadas por red con respecto a las albercas o fuentes deben cumplir con las disposiciones de la Tabla 680-8 para conductores operando de 0 a 750 volts a tierra.

Tabla 680-8.- Libramientos para conductores aéreos

Parámetros de libramiento	Suministro de 0-750 volts a tierra, con conductores aislados soportados por un cable mensajero desnudo puesto a tierra eficazmente o conductor neutro puesto a tierra eficazmente	Todos los demás conductores de tensión a tierra	
		0-15 kV	Mayor que 15 a 50 kV
	Metros		
A. Espacios libres en cualquier dirección al nivel del agua, borde de la superficie del agua o base de la plataforma de clavados o balsa permanentemente anclada.	6.90	7.50	8.00
B. Espacios libres en cualquier dirección del lugar de observación o de la plataforma de clavados.	4.40	5.20	5.50
C. Límite horizontal del libramiento medido desde la pared interior de la alberca	Este límite se debe extender borde exterior de las estructuras mencionadas en (a) y (b) anteriores pero no debe ser menor que		

3.00 metros.

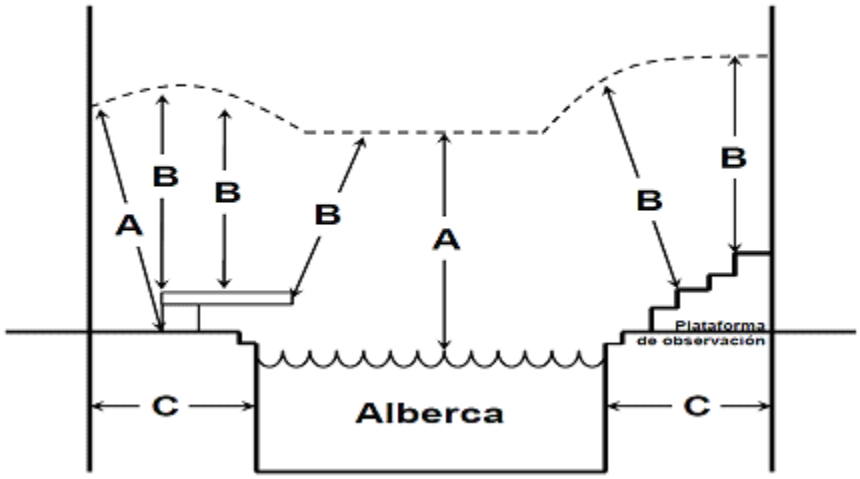


Figura 680-8.- Distancias desde las estructuras de la alberca

Tabla 680-10.- Profundidad mínima del recubrimiento

Método de alambrado	Recubrimiento mínimo centímetros
Tubo conduit metálico pesado	15
Tubo conduit metálico semipesado	15
Canalización no metálica aprobada para ser directamente enterrada con un recubrimiento de concreto no menor que 10 centímetros y que no se extienda más allá de 16 centímetros de la instalación subterránea.	15
Canalización no metálica aprobada para ser directamente enterrada sin algún recubrimiento.	45
Otras canalizaciones aprobadas*	45

* Las canalizaciones aprobadas para enterrarse sólo cuando están recubiertas de concreto se requiere un recubrimiento no menor a 5 centímetros

680-9. Calentadores eléctricos de agua para alberca. Todos los calentadores eléctricos de agua para alberca deben tener los elementos calentadores divididos en cargas que no excedan 48 amperes y protegidos a no más de 60 amperes. La ampacidad de los conductores de circuito derivado y la capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor que 125 por ciento de la carga total de la placa de datos.

680-10. Alambrado subterráneo. No se permite el alambrado bajo la alberca o debajo del área en una extensión de 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes internas de la alberca a menos que este alambrado sea necesario para alimentar los equipos de la alberca permitidos por este Artículo. Cuando la falta de espacio no permita enrutar el alambrado a 1.50 metros o más de la alberca, se permitirá que dicho alambrado se instale en sistemas de canalización completa de tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado o en un sistema de canalización no metálico. Todos los tubos conduit metálicos deben ser resistentes a la corrosión y adecuados para su instalación en ese lugar. La profundidad mínima del recubrimiento debe ser la que se indica en la Tabla 680-10.

680-11. Cuartos y fosas para equipos. El equipo eléctrico no debe instalarse en locales cuyo drenaje no sea adecuado para prever acumulaciones de agua durante operaciones normales o de mantenimiento de filtros.

680-12. Medio de desconexión. Se debe proporcionar uno o más medios que desconecten simultáneamente todos los conductores de fase para todo equipo de utilización diferente al de alumbrado. Cada medio debe ser fácilmente accesible y estar ubicado al alcance de la vista desde el equipo que controla y se debe ubicar a una distancia mínima de 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca o tina de hidromasaje, a menos que esté separado del cuerpo de agua por una barrera

instalada permanentemente que asegure una trayectoria de 1.50 metros o más. Esta distancia horizontal se debe medir desde el borde del agua por el camino más corto para alcanzar el desconectador.

B. Albercas permanentes

680-20. Disposiciones generales. Las instalaciones eléctricas en albercas permanentes deben cumplir con las disposiciones de la Parte A y de la Parte B de este Artículo.

680-21. Motores.

a) Métodos de alambrado. El alambrado para un motor asociado con una alberca debe cumplir lo indicado en el inciso (1), a menos que sea modificado para circunstancias específicas por cualquiera de los incisos (2) hasta (5).

1) Generalidades. Los circuitos derivados para motores asociados con albercas se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo, tubo conduit reforzado de resina termofija o cable del tipo MC apropiado para el lugar, Se permitirán otros materiales y métodos de alambrado en aplicaciones o lugares específicos según se trata en esta sección. Cualquier método de alambrado utilizado debe tener un conductor de cobre aislado de puesta a tierra de equipos, dimensionado de acuerdo con 250-122, pero de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) cuando menos.

2) Sobre o dentro de la edificio. Se permitirá usar tubo conduit metálico ligero si se instala sobre o dentro de los edificios.

3) Conexiones flexibles. Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles en o junto al motor, se permitirá usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados.

4) Unidades unifamiliares. En el interior de unidades de vivienda o en el interior de edificios Apéndices asociados con una unidad de vivienda, se permitirá cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3 de esta NOM y que cumpla con las disposiciones de esta sección. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos sea desnudo cuando va tendido en un ensamble de cables, pero debe estar encerrado dentro del recubrimiento externo del ensamble de cables.

5) Conexiones con cordón y clavija. Se permitirá que los motores asociados con albercas utilicen conexiones con cordón y clavija. El cordón flexible no debe exceder de 90 centímetros de longitud. El cordón flexible debe incluir un conductor de cobre de puesta a tierra de equipos dimensionado de acuerdo con 250-122, pero de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG) cuando menos. El cordón debe terminar en una clavija de conexión puesta a tierra.

b) Bombas con doble aislamiento para albercas. Una bomba para albercas, conectada con cordón y clavija, que incorpore un sistema aprobado de doble aislamiento que proporcione un medio para puesta a tierra únicamente de las partes metálicas no portadoras de corriente, internas y no accesibles de la bomba, se debe conectar a cualquier método de alambrado reconocido en el Capítulo 3 que sea adecuado para el lugar. Cuando la malla de unión está conectada al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito del motor, de acuerdo con el segundo párrafo de 680-26(b)(6)(a), el alambrado del circuito derivado debe cumplir con el inciso (a) de esta sección.

c) Protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. Las salidas para alimentar motores de bombas para albercas conectadas a un circuito derivado de una fase, 120 hasta 240 volts, de 15 ó 20 amperes, se deberán proveer con interruptores de circuito contra fallas a tierra tipo contacto o directamente conectado, para protección de las personas.

680-22. Iluminación, contactos y equipos

a) Contactos.

1) Ubicación del sistema de circulación y purificación del agua. Los contactos que alimentan motores de bombas de agua, u otras cargas directamente relacionadas con el sistema de circulación y purificación del agua, deben estar ubicados a una distancia mínima de 3.00 metros desde las paredes interiores de la alberca o cuando menos a 1.85 metros de las paredes interiores de la alberca si cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) Es un contacto sencillo.

(2) Emplean una configuración de bloqueo.

(3) Son del tipo puesta a tierra.

(4) Tienen protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra.

2) Ubicación de otros contactos. Cualquier otros contacto debe estar cuando menos a 1.85 metros de las paredes interiores de la alberca.

3) Unidad(es) de vivienda. Cuando haya una alberca permanente en una(s) unidad(es) de vivienda, debe haber por lo menos un contacto de 120 volts de 15 ó 20 amperes alimentado por un circuito derivado de uso general, ubicado cuando menos a 1.85 metros de las paredes interiores de la alberca, pero cuando mucho a 6.00 metros de la pared interior de la alberca. Este contacto debe estar ubicado a no más de 2.00 metros de altura sobre el nivel del piso, plataforma o nivel de las gradas sirviendo a la alberca.

4) Protección con interruptores de circuito contra fallas a tierra. Todos los contactos monofásicos de 120 volts, de 15 ó 20 amperes, ubicados a una distancia máxima de 6.00 metros de las paredes interiores de la alberca deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

5) Mediciones. Para determinar las medidas exigidas en esta sección con respecto a la separación de los contactos, la distancia que se debe medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un artefacto conectado al contacto sin perforar el piso, la pared, el techo, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

b) Salidas para alumbrado, luminarias y ventiladores de techo.

1) Distancias para instalaciones nuevas en exteriores. En las áreas de albercas exteriores, las salidas para alumbrado, luminarias y los ventiladores de techo sobre las albercas o sobre el área que se extiende 1.50 metros horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca, deben estar instaladas a una altura mínima de 3.70 metros por encima del nivel máximo de agua de la alberca.

2) Distancias en interiores. Para instalaciones en áreas de albercas interiores, las distancias deben ser las mismas que para albercas exteriores, a menos que este párrafo las modifique. Si el circuito derivado que alimenta al equipo está protegido por un interruptor de circuito contra fallas a tierra, se permitirá usar los siguientes equipos a una altura mínima de 2.30 metros por encima del nivel máximo del agua de la alberca:

(1) Luminarias totalmente encerradas.

(2) Ventiladores de techo identificados para uso debajo de las estructuras del plafón como las de los porches o los patios.

3) Instalaciones existentes. Las luminarias y salidas de alumbrado existentes ubicadas a menos de 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca deben estar a no menos de 1.50 metros por encima de la superficie del nivel máximo del agua, deben estar fijadas rígidamente a la estructura existente y protegidas con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

4) Protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra en áreas adyacentes. Las luminarias, salidas de alumbrado y ventiladores de techo instalados en el área que se prolonga entre 1.50 y 3.00 metros horizontalmente desde las paredes interiores de una alberca deben estar protegidas por un interruptor de circuito contra fallas a tierra, a menos que se instalen a una distancia mínima de 1.50 metros por encima del nivel máximo del agua y estén fijadas rígidamente a la estructura adyacente a, o que encierre la alberca.

5) Luminarias conectadas con cordón y clavija. Las luminarias conectadas con cordón y clavija deben cumplir con los requisitos de 680-7 cuando se instalan dentro de una distancia de 4.90 metros de cualquier punto sobre la superficie del agua, medidos radialmente.

c) Dispositivos de interrupción. Los dispositivos de interrupción deben estar ubicados como mínimo a una distancia horizontal de 1.50 metros de las paredes interiores de la alberca, a menos que estén separados de ella por una valla sólida, pared u otra barrera permanente. Como alternativa, se permitirá un interruptor aprobado para usarse dentro de una distancia de 1.50 metros.

d) Otras salidas. Otras salidas no deben estar a menos de 3.00 metros desde las paredes interiores de la alberca. Las mediciones se deben determinar de acuerdo con el inciso (a)(5) de esta sección.

NOTA: En otras salidas pueden incluir, pero no se limitan a, circuitos de control remoto, señalización, alarma contra incendios y circuitos de comunicaciones.

680-23. Luminarias bajo el agua. Los párrafos (a) hasta (d) de esta Sección se aplican a las luminarias instaladas por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

a) Disposiciones generales

1) Diseño de la luminaria para funcionamiento normal. El diseño de una luminaria bajo el agua alimentada por un circuito derivado, ya sea directamente o a través de un transformador que cumpla los requisitos de esta sección debe ser tal que, cuando la luminaria esté debidamente instalada sin un interruptor de circuito contra fallas a tierra, no haya riesgo de descarga eléctrica con cualquier combinación probable de condiciones de falla durante su uso normal (se exceptúa el cambio de lámparas).

2) Transformadores y suministros de energía. Los transformadores y los suministros de energía usados para alimentar luminarias bajo el agua, junto con el envolvente del transformador o suministro de energía, deben estar aprobados para uso en alberca de natación o tina de hidromasaje. El transformador o suministro de energía deben incorporar ya sea, un transformador del tipo de devanados separados con el secundario no puesto a tierra y que tenga una barrera metálica puesta a tierra entre los devanados primario y secundario, o uno que incorpore un sistema de doble aislamiento entre los devanados primario y secundario.

3) Protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra para el cambio de lámparas. Se debe instalar un interruptor de circuito contra fallas a tierra en el circuito derivado que alimenta las luminarias que funcionan a más que el límite de baja tensión de contacto, de modo que no haya riesgo de choque eléctrico durante el cambio de las lámparas. La instalación del interruptor de circuito contra fallas a tierra debe ser tal que no exista riesgo de choque eléctrico con cualquier combinación probable de condiciones de falla que involucre a una persona en una trayectoria conductora desde cualquier parte no puesta a tierra del circuito derivado o de la luminaria a tierra.

4) Limitación de tensión. No se deben instalar luminarias que funcionen conectadas a circuitos de más de 150 volts entre conductores.

5) Ubicación de las luminarias montadas en la pared. Las luminarias montadas en las paredes se deben instalar de modo que la parte superior de su lente quede como mínimo a 45 centímetros por debajo del nivel normal del agua de la alberca, a menos que la luminaria esté identificada para uso a menores profundidades. No se permitirá instalar ninguna luminaria a menos de 10 centímetros por debajo del nivel normal del agua de la alberca.

6) Luminarias montadas en el fondo. Las luminarias orientadas hacia arriba deben cumplir lo indicado en los numerales (1) o (2):

(1) La lente debe estar debidamente resguardada para prevenir cualquier contacto con las personas.

(2) Deben ser para uso sin resguardo.

7) Dependencia de la inmersión. Las luminarias que dependan de estar sumergidas para funcionar con seguridad deben estar auto protegidas contra sobrecalentamiento cuando no están sumergidas.

8) Conformidad. La conformidad con estos requisitos se logra con el uso de luminarias para uso bajo el agua y la instalación de un interruptor de circuito contra fallas a tierra en el circuito derivado o un transformador o un suministro de energía para luminarias que funcionan a no más que el límite de baja tensión de contacto.

b) Luminarias de nicho húmedo.

1) Cascos formados. Para el montaje de todas las luminarias bajo el agua del tipo de nicho húmedo se deben instalar cascos moldeados que deben tener las previsiones para la entrada de los conduit. Las partes metálicas de la luminaria y del casco que están en contacto con el agua de la alberca deben ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión. Todos los cascos formados usados con sistemas de tubo conduit no metálico, diferentes de aquellos que forman parte de un sistema de alumbrado de baja tensión que no requiere de puesta a tierra, deben incluir medios para la terminación de un conductor de cobre de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG).

2) Alambrado que se prolonga directamente hasta el casco formado. El tubo conduit se debe instalar desde el casco formado hasta una caja de empalmes u otro envolvente conforme a los requisitos de 680-24. El tubo conduit debe ser metálico pesado, metálico semipesado, no metálico flexible hermético a los líquidos o de cloruro de polivinilo.

a) Tubo conduit metálico. El tubo conduit metálico debe estar aprobado y debe ser de bronce u otro metal aprobado resistente a la corrosión.

b) Tubo conduit no metálico. Cuando se use tubo conduit no metálico, en este tubo conduit se debe instalar un puente de unión, de cobre trenzado o sólido, aislado y de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG), a menos que se use un sistema de alumbrado de baja tensión que no requiere de puesta a tierra. El puente de unión debe terminar en el casco formado, en la caja de empalmes o en el envolvente del transformador o del interruptor de circuito contra fallas a tierra. La terminación del puente de unión del 8.37 m^2 (8 AWG) en el casco formado se debe encapsular o cubrir con un compuesto de revestimiento que proteja la conexión de los posibles efectos deteriorantes del agua de la alberca.

3) Disposiciones para la puesta a tierra de equipos de los cordones. Las luminarias, excepto las que son del tipo de baja tensión que no requiere puesta a tierra de nicho mojado alimentados por un cordón o

cable flexible deben tener todas sus partes metálicas expuestas no portadoras de corriente, puestas a tierra mediante un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre y aislado que forme parte integral del cordón o del cable. Este conductor de puesta a tierra se debe conectar a una terminal de puesta a tierra en la caja de empalmes de la alimentación, el envolvente del transformador u otro envolvente. El conductor de puesta a tierra no debe tener un tamaño inferior al de los conductores de alimentación y no debe ser inferior al 1.31 mm^2 (16 AWG).

4) Terminaciones de puesta a tierra de las luminarias. El extremo de la cubierta del cordón flexible y las terminaciones del conductor del cordón flexible dentro de una luminaria deben estar cubiertos o encapsulados con un compuesto de revestimiento adecuado para prevenir la entrada de agua en la luminaria a través del cordón o de sus conductores. Si hay conexión de puesta a tierra dentro de una luminaria, esta se debe tratar de manera similar para proteger dicha conexión contra el efecto deteriorante del agua de la alberca en el caso de que entre agua en la luminaria.

5) Unión de la luminaria. La luminaria se debe fijar y unir al casco formado mediante un dispositivo de apriete firme que asegure un contacto de baja resistencia y que se requiera de herramientas para separar la luminaria del casco formado. No se exigirá unión en luminarias listadas para esta aplicación, que no tengan partes metálicas no portadoras de corriente.

6) Mantenimiento. Todas las luminarias de nicho húmedo se deben poder retirar del agua para inspección, cambio de lámparas u otro mantenimiento. La ubicación del casco formado y la longitud del cordón en dicho casco deben permitir que el personal coloque la luminaria retirada sobre la plataforma u otro lugar seco para realizar el mantenimiento. El lugar para el mantenimiento de la luminaria debe ser accesible sin entrar o estar en el agua de la alberca.

c) Luminarias de nicho seco.

1) Construcción. Una luminaria de nicho seco debe tener un medio para drenar el agua. Cualquier luminaria que no sea del tipo de baja tensión que no requiere puesta a tierra, deberá tener medios para conectar un conductor de puesta a tierra de equipos por cada entrada de conduit.

2) Caja de empalme. No se exigirá una caja de empalme, pero si se usa, no se exigirá que esté elevada ni ubicada tal como se especifica en 680-24(a)(2), si la luminaria está específicamente identificada para ese propósito.

d) Luminarias sin nicho. Una luminaria sin nicho debe cumplir con los requisitos del inciso (b)(3) anterior y se debe instalar de acuerdo con los requisitos de todo el inciso (b) anterior. Cuando se especifica una conexión con un casco moldeado, la conexión se debe hacer al soporte de montaje.

e) Ensamble de iluminación a través de la pared. Un ensamble de iluminación a través de la pared debe estar equipado con una entrada con rosca o concentrador, o con un concentrador no metálico con el fin de acomodar la terminación del tubo conduit de alimentación. El ensamble de iluminación a través de la pared debe cumplir con los requisitos del inciso (b)(3) anterior y se debe instalar de acuerdo con los requisitos de esta sección. Cuando se especifica la conexión con el casco moldeado, la conexión se debe hacer hasta el punto de terminación del conduit.

f) Alambrado del circuito derivado.

1) Métodos de alambrado. El alambrado del circuito derivado en el lado de la alimentación de los envolventes y cajas de empalme conectados a los conduits tendidos hasta luminarias de nicho húmedo y luminarias sin nicho, y los compartimientos del alambrado en sitio de las luminarias de nicho seco se deben instalar usando tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo o tubo conduit reforzado de resina termofija. Se permitirá instalar tubería metálica eléctrica en los edificios y cuando se instale dentro de los edificios, se permitirá usar tubo conduit no metálico, cable del tipo MC, tubo conduit metálico ligero o cable del tipo AC. En todos los casos, se exigirá un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos, dimensionado de acuerdo con la Tabla 250-122, pero no debe ser inferior al tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG).

Excepción: Se permitirá usar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, cuando se conecten a los transformadores para las luces de la alberca. La longitud no debe exceder 1.80 metros para ningún tramo, ni exceder 3.00 metros de longitud total utilizada.

2) Puesta a tierra de equipos. Excepto las luminarias que son del tipo de baja tensión que no requiere puesta a tierra, todos los ensambles de iluminación a través de la pared, las luminarias de nicho húmedo, de

nicho seco o sin nicho se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre aislado, instalado con los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe instalar sin empalmes ni amarres, excepto lo permitido en los subincisos (a) y (b) siguientes. El conductor de puesta a tierra de equipos se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122, pero no debe ser inferior al tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG).

Excepción: El conductor de puesta a tierra de equipos entre la cámara de alambrado del secundario de un transformador y una caja de empalme, se debe dimensionar de acuerdo con el dispositivo de protección contra sobrecorriente utilizado en este circuito.

a. Si más de una luminaria bajo el agua están alimentadas por el mismo circuito derivado, se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos, instalado entre las cajas de empalme, los envolventes de los transformadores u otros envolventes en el circuito de alimentación a las luminarias de nicho húmedo, o entre los compartimientos del alambrado de campo de las luminarias de nicho seco, termine en las terminales de puesta a tierra.

b. Si la luminaria bajo el agua está alimentada por un transformador, un interruptor de circuito contra fallas a tierra, un interruptor operado por reloj o un interruptor manual de acción rápida localizado entre el panel de distribución y una caja de empalme conectada al tubo conduit que se prolonga directamente hasta la luminaria bajo el agua, se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos termine en los terminales de puesta a tierra del transformador, el interruptor de circuito contra fallas a tierra, el envolvente del interruptor operado por reloj o una caja de salida utilizada para encerrar un interruptor manual de acción rápida.

3) Conductores. Los conductores en el lado de carga de un interruptor de circuito contra fallas a tierra o de un transformador, usados para cumplir las disposiciones de (a)(8)de esta misma sección, no deben ocupar canalizaciones, cajas ni envolventes que contengan otros conductores, a menos que se aplique una de las siguientes condiciones:

(1) Los otros conductores están protegidos por interruptores de circuito contra fallas a tierra.

(2) Los otros conductores sean de puesta a tierra.

(3) Los otros conductores sean de alimentación para un interruptor de circuito contra fallas a tierra del tipo pasante.

(4) Se permitirán interruptores de circuito contra fallas a tierra en un panel de distribución que contenga circuitos protegidos por otros interruptores diferentes de los interruptores de circuito contra fallas a tierra.

680-24. Cajas de empalmes y envolventes para transformadores o para interruptores de circuito por falla a tierra.

a) Cajas de empalmes. Toda caja de empalmes conectada a un tubo conduit que se extienda hasta casco moldeado o un soporte de montaje o una luminaria sin nicho, debe cumplir los requisitos de esta sección.

1) Construcción. La caja de empalmes debe estar aprobada como caja de empalmes para albercas de natación y debe cumplir con las siguientes condiciones:

(1) Estar equipada con entradas o coples roscados o con un cople no metálico.

(2) Estar compuesta de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material resistente a la corrosión.

(3) Ofrecer continuidad eléctrica entre cada tubo conduit metálico conectado y los terminales de puesta a tierra, mediante conexiones de cobre, bronce u otro metal resistente a la corrosión que forme parte integral de la caja.

2) Instalación. Cuando la luminaria opera sobre el límite de baja tensión de contacto, la ubicación de la caja de empalmes debe cumplir con (a) y (b). Cuando la luminaria funciona al límite de baja tensión de contacto, se permitirá que la ubicación de la caja de empalmes cumpla con (c) siguiente.

a. Separación vertical. La caja de empalmes debe estar ubicada a no menos de 10 centímetros, medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o de la plataforma de la alberca, o a una distancia no menor a 20 centímetros sobre el nivel máximo del agua de la alberca, la que brinde mayor elevación.

b. Separación horizontal. La caja de empalmes debe estar ubicada a no menos de 1.20 metros desde la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de la alberca por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.

c. Caja a nivel con la plataforma. Se permitirá usar una caja a nivel de la plataforma de la alberca si se utiliza en un sistema de alumbrado que funciona al límite de baja tensión de contacto y se cumplen las condiciones siguientes:

(1) Se emplea un compuesto aprobado para rellenar la caja con el fin de evitar la entrada de humedad.

(2) La caja a nivel de la plataforma está ubicada como mínimo a 1.20 metros de la pared interior de la alberca.

b) Otras envolventes. La envolvente de un transformador, de un interruptor de circuito por falla a tierra o de un dispositivo similar, conectada a un tubo conduit que se acople directamente a una cubierta porta-luminaria debe cumplir las condiciones siguientes:

1) Construcción. El envolvente debe estar marcado para el propósito y cumplir los siguientes requisitos:

(1) Estar equipada con entradas o coples roscados o con un cople no metálico.

(2) Estar compuesta de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material resistente a la corrosión.

(3) Tener un sello aprobado, tal como un sello de ducto en la conexión del tubo conduit que prevenga la circulación de aire entre el tubo conduit y los envolventes.

(4) Debe haber continuidad eléctrica entre cada tubo conduit metálico conectado y las terminales de puesta a tierra de cobre, bronce u otro metal resistente a la corrosión que forme parte integral de la caja.

2) Instalación.

a) Separación vertical. El envolvente debe estar ubicado a no menos de 10 centímetros, medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o de la plataforma de la alberca, o a una distancia no menor a 20 centímetros sobre el nivel máximo del agua de la alberca, la que brinde mayor elevación.

b) Separación horizontal. El envolvente debe estar ubicada a no menos de 1.20 metros desde la pared interior de la alberca, a menos que esté separada de la alberca por una valla sólida, pared u otra barrera permanente.

c) Protección. Las cajas de empalmes y envolventes instaladas en el nivel del piso terminado de la acera alrededor de la alberca, no deben estar colocadas en la acera misma, a menos que estén provistas de protección adicional, por ejemplo colocándolas debajo de los trampolines, adyacentes a las estructuras fijas o por medios similares.

d) Terminales de puesta a tierra. Las cajas de empalmes, envolventes de transformadores, envolventes de suministro y envolventes de interruptores de circuito por falla a tierra, conectadas a un tubo conduit que se extienda directamente hasta el casco formado o al soporte de montaje de o a una luminaria sin nicho, deben estar provistas de terminales de puesta a tierra en cantidad no menor que el número de tubos que entren más uno, así como se debe hacer uso de los accesorios correspondientes.

e) Alivio de la tensión mecánica. Las terminación de un cordón flexible de una luminaria bajo el agua dentro de una caja de empalmes, de una envolvente de transformador de una envolvente de suministro, de un interruptor de circuito por falla a tierra u otras envolventes, deben estar provistas de un mecanismo aliviar la tensión mecánica.

f) Puesta a tierra. Los terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de una caja de empalmes, un envolvente de transformador u otro envolvente en el circuito de alimentación a una luminaria de nicho húmedo o sin nicho y la cámara de alambrado en sitio de una luminaria de nicho seco, se deben conectar a la terminal de puesta a tierra de equipos del panel de distribución. Esta terminal se debe conectar directamente al envolvente del panel de distribución.

680-25. Alimentadores. Estas disposiciones se deben aplicar a cualquier alimentador en el lado de la alimentación de los tableros de distribución que alimentan los circuitos derivados para el equipo de la alberca del que trata la Parte B de este Artículo y en el lado de carga del equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separado.

a) Métodos de alambrado.

1) Alimentadores. Los alimentadores se deben instalar en tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado. Se permitirán los siguientes métodos de alambrado, siempre y cuando no estén expuestos a daños físicos.

(1) Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos

(2) Tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo

(3) Tubo conduit de resina termofija reforzada

(4) Tubo conduit metálico ligero sobre los edificios y ellos

(5) Tubo conduit no metálico dentro de un edificio

(6) Cable tipo MC cuando se instale dentro de un edificio y no esté expuesto a ambientes corrosivos

Excepción: Se permitirá que un alimentador existente entre un panel de distribución remoto existente y el equipo de acometida vaya en tubo conduit metálico flexible o en un ensamble aprobado de cables que incluya un conductor de puesta a tierra de equipos dentro de su recubrimiento exterior. El conductor de puesta a tierra de equipos debe cumplir con 250-24(a)(5).

2) Tubo conduit de aluminio. El tubo conduit de aluminio no está permitido en el área de la alberca cuando esté sujeto a corrosión.

b) Puesta a tierra. Se debe instalar un conductor de puesta a tierra de equipos con los conductores del alimentador, entre la terminal de puesta a tierra del panel de distribución del equipo de la alberca y la terminal de puesta a tierra del equipo de acometida aplicable o la fuente de un sistema derivado separado. Este conductor de puesta a tierra de equipos debe ser aislado para los alimentadores diferentes de (1) los alimentadores existentes tratados en (a), excepción, o (2) los alimentadores para edificios separados que no utilizan un conductor de puesta a tierra de equipos aislado, de acuerdo con (b)(2).

1) Tamaño. Este conductor debe ser dimensionado de acuerdo con 250-122, pero el tamaño no debe ser menor a 3.31 mm^2 (12 AWG). En sistemas derivados separados, este conductor se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-30(a)(3) pero no debe ser menor a 8.37 mm^2 (8 AWG).

2) Edificios separados. Se permitirá usar un alimentador de un edificio o estructura separada para alimentar los circuitos derivados para el equipo de la alberca de natación, o los alimentadores que alimenten los circuitos derivados para el equipo de la alberca de natación, si las disposiciones de puesta a tierra en el edificio separado cumplen los requisitos de 250-32(b). Cuando se instalan en alimentadores diferentes a los existentes tratados en (a), Excepción, el conductor separado de puesta a tierra de equipos debe ser un conductor con aislamiento.

680-26. Puentes de unión equipotencial.

a) Desempeño. La unión exigida en esta sección se debe instalar para reducir los gradientes de tensión en el área de la alberca.

b) Partes unidas. Las partes que se especifican en (b)(1) hasta (b)(7) siguientes se deben unir entre si usando conductores sólidos de cobre, aislados, cubiertos o desnudos, de tamaño no inferior al 8.37 mm^2 (8 AWG) o con tubo conduit metálico pesado de bronce u otro metal identificado como resistente a la corrosión. Las conexiones a las partes unidas se deben hacer de acuerdo con 250-8. No se exigirá que un conductor de unión del 8.37 mm^2 (8 AWG) o más grande, de cobre sólido, suministrado para reducir los gradientes de tensión en el área de la alberca se prologue o se una a los tableros de distribución remotos, al equipo de acometida o a los electrodos.

1) Cascos conductores de la alberca. La unión a los cascos de la alberca se debe hacer como se especifica en (b)(1) o (b)(1)(b). El concreto vertido, el concreto aplicado de forma neumática o rociada y los bloques de concreto con cubiertas pintadas o de yeso se deben considerar materiales conductores debido a la porosidad y a la permeabilidad al agua. Los revestimientos de vinilo y los cascos compuestos de fibra de vidrio se deben considerar materiales no conductores.

a. Acero estructural de refuerzo. El acero estructural de refuerzo no encapsulado se debe unir en conjunto mediante los alambres de acero de amarre o un equivalente. Cuando el acero estructural de refuerzo está encapsulado en un compuesto no conductor, se debe instalar una parrilla conductora de cobre, de acuerdo con (b)(1)(b).

b. Parrilla conductora de cobre. Se debe suministrar una parrilla conductora de cobre que cumpla con (1) hasta (4) siguientes.

(1) Estar construida de conductores de cobre sólido, desnudos, con tamaño mínimo del 8.37 mm^2 (8 AWG), unidos entre sí en todos los puntos de cruce. La unión deberá estar de acuerdo con 250-8 ó otros medios idóneos.

(2) Seguir el contorno de la alberca.

(3) Estar armada por una cuadrícula de conductores de 30 x 30 centímetros, en un patrón de parrilla perpendicular con separaciones uniformes y con una tolerancia de 10 centímetros.

(4) Estar asegurada en o bajo la alberca a no más de 15 centímetros desde el contorno exterior del casco de la alberca.

2) Superficies del perímetro. La superficie del perímetro se debe extender 90 centímetros horizontalmente más allá de las paredes interiores de la alberca y debe incluir las superficies sin pavimentar, así como las superficies de concreto vertido y otros tipos de pavimento. Las superficies de perímetro de menos de 90 centímetros, separadas por una pared o edificio permanente de 1.50 ó más metros de altura

requieren ser una unión equipotencial en el lado del edificio o pared que dan a la alberca. La unión a las superficies del perímetro se debe hacer como se especifica en (2)(a) o (2)(b) siguientes y se debe unir a la parrilla de conductores de cobre o al acero de refuerzo de la alberca por lo menos en cuatro (4) puntos separados uniformemente alrededor del perímetro de la alberca. Para los cascos no conductores de albercas, no se exigirá la unión en los cuatro puntos.

a. Acero estructural de refuerzo. El acero estructural de refuerzo se debe unir de acuerdo con el inciso (b)(1)(a) anterior.

b. Medios alternativos. Cuando el acero de refuerzo estructural no está disponible o está encapsulado en un compuesto no conductor, se debe utilizar un conductor o conductores de cobre si se cumplen los siguientes requisitos:

(1) Debe haber por lo menos un conductor de cobre sólido, desnudo con tamaño mínimo de 8.37 mm^2 (8 AWG).

(2) Los conductores deben seguir el contorno del perímetro de la superficie.

(3) Se permitirán únicamente empalmes aprobados.

(4) El conductor exigido debe estar de 45 a 60 centímetros medidos desde las paredes interiores de la alberca.

(5) El conductor exigido debe estar sujeto dentro o bajo la superficie del perímetro de 10 a 15 centímetros por debajo del subsuelo.

3) Componentes metálicos. Todas las partes metálicas de la estructura de la alberca, incluso los refuerzos metálicos, no tratados en el inciso (b)(1)(a) anterior se deben unir. Cuando el acero de refuerzo está encapsulado con un compuesto no conductor, no se exigirá que el acero de refuerzo esté unido.

4) Iluminación bajo el agua. Todos los cascos formados y soportes de montaje metálicos de las luminarias sin nicho, se deben unir.

Excepción: No se exigirá unión para los sistemas de iluminación de baja tensión aprobados, con cascos formados no metálicos.

5) Accesorios metálicos. Todos los accesorios metálicos dentro o fijados a la estructura de la alberca se deben unir. No se exigirá que las partes separadas que no tengan más de 10 centímetros en cualquier dimensión y que no penetren la estructura de la alberca más de 2.50 centímetros estén unidas.

6) Equipo eléctrico. Las partes metálicas del equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación de agua de la alberca, incluyendo los motores de las bombas y las partes metálicas del equipo asociado con la cubierta de la alberca, incluyendo los motores eléctricos, se deben unir.

Excepción: Las partes metálicas de los equipos que incorporan un sistema aprobado de doble aislamiento pueden no estar unidas.

a. Motores con doble aislamiento para bombas de agua. Cuando se instala un motor con doble aislamiento para la bomba de agua según las disposiciones de esta sección, un conductor sólido de cobre de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) de longitud suficiente para hacer la unión a un motor de reemplazo, se debe prolongar desde la parrilla de unión hasta un punto accesible en la cercanía del motor de la bomba de la alberca. Cuando no hay conexión entre la parrilla de unión de la alberca de natación y el sistema de puesta a tierra de equipos para el inmueble, este conductor de unión se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos del circuito del motor.

b. Calentadores para el agua de la alberca. Para los calentadores para el agua de la alberca con más de 50 amperes y con instrucciones específicas para puesta a tierra y unión, únicamente las partes destinadas para ser unidas se deben unir y únicamente las partes destinadas para ser puestas a tierra se deben poner a tierra.

7) Partes metálicas fijas. Todas las partes metálicas fijas se deben unir, incluyendo, pero no limitando a, cables con armadura metálica y canalizaciones, tuberías metálicas, toldos metálicos, cercas metálicas, puertas metálicas y marcos de ventanas.

Excepción 1: No se exigirá unión para aquellas partes metálicas fijas separadas de la alberca por una barrera permanente que prevenga el contacto de las personas con esas partes.

Excepción 2: No se exigirá unión para aquellas partes metálicas fijas separadas más de 1.50 metros horizontalmente de las paredes interiores de la alberca.

Excepción 3: No se exigirá unión para aquellas partes metálicas fijas separadas a más de 3.70 metros, medidos verticalmente desde el máximo nivel de agua de la alberca, o medidos verticalmente por encima de cualquier torre, plataforma o puesto de observación o estructuras de trampolines.

c) Agua de la alberca. Se debe instalar una unión intencional con una área conductora de cuando menos de 58 cm^2 en contacto con el agua de la alberca. Se permitirá que esta unión sea parte de las que son requeridas unir, según el inciso (b).

680-27. Equipo especializado para alberca.

a) Equipo de sonido bajo el agua. Todo equipo de sonido bajo el agua debe estar identificado para este propósito.

1) Altavoces. Cada bocina debe estar montada dentro de una cubierta de metal aprobado, cuyo frente sea cerrado por una malla metálica cautiva, o equivalente, que esté unida y asegurada a la cubierta mediante un dispositivo de apriete firme que asegure un contacto de baja resistencia y que se requiera de herramientas para la instalación o mantenimiento. La cubierta debe instalarse en un nicho en la pared o en piso de la alberca.

2) Métodos de alambrado. Se debe tender desde la cubierta de la bocina hasta una caja de empalmes adecuada u otra envolvente, tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado de bronce u otros metales resistentes a la corrosión, o tubo conduit no metálico tipo pesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo o tubo conduit reforzado de resina termofija, como se indica en 680-24. Cuando se use tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit rígido de cloruro de polivinilo o tubo conduit reforzado de resina termofija, se debe instalar en el tubo conduit un conductor de unión aislado de cobre de 8.37 mm^2 (8 AWG), con terminales apropiadas para rematar en la cubierta de la bocina. La terminación del conductor en la cubierta de la bocina debe protegerse o encapsularse con un adecuado compuesto resinoso, para proteger esta conexión contra el efecto deteriorante del agua de la alberca.

3) Cubierta de la bocina y pantalla de metal. La cubierta de la bocina y la pantalla de metal deben ser de bronce u otro metal resistente a la corrosión. Todas las cubiertas de bocina deben tener previsiones para conectar un conductor de cobre de 8.37 mm^2 (8 AWG).

b) Cubiertas de albercas accionadas eléctricamente

1) Motores y controladores. Los motores eléctricos, controladores y alambrados, deben estar ubicados por lo menos a 1.50 metros de la pared interna de la alberca, a menos que estén separados de ésta por una pared, cubierta u otra barrera permanente. Los motores eléctricos instalados por debajo del nivel de la alberca deben ser del tipo totalmente cerrado. El dispositivo que controla el funcionamiento del motor para una cubierta de alberca accionada eléctricamente se debe ubicar de forma tal que el operario tenga una vista total de la alberca.

NOTA 1: Para gabinetes instalados en lugares secos y húmedos, véase 312-2.

NOTA 2: Para interruptores automáticos instalados en lugares húmedos, véase 404-4.

NOTA 3: Para protección contra líquidos véase 430-11.

2) Protección. Los motores y controladores eléctricos se deben conectar a un circuito protegido por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

c) Calefacción en el área de la plataforma. Las disposiciones de esta sección se aplican a todas las áreas de la plataforma de la alberca, incluso en las albercas cubiertas, cuando haya unidades de calefacción operadas eléctricamente instaladas a menos de 6.00 metros de la pared interior de la alberca.

1) Unidades de calefacción. Las unidades calefacción deben estar montadas rígidamente a la estructura y deben ser del tipo totalmente encerrado o resguardado. No se deben montar unidades calentadoras sobre la alberca ni dentro del área que se prolonga hasta 1.50 m horizontalmente desde cualquier pared interior de la alberca.

2) Calefactores por radiación alambrados permanentemente. Los calentadores eléctricos de radiación deben estar debidamente resguardados y asegurados firmemente a sus dispositivos de montaje. Los calentadores no se deben instalar sobre la alberca ni dentro del área que se prolonga hasta 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca y deben estar montados como mínimo a 3.70 metros verticalmente sobre la plataforma de la alberca, excepto si se aprueba otra cosa.

3) Prohibición de uso de cables de calefacción por radiación. No se permitirá instalar cables de calefacción por radiación incrustados o debajo de la plataforma de la alberca.

C. Albercas desmontables

680-30. Generalidades. Las instalaciones eléctricas en albercas almacenables deben cumplir con las disposiciones de la Parte A y la Parte C de este Artículo.

680-31. Bombas. Una bomba para filtro de alberca conectada con cordón debe incorporar un sistema aprobado de doble aislamiento o su equivalente y tener un medio que permita poner a tierra únicamente las partes metálicas internas no portadoras de corriente y no accesibles del aparato.

El medio de puesta a tierra debe ser un conductor de puesta a tierra de equipos, tendido junto con los conductores de alimentación en el cordón flexible, que debe terminar adecuadamente en una clavija del tipo de puesta a tierra que tenga un elemento de contacto fijo para ese fin.

Las bombas para filtro de la alberca conectadas con cordón deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra que sea parte integral de la clavija de conexión o que esté en el cordón de alimentación, a no más de 30 centímetros de la clavija de conexión.

680-32. Interruptores de circuitos por falla a tierra exigidos. Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, utilizado en albercas desmontables, debe protegerse con interruptores de circuito por falla a tierra.

Todos los contactos de 120 ó 127 volts, de 15 y 20 amperes que estén a una distancia no mayor de 6.00 metros de las paredes interiores de una alberca almacenable se deben proteger con interruptor de circuito contra fallas a tierra. Para determinar las medidas exigidas en esta sección con respecto a la separación de los contactos, la distancia que se debe medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un aparato conectado al contacto sin perforar el piso, la pared, el techo, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

NOTA: Cuando se utilicen cordones flexibles, véase 400-4.

680-33. Luminarias. Una luminaria bajo el agua, si está instalada, deberá colocarse en o sobre la pared de una alberca desmontable y debe cumplir con (a) o (b) siguientes:

a) Dentro del límite de baja tensión de contacto. Las luminarias deben formar parte integral de un ensamble de alumbrado conectado con cordón y clavija. Este ensamble debe estar aprobado para ese propósito y tener las siguientes características de construcción:

(1) No tener partes metálicas expuestas.

(2) Tener una lámpara que sea adecuada para operar a la tensión suministrada.

(3) Tener una envolvente polimérica resistente al impacto para el transformador, lentes y cuerpo de la luminaria.

(4) Tener un transformador o alimentación que cumpla lo requerido en 680-23(a)(2) con una tensión en el primario de no más de 150 volts.

b) Más del límite de baja tensión de contacto pero no más de 150 volts. Se permitirá que un ensamble de iluminación sin transformador o alimentación y con lámpara o lámparas que operen a no más de 150 volts se pueda conectar con cordón y clavija, si el ensamble está listado para ese propósito. La instalación debe cumplir con 680-23(a)(5) y el ensamble debe tener las siguientes características de construcción:

(1) No tiene partes metálicas expuestas.

(2) Tener la una envolvente polimérica resistente al impacto para los lentes y cuerpo de la luminaria.

(3) Como parte integral del ensamble debe estar provisto de un interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto.

(4) La lámpara de la luminaria debe estar permanentemente conectada al interruptor de circuito por falla a tierra con protección de neutro abierto.

(5) Cumple con lo requerido en 680-23(a).

680-34. Ubicación de contactos

Los contactos no deben ser ubicados a menos de 1.83 metros desde las paredes interiores de las albercas. En la determinación de estas dimensiones, la distancia a medir será el camino más corto hacia el cable de alimentación de un aparato conectado al contacto sin perforar el piso, pared, techo, entrada con puertas abatibles o correderas, ventana abiertas, o de otro tipo barrera permanentemente eficaz.

D. Albercas y tinas de hidromasaje

680-40. Disposiciones generales. Las instalaciones eléctricas de albercas y tinas de hidromasaje, deben cumplir con las disposiciones de las Partes A y D de este Artículo.

680-41. Interruptor de emergencia para alberca o tina de hidromasaje. Se debe instalar un interruptor de emergencia o un interruptor de control claramente marcados, en un punto fácilmente accesible a los que las usan y a una distancia de por lo menos 1.50 metros, adyacente a la alberca o tina de hidromasaje y al alcance de la vista desde las mismas, con el fin de detener el motor o motores que alimentan el sistema de recirculación y el sistema de chorro. Este requisito no se debe aplicar en viviendas unifamiliares.

680-42. Instalaciones en exteriores. Una alberca o tina de hidromasaje instalada al aire libre debe cumplir las disposiciones de las Partes A y B de este Artículo, excepto en lo permitido en (a) y (b), que podrían de otra manera aplicarse a albercas instaladas en exteriores.

a) Conexiones flexibles. Se permitirá que los ensambles de equipos de las unidades integrales aprobadas en albercas o tinas de hidromasaje, que emplean un panel de distribución o un panel de control instalado o ensamblado en fábrica, usen conexiones flexibles como las tratadas en (1) y (2) siguientes.

1) Conduit flexible. Se permitirá tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos en longitudes máximas de 1.80 metros afuera del envolvente, más la longitud necesaria para hacer las conexiones dentro.

2) Conexiones con cordón y clavija. Se permitirán conexiones con cordón y clavija, con una longitud máxima del cordón de 4.60 metros, si se protegen mediante un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

b) Unión. Se permitirá que la unión sea a través del montaje metal a metal sobre un bastidor o base común. Se permitirá que arillo o flejes metálicos utilizados para sujetar los travesaños de madera no estén unidos según los requisitos de 680-26.

c) Alambrado interior para instalaciones en exteriores. En el interior de una vivienda unifamiliar o en el interior de otra estructura o edificio asociado con la vivienda unifamiliar, se permitirá usar cualquiera de los métodos de alambrado reconocidos en el Capítulo 3 de esta NOM, que contenga un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre, aislado o encerrado en el recubrimiento externo del método de alambrado y cuyo tamaño no sea inferior al 3.31 mm^2 (12 AWG), para la conexión a las cargas del motor, la calefacción y el control que forman parte de una alberca o tina de hidromasaje autocontenida o de un paquete o ensamble de equipo de alberca de hidromasaje. El alambrado para una luminaria subacuática debe cumplir con 680-23 ó 680-33.

680-43. Instalaciones interiores. Las instalaciones interiores de una alberca de hidromasaje o tina deben estar conformes con los requisitos de las Partes A y B de este Artículo, excepto lo que se modifica en esta sección y deberá estar de acuerdo con los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción 1: En los ensambles de alberca o tina de hidromasaje, de capacidad de 20 amperes o menos, se permite conectar por medio de cordón y clavija para facilitar la remoción o desconexión de la unidad para mantenimiento y reparación.

Excepción 2: No se aplican los requisitos de unión equipotencial para las superficies perimetrales de 680-26(b)(2) en los ensambles aprobados de alberca o tina de hidromasaje instalados sobre un piso acabado.

a) Contactos. Debe haber por lo menos un contacto de 120 volts, 15 ó 20 amperes de un circuito derivado de propósito general, ubicado a un mínimo de 1.80 y un máximo de 3.00 metros desde la pared interior de la alberca o tina de hidromasaje.

1) Ubicación. Los contactos deben estar ubicados al menos a 1.80 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la alberca o tina de hidromasaje.

2) Protección. Los contactos a 125 volts y 30 amperes o menos ubicados a menos de 3.00 metros de las paredes interiores de una alberca o tina de hidromasaje deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

3) Protección para los contactos de alimentación de la alberca de hidromasaje y jacuzzi. Los contactos a los que se puedan conectar la alberca o tina de hidromasaje deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

4) Medidas. Al determinar las dimensiones en esta sección con respecto a las separaciones de los contactos, la distancia que se va a medir debe ser la trayectoria más corta que seguiría el cordón de alimentación de un aparato conectado al contacto sin perforar el piso, la pared, el techo, los claros de las puertas con bisagras o deslizantes, las aberturas de ventanas u otras barreras eficaces permanentes.

b) Instalación de luminarias, salidas de luminarias y ventiladores de techo.

1) Elevación Las luminarias, excepto las mencionadas en el siguiente subinciso (2) salidas para luminarias y ventiladores de techo localizados sobre alberca o tina de hidromasaje, ubicados dentro de 1.50

metros medidos horizontalmente desde el interior de las paredes de la alberca de hidromasaje y jacuzzi, deben cumplir con los libramientos indicados en los siguientes incisos:

a. Sin Interruptor de circuito por falla a tierra. Cuando no se instala protección por Interruptor de circuito por falla a tierra, la altura de montaje no debe ser inferior a 3.70 metros.

b. Con Interruptor de circuito por falla a tierra. Cuando se instala protección por Interruptor de circuito por falla a tierra, se permitirá que la altura de montaje no sea inferior a 2.30 metros.

c. Por debajo de 2.30 metros. Se permitirá que las luminarias que satisfagan los requisitos de los numerales (1) o (2) siguientes y estén protegidas por un interruptor de circuito contra fallas a tierra se instalen a menos de 2.30 metros sobre la alberca o tina de hidromasaje.

(1) Las luminarias empotradas con un lente plástico o de vidrio y un armazón no metálico o armazón metálico aislado eléctricamente, son adecuadas para usarse en lugares húmedos.

(2) Las luminarias montadas en la superficie con un globo plástico o de vidrio, un cuerpo no metálico o un cuerpo metálico que evite el contacto son adecuadas para usarse en lugares húmedos.

2) Aplicaciones bajo el agua. Los aparatos de alumbrado bajo el agua deben cumplir con las disposiciones de 680-23 y 680-33.

c) Desconectadores. Los desconectadores deben estar localizados a no menos de 1.50 metros medidos horizontalmente desde el interior de la pared de la alberca o tina de hidromasaje

d) Unión. Las siguientes partes deben unirse entre sí:

(1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la alberca o tina de hidromasaje.

(2) Las partes metálicas del equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la alberca o tina de hidromasaje, incluyendo motores y bombas, a menos que sea una parte auto contenida de la alberca o tina de hidromasaje.

(3) Canalizaciones metálicas y tuberías metálicas que estén a menos de 1.50 metros de las paredes internas de la alberca o tina de hidromasaje y que no estén separadas de la alberca o tina de hidromasaje y por una barrera permanente.

(4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de 1.50 metros de la pared interna de la alberca o tina de hidromasaje y que no estén separadas de éstas por una barrera permanente.

Excepción: No se exigirá unir las superficies conductoras pequeñas no susceptibles de energizarse tales como las boquillas de agua y de aire, accesorios de drenaje que no estén conectados a tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipo no eléctrico similar.

(5) Dispositivos y controles eléctricos no asociados con la alberca o tina de hidromasaje y que están localizados a menos de 1.50 metros de las unidades, de lo contrario deben unirse a la alberca o tina de hidromasaje.

e) Métodos de conexión de puentes de unión. Todas las partes metálicas asociadas con la alberca o tina de hidromasaje deben unirse por cualquiera de los siguientes métodos:

(1) La interconexión de tubería y accesorios metálicos roscados,

(2) Montaje de metal a metal sobre una estructura o base común,

(3) Por la provisión de un puente de unión de cobre aislado, cubierto o desnudo, no menor que 8.37 mm^2 (8 AWG).

f) Puesta a tierra. El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

(1) Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1.50 metros de la pared interior de la alberca o tina de hidromasaje.

(2) Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación del agua de la alberca o tina de hidromasaje.

g) Equipo de audio bajo el agua. El equipo de audio bajo el agua debe cumplir con lo dispuesto en las Partes B de este Artículo.

680-44. Protección. Excepto como se dispone de otro modo en esta sección, la salida o salidas que alimenten una alberca o tina de hidromasaje autocontenida o un ensamble de equipo integral de alberca o tina de hidromasaje, o una alberca o tina de hidromasaje ensamblada en campo deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

a) Unidades aprobadas. Se permitirá instalar sin protección adicional con un Interruptor con protección de falla a tierra, una unidad autónoma aprobada o un conjunto de equipo integrado aprobado y marcado para indicar que incluyen protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra integral para todas las partes eléctricas dentro de la unidad o ensamble (como bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, equipo de purificación, alambrado, etc.).

b) Otras unidades. No se exigirá que la alimentación de un ensamble de alberca o tina de hidromasaje ensamblada en campo, que sea trifásica o con una tensión nominal de más de 250 volts o con una carga de calefacción de más de 50 amperes, esté protegida con un interruptor contra fallas a tierra.

NOTA. Ver en 680-2 las definiciones de alberca de hidromasaje y jacuzzi (autocontenido) y de un ensamble de alberca o tina de hidromasaje.

E. Fuentes

680-50. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte A y de la Parte E de este Artículo deben aplicarse a todas las fuentes que están definidas en 680-2. Las fuentes que utilicen agua de una alberca deben cumplir adicionalmente con los requisitos de la Parte B de este Artículo. Las fuentes portátiles autocontenidas no están cubiertas por la Parte E y éstas deben cumplir con las Partes B y C del Artículo 422.

680-51. Luminaria, bombas y otros equipos sumergibles.

a) Interruptores de circuito por falla a tierra. Las luminarias, bombas sumergibles y otros equipos sumergibles, a menos que estén marcados para funcionar a baja tensión de contacto o menos y estén alimentados por un transformador o una alimentación que cumpla lo establecido en 680-23(a) (2), deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

b) Tensión de operación. Todas las luminarias deben instalarse para operar a 150 volts o menos entre conductores. Las bombas y equipos sumergibles deben operar a 300 volts o menos entre conductores.

c) Lentes de luminarias. Las luminarias deben instalarse con la parte superior del lente por debajo del nivel normal de agua de la fuente, a menos que estén aprobados para ser colocados por encima. Una luminaria montada instalada hacia arriba debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

(1) Tener la lente adecuadamente resguardada para prevenir que cualquier persona haga contacto.

(2) Estar aprobada para usarse sin protección.

d) Protección contra aumentos de temperatura. El equipo eléctrico cuyo funcionamiento seguro depende de la condición de estar sumergido, debe protegerse contra el sobrecalentamiento mediante un desconectador por bajo nivel de agua u otro medio aprobado cuando no estén sumergidos.

e) Alambrados. El equipo debe estar provisto de entradas para tubo conduit roscado o para cordones flexibles adecuados. La longitud máxima de cordón expuesto dentro de la fuente debe estar limitada a 3.00 metros. Los cordones que se prolonguen más allá del perímetro de la fuente, deben estar dentro de un ducto aprobado para alambrado. Las partes metálicas de equipo que estén en contacto con el agua deben ser de bronce o de otro metal aprobado como resistente a la corrosión.

f) Mantenimiento. El equipo debe poder sacarse del agua para cambio de lámparas o para el mantenimiento normal. Las luminarias no deben estar permanentemente empotradas en la estructura de la fuente, de manera que sea necesario reducir el nivel del agua o drenar la fuente para cambiar las lámparas, para mantenimiento o para inspección.

g) Estabilidad. El equipo debe ser estable por sí mismo o estar asegurado firmemente en su sitio.

680-52. Cajas de empalmes y otras envolventes.

a) Disposiciones generales. Las cajas de empalmes y otras envolventes que se utilicen para instalaciones que no sean bajo el agua, deben cumplir con lo indicado en 680-24.

b) Cajas de empalmes u otras envolventes bajo el agua. Las cajas de empalmes y otras envolventes bajo el agua deben cumplir los siguientes requisitos:

1) Construcción.

a. Deben estar equipadas con entradas para tubo conduit roscado, con casquillos de compresión o sellos para la entrada de cordones.

b. Deben ser sumergibles, de cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión.

2) Instalación.

a. Deben sellarse con un compuesto aprobado para prevenir la entrada de humedad.

b. Deben estar firmemente fijadas a los soportes o directamente a la superficie de la fuente y unidas cuando se requiera. Cuando la caja de empalmes está soportada solamente por tubos conduit de acuerdo con 314-23(e) y (f), los tubos deben ser de cobre, bronce, acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión. Cuando la caja esté unida a un tubo no metálico debe tener soportes y sujetadores adicionales de cobre, bronce u otro metal resistente a la corrosión.

680-53. Uniones. Todos los sistemas de cañerías o tuberías metálicas asociadas con la fuente deben unirse sólidamente (puentes de unión) al conductor de puesta a tierra del equipo, del circuito derivado que alimenta a la fuente.

NOTA: Véase 250-122 para dimensionamiento de los conductores.

680-54. Puesta a tierra. El siguiente equipo debe estar puesto a tierra:

(1) Todo equipo eléctrico, con excepción de luminarias de baja tensión que no requieren ponerse a tierra, localizado dentro de la fuente o hasta 1.50 metros de la pared interna de la misma.

(2) Todo equipo relacionado con el sistema de recirculación de agua de la fuente.

(3) Los tableros de alumbrado y control que no formen parte del equipo de acometida y que alimenten cualquier equipo eléctrico relacionado con la fuente.

680-55. Método de puesta a tierra.

a) Disposiciones que se deben aplicar. Se deben aplicar las disposiciones de 680-21(a), 680-23 (b)(3), 680-23 (f)(1) y (f)(2), 680-24(f) y 680-25.

b) Alimentados por un cordón flexible. El equipo eléctrico que esté alimentado por un cordón flexible debe tener todas las partes metálicas descubiertas y que no transportan corriente eléctrica puestas a tierra por medio de un conductor de cobre aislado, que sea parte integral del cordón. El conductor de puesta a tierra se debe conectar a una terminal de puesta a tierra en la caja de empalmes del alimentador, en la envolvente del transformador, en la envolvente de alimentación o en otra envolvente.

680-56. Equipo conectado por cordón y clavija.

a) Interruptores de circuito por falla a tierra. Todo equipo eléctrico, incluyendo los cordones de alimentación, debe estar protegido por un interruptor de circuito por falla a tierra.

b) Tipos de cordones. Los cordones flexibles sumergibles o expuestos al agua, deben ser para uso extra pesado, como se establece en la Tabla 400-4 y deberán ser del tipo denominado con el sufijo “W”.

c) Sello. El extremo del aislamiento y las terminales del cordón flexible del conductor dentro del equipo y su conexión a tierra, deben ser cubiertos con, o encapsulados en, con un sellador de relleno adecuado para prevenir la entrada de agua en el equipo a través del cordón o sus conductores. Además, la conexión de puesta a tierra dentro del equipo se debe tratar de modo similar para protegerla de los efectos deteriorantes del agua que pudiera entrar en el equipo.

d) Terminales. Las conexiones con cordón flexible deben ser permanentes, excepto cuando se usen clavijas y contactos del tipo de puesta a tierra para facilitar el retiro o desconexión de equipo fijo o estacionario para su mantenimiento, reparación o almacenamiento y cuando dichos dispositivos no estén ubicados en cualquier parte de la fuente que contenga agua.

680-57. Letreros.

a) Disposiciones generales. Esta sección cubre los letreros eléctricos instalados dentro de una fuente o a una distancia máxima de 3.00 metros del borde de la fuente.

b) Protección para el personal mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra. Todos los circuitos que alimentan el letrero deben tener un interruptor de circuito contra fallas a tierra para proteger al personal.

c) Ubicación.

1) Fijo o estacionario. Un anuncio eléctrico fijo o estacionario instalado dentro de una fuente debe estar cuando menos a 1.50 metros dentro de la fuente, medidos desde el borde exterior de la fuente.

2) Portátil. No se debe colocar un anuncio eléctrico portátil dentro de una fuente ni a una distancia menor de 1.50 metros medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la fuente.

d) Desconexión. El anuncio debe tener un medio de desconexión local de acuerdo con 600-6 y 680-12.

e) Unión y Puesta a tierra. El anuncio debe estar puesto a tierra y unido de acuerdo con 600-7.

680-58. Protección con Interruptor de circuito por falla a tierra para salidas adyacentes de contactos. Todos los contactos de 15 o 20 amperes, monofásicos y de 120 hasta 250 volts, ubicados a 6.00 metros o menos del borde de una fuente deben tener protección con Interruptor de circuito por falla a tierra.

F. Albercas y tinas para uso terapéutico

680-60. Disposiciones generales. Las disposiciones de la Parte A y Parte F de este Artículo deben aplicarse a albercas y tinas para uso terapéutico en lugares para el cuidado de la salud, gimnasios, salas de entrenamiento de atletas y áreas similares. Los aparatos eléctricos terapéuticos portátiles deben cumplir con el Artículo 422.

NOTA: Véase Sección 517-2 para definición de lugares para el cuidado de la salud.

680-61. Albercas terapéuticas instaladas permanentemente. Las albercas terapéuticas instaladas a en el piso, sobre el piso o en una edificación, de forma que no puedan ser fácilmente desmontadas, deben cumplir con las Partes A y B de este Artículo.

Excepción: Las limitaciones indicadas en 680-22(b)(1) a (c)(4) no se aplican cuando todas las luminarias son del tipo totalmente cerrado.

680-62. Tinas terapéuticas (tanques hidroterapéuticos). Las tinas terapéuticas usadas para la inmersión y tratamiento de pacientes, que no se pueden mover fácilmente de un lugar a otro en uso normal o que estén aseguradas de cualquier manera en un lugar específico, incluyendo el sistema de tubería asociado, deben estar en conformidad con esta Parte F de este Artículo.

a) Protección. A menos que en otra parte de esta sección se exija otra cosa, las tinas o tanques terapéuticos y hidroterapéuticos deben estar protegidos con un interruptor de circuito por falla a tierra.

1) Unidades aprobadas. Se permitirá instalar sin protección adicional con un Interruptor con protección de falla a tierra, una unidad autónoma aprobada o un conjunto de equipo integrado aprobado y marcado para indicar que incluyen protección con un interruptor de circuito contra fallas a tierra integral para todas las partes eléctricas dentro de la unidad o ensamble (como bombas, ventiladores, calentadores, luces, controles, equipo de purificación, alambrado, etc.).

2) Otras unidades. No se exigirá que la alimentación de un ensamble de una tina terapéutica o un tanque hidroterapéutico, que sea trifásica o con una tensión de más de 250 volts o con una carga de calefacción de más de 50 amperes, esté protegida con un interruptor contra fallas a tierra.

b) Unión. Las siguientes partes se deben unir entre sí:

(1) Todos los accesorios metálicos dentro o fijos a la estructura de la tina.

(2) Partes metálicas de equipo eléctrico asociado con el sistema de circulación del agua de la bañera, incluyendo los motores de bombas.

(3) Cables con cubierta de metal, canalizaciones y tubería metálica que estén dentro de una distancia de 1.50 metros desde la pared interna de la tina y no separados de la tina por una barrera permanente.

(4) Todas las superficies metálicas que estén dentro de una distancia de 1.50 metros de la pared interna de la tina y no separada de ésta por una barrera permanente.

(5) Los dispositivos y controles eléctricos no asociados a la bañera terapéutica deben estar alejados a un mínimo de 1.50 m de ésta, o se deben conectar al sistema de puentes de unión de tinas terapéuticas.

Excepción: No se exigirá unir las superficies conductoras pequeñas no susceptibles de energizarse tales como las boquillas de agua y de aire, accesorios de drenaje, que no estén conectados a tubería metálica, toalleros, marcos de espejos y equipo no eléctrico similar.

c) Método de conexión de los puentes de unión. Todas las partes metálicas asociadas con la bañera deben ser conectadas por alguno de los siguientes métodos:

(1) La interconexión de tubería y accesorios metálicos roscados.

(2) En montajes de metal a metal sobre una estructura o base común.

(3) Conexiones con empalmes metálicos adecuados tales como grapas y/o abrazaderas.

(4) Por medio de un puente de unión de cobre aislado o desnudo no menor que 8.37 mm^2 (8 AWG).

d) Puesta a tierra.

1) Equipo fijo o estacionario. El siguiente equipo eléctrico se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos.

a. Ubicación. Todo equipo eléctrico localizado dentro de 1.50 metros de las paredes internas de la bañera.

b. Sistema de circulación. Todo equipo eléctrico asociado al sistema de circulación de agua de la tina.

2) Equipo portátil. Los aparatos terapéuticos portátiles deben cumplir los requisitos de puesta a tierra de 250-114.

e) Contactos. Todos los contactos dentro de 1.80 metros alrededor de una tina terapéutica deben protegerse con un interruptor de circuito por falla a tierra.

f) Luminarias. Todas las luminarias usadas en áreas de tinas terapéuticas deben ser del tipo totalmente cerrado.

G. Tinas de hidromasaje

680-70. Generalidades.

Las tinas de hidromasajes, definidas en 680-2 deben cumplir con esta parte del Artículo 680 y no se exigirá que se cumplan otras partes del mismo Artículo.

680-71. Protección. Las tinas de hidromasaje y sus componentes eléctricos asociados deben estar en un circuito (s) derivado individual y protegido por un interruptor de circuito contra fallas a tierra fácilmente accesible. Todos los contactos monofásicos a 120 volts que no excedan los 30 amperes y que estén ubicados a una distancia máxima de 1.80 metros, medidos horizontalmente de las paredes interiores de la tina de hidromasaje, se deben proteger con un interruptor de circuito contra fallas a tierra.

680-72. Otro equipo eléctrico. Las luminarias, desconectadores, contactos y otros equipos eléctricos ubicados en el mismo cuarto y que no estén directamente asociados con una tina de hidromasaje, se deben instalar de acuerdo con los requisitos de los Capítulos 1 a 4 de esta NOM, que cubren la instalación de ese equipo en los cuartos de baño.

680-73. Accesibilidad. El equipo eléctrico de la tina de hidromasaje debe ser accesible sin causar daño a la estructura o al acabado del edificio. Cuando la tina de hidromasaje se conecta con cordón y clavija al contacto de alimentación que es accesible solamente a través de una abertura de acceso para mantenimiento, el contacto se debe instalar de tal modo que el frente sea visible y esté colocado a no más de 30 centímetros de la abertura.

680-74. Unión. Todos los sistemas de tubería metálica y todas las partes metálicas puestas a tierra en contacto con el agua circulante deben unirse entre sí, empleando un puente de unión de cobre, sólido, aislado, cubierto o desnudo no menor al 8.37 mm^2 (8 AWG). El puente de unión se debe conectar a la terminal destinada para eso en el motor de la bomba de circulación. No se exigirá que el puente de unión cuando el motor de la bomba de circulación tenga doble aislamiento. Se exigirá el puente de unión de cobre sólido, tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) o más grande para la unión equipotencial en el área de la tina de hidromasajes, y no se exigirá que se prolongue o se una a ningún panel remoto de distribución, equipo de acometida, ni a ningún electrodo. El puente de unión de cobre sólido tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) o más grande deberá ser suficientemente largo para llegar al motor de la bomba de reemplazo y debe conectarse al conductor de unión de equipos del circuito derivado del motor, cuando se usa un motor de la bomba de circulación con doble aislamiento.

ARTICULO 682

CUERPOS DE AGUA NATURALES Y ARTIFICIALES

A. Disposiciones generales

682-1. Alcance. Este Artículo se aplica a la instalación del alambrado eléctrico y equipamiento en, o adyacente a, cuerpos de agua naturales o artificiales no cubiertos en otros Artículos de esta NOM, tales como pero no limitados a, estanques de aireación, estanques para piscicultura, cuencas para retención de tormentas, estanques de tratamiento, instalaciones de irrigación (canales).

682-2. Definiciones

Cuerpos de agua artificiales. Cuerpos de agua que han sido construidos o modificados con un propósito ornamental o comercial tales como pero no limitados, estanques de aireación, estanques para piscicultura, estanques para retención de tormentas, estanques de tratamiento, instalaciones de irrigación (canales). La profundidad del agua puede variar con las estaciones o ser controlada.

Plano de referencia eléctrico. Tal como se usa en este Artículo, el plano de referencia eléctrico se define de la siguiente manera:

(1) En áreas terrestres sujetas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del nivel más alto de la marea, que se presenta en circunstancias normales en el área, es decir, la marea más alta.

(2) En áreas terrestres no sujetas a fluctuación de la marea, el plano de referencia eléctrico es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del nivel más alto del agua, que se presenta en circunstancias normales en el área.

(3) En áreas terrestres expuestas a inundaciones, el plano de referencia eléctrico con base en los numerales (1) o (2) anteriores, es un plano horizontal a 60 centímetros por encima del punto identificado como la marca alta de agua vigente o una marca de referencia equivalente, basada en los registros de inundaciones estacionales o provocadas por tormentas.

(4) El plano de referencia eléctrico para estructuras flotantes y plataformas flotantes de embarcaderos que (1) están instalados para permitirles subir y bajar como respuesta al nivel del agua, sin movimiento lateral, y (2) que están equipados de manera que se pueden elevar hasta el plano de referencia establecido para (1) o (2), es un plano horizontal a 75 centímetros por encima del nivel del agua en la estructura flotante o en la plataforma flotante y a una distancia mínima de 30 centímetros por encima del nivel del embarcadero.

Plano equipotencial. Area en la cual una malla de alambre u otros elementos conductores está sobre, empotrada en o debajo de la superficie para caminar, a una distancia máxima de 7.50 centímetros, unida a todas las estructuras metálicas y al equipo no eléctrico fijo que se pueda energizar, y conectada al sistema de puesta a tierra para prevenir que se establezca una diferencia de potencial dentro del plano.

Cuerpos de agua naturales. Cuerpos de agua tales como lagos, arroyos, estanques, ríos y otros cuerpos de agua que se forman naturalmente, cuya profundidad puede variar a lo largo del año.

Línea costera. Extensión más alejada de agua en reposo, bajo las condiciones aplicables, que determina el plano de referencia eléctrico para el cuerpo de agua especificado.

682-3. Otros Artículos. Si hay tráfico de embarcaciones en el agua, el alambrado debe cumplir lo especificado en 555-13 (b).

B. Instalación

682-10. Equipo eléctrico y transformadores. El equipo eléctrico y los transformadores, incluyendo sus envolventes, deben estar específicamente aprobados para el lugar previsto. Ninguna parte de un envolvente para equipo eléctrico, no identificado para operar mientras está sumergido, se debe ubicar por debajo del plano de referencia eléctrico.

682-11. Ubicación del equipo de acometida. En tierra, el equipo de acometida para estructuras flotantes y equipo eléctrico sumergible se deben ubicar a una distancia no inferior a 1.50 metros horizontalmente desde la línea costera y las partes vivas deben tener una altura mínima de 30 centímetros sobre el plano de referencia eléctrico. El equipo de acometida se debe desconectar cuando el nivel del agua alcanza la altura del plano de referencia eléctrico establecido.

682-12. Conexiones eléctricas. Todas las conexiones eléctricas no previstas para funcionar sumergidas se deben ubicar por lo menos a 30 centímetros por encima de la cubierta de una estructura fija o flotante, pero no por debajo del plano de referencia eléctrico.

682-13. Métodos de alambrado e instalación. Se permitirá utilizar tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos con accesorios aprobados para los alimentadores y cuando se exijan conexiones flexibles para las acometidas. Cuando se exige flexibilidad para un alimentador o un circuito derivado, se permitirá usar cable de fuerza portátil, de uso extra rudo aprobado para lugares mojados y resistentes a la luz solar. Cuando no se exige flexibilidad se permitirá instalar otros métodos de alambrado adecuados para el lugar. Se permitirá alambrado temporal, de acuerdo con 590-4.

682-14. Conexión(es) de fuerza para equipo eléctrico flotante o sumergible. El equipo flotante o sumergible debe ser conectado con cordón y clavija, usando cordones para uso extra pesado, como se establece en la Tabla 400-4 y ser del tipo denominado con el sufijo “W”. La combinación de clavija y contacto debe la adecuada para su ubicación, mientras esté en uso. Se deben instalar medios de desconexión para

aislar cada equipo sumergible o flotante de la fuente de alimentación, sin que se requiera desenchufar la clavija del contacto.

Excepción: Se permite usar los métodos de alambrado cubiertos por 682-13 en la conexión de equipos aprobados para conexión directa y equipos anclados en su lugar que no se mueven con las corrientes de agua o viento.

a) Tipo y marcado. Los medios de desconexión deben consistir en interruptores automáticos, desconectadores o ambos, o un desconectador en evolvente moldeada y deben estar específicamente marcados para indicar cual contacto u otra salida controlan.

b) Ubicación. Los medios de desconexión deben ser fácilmente accesibles en tierra y se deben localizar a no más de 75 centímetros del contacto que controla y se debe ubicar en el circuito de alimentación antes del contacto. El medio de desconexión debe estar al alcance de la vista desde, pero no más cerca de 1.50 metros de la línea costera y estará levantado cuando menos 30 centímetros por encima del plano de referencia eléctrico.

682-15. Protección con interruptor de circuito contra fallas a tierra. Los contactos monofásicos de 15 y 20 amperes y de 120 hasta 250 volts, instalados en exteriores y dentro o sobre edificios flotantes o estructuras dentro del plano de referencia eléctrico, que se usan para almacenamiento, mantenimiento o reparación, utilizando herramientas eléctricas portátiles manuales, equipo eléctrico de diagnóstico o equipo de iluminación portátil, deben tener protección con Interruptor con protección de falla a tierra. El dispositivo de protección con Interruptor con protección de falla a tierra debe estar ubicado a no menos de 30 centímetros por encima del plano de referencia eléctrico establecido.

c) Puesta a tierra y unión.

682-30. Puesta a tierra. El alambrado y el equipo dentro del alcance de este Artículo se debe poner a tierra tal como se especifica en la Parte C de 553, 555-15 y con los requisitos de esta parte.

682-31. Conductores de puesta a tierra de equipos.

a) Tipo. Los conductores de puesta a tierra de equipos deben ser conductores de cobre, aislados, dimensionados de acuerdo con 250-122, pero su tamaño no debe ser menor a 3.31 mm^2 (12 AWG).

b) Alimentadores. Cuando un alimentador sirve a un panel de distribución remoto u otro equipo de distribución, se debe tender un conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos, desde una terminal de puesta a tierra en la acometida hasta la terminal de puesta a tierra y la barra colectora en el panel de distribución remoto o en otro equipo de distribución.

c) Circuitos derivados. El conductor con aislamiento de puesta a tierra de equipos para los circuitos derivados debe terminar en una terminal de puesta a tierra en un panel de distribución remoto o en otro equipo de distribución, o en la terminal de puesta a tierra en el equipo de acometida.

d) Aparatos conectados con cordón y clavija. Cuando estén puestos a tierra, los aparatos conectados con cordón y clavija se deben poner a tierra por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos en el cordón y una clavija de conexión puesta a tierra.

682-32. Unión de las partes metálicas no portadoras de corriente. Todas las partes metálicas en contacto con el agua, todas las tuberías metálicas, los tanques y todas las partes metálicas no portadoras de corriente que puedan llegar a energizarse se deben unir a la terminal de puesta a tierra en el panel de distribución.

682-33. Planos equipotenciales y unión de los planos equipotenciales. Se debe instalar un plano equipotencial donde así se exija en esta sección para mitigar las tensiones de paso y de contacto en el equipo eléctrico.

a) Areas que requieren planos equipotenciales. Los planos equipotenciales se deben instalar junto a todo el equipo de acometida exterior o a los medios de desconexión que controlen equipos dentro o sobre el agua, que tengan envolvente metálico y controles accesibles al personal, y que puedan llegar a energizarse. El plano equipotencial debe abarcar el área alrededor del equipo y se debe prolongar hacia afuera no menos de 90 centímetros, en todas las direcciones en las que una persona pudiera estar de pie y entrar en contacto con el equipo.

b) Areas que no requieren planos equipotenciales. No se exigirán planos equipotenciales para el equipo controlado y alimentado por el equipo de acometida o el medio de desconexión. Todos los circuitos

con valor nominal de no más de 60 amperes y de 120 hasta 250 volts, monofásicos, deben tener protección con Interruptor con protección de falla a tierra.

c) Unión. Los planos equipotenciales se deben unir al sistema eléctrico de puesta a tierra. El conductor de unión debe ser sólido, de cobre, aislado, recubierto o desnudo y con tamaño no inferior al 8.37 mm^2 (8 AWG). Las conexiones se deben hacer mediante soldadura exotérmica o mediante conectores de presión o grapas que estén etiquetados como adecuados para el propósito y son de acero inoxidable, bronce, cobre o aleación de cobre.

ARTICULO 685

SISTEMAS ELECTRICOS INTEGRADOS

A. Disposiciones generales

685-1. Alcance. Este Artículo cubre sistemas eléctricos integrados, que no sean un equipo integrado, en los cuales sea necesaria una interrupción programada para lograr una operación segura. Un sistema eléctrico integrado como el indicado en este Artículo, es un segmento unitario de un sistema de alambrado industrial, cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

(1) Cuando se requiera una interrupción programada para minimizar peligro a personas y daños a equipo.

(2) Las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguran que sólo personas calificadas dan servicio al sistema.

(3) Cuando se han establecido y mantenido salvaguardas efectivas.

685-3. Aplicación de otros Artículos. Los Artículos/secciones de la siguiente Tabla se aplican a casos particulares de instalación de conductores y equipo, donde hay requisitos para una interrupción programada, que son complementarios a aquellos de este Artículo o modificaciones de ellos.

Tabla 685.-3. Aplicación de otros Artículos

Conductor/equipo	Sección
Coordinación de Sistemas Eléctricos	240-12
Desconexión	430-74 Excepciones 1 y 2
Más de una fuente de energía	430-113 Excepciones 1 y 2
Más de un edificio u otra estructura	225, Parte B
Medios de desconexión	645-10 Excepción
Medios de desconexión a la vista del controlador	430-102(a) Excepción 2
Parada programada	430-44
Protección de conductores	240-4
Protección de equipo	427-22
Protección por falla a tierra del equipo	230-95, Excepción
Protección por falla a tierra del equipo	240-13(1),
Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna de 50 hasta menos de 1000 volts.	250-21
Punto de conexión	705-12(a)
Suministro de energía ininterrumpible	645-11(1)

B. Interrupción programada

685-10. Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente en el local. La ubicación de los dispositivos de protección contra sobrecorriente que son críticos en sistemas eléctricos integrados, debe estar en áreas accesibles, con las alturas de montaje permitidas para asegurar una operación segura por personal no calificado.

685-12. Puesta a tierra en sistemas de corriente continua. Se permite que los circuitos de corriente continua de dos hilos no estén puestos a tierra.

685-14. Circuitos de control no puestos a tierra. Cuando se requiera continuidad operacional, se permite que no sean puestos a tierra los circuitos de control de 150 volts o menos de sistemas derivados separados.

ARTICULO 690

SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

A. Disposiciones generales

690-1. Alcance. Lo dispuesto en este Artículo se aplica a sistemas eléctricos de energía solar fotovoltaica (FV), incluidos los arreglos de circuitos, inversores y controladores de dichos sistemas [Ver las Figuras 690-1(a) y (b)]. Los sistemas solares fotovoltaicos cubiertos por este Artículo pueden ser interactivos con otras fuentes de producción de energía eléctrica o autónomos, con o sin almacenamiento de energía eléctrica, como baterías. Estos sistemas pueden tener salidas de utilización de corriente alterna o de corriente continua.

690-2. Definiciones

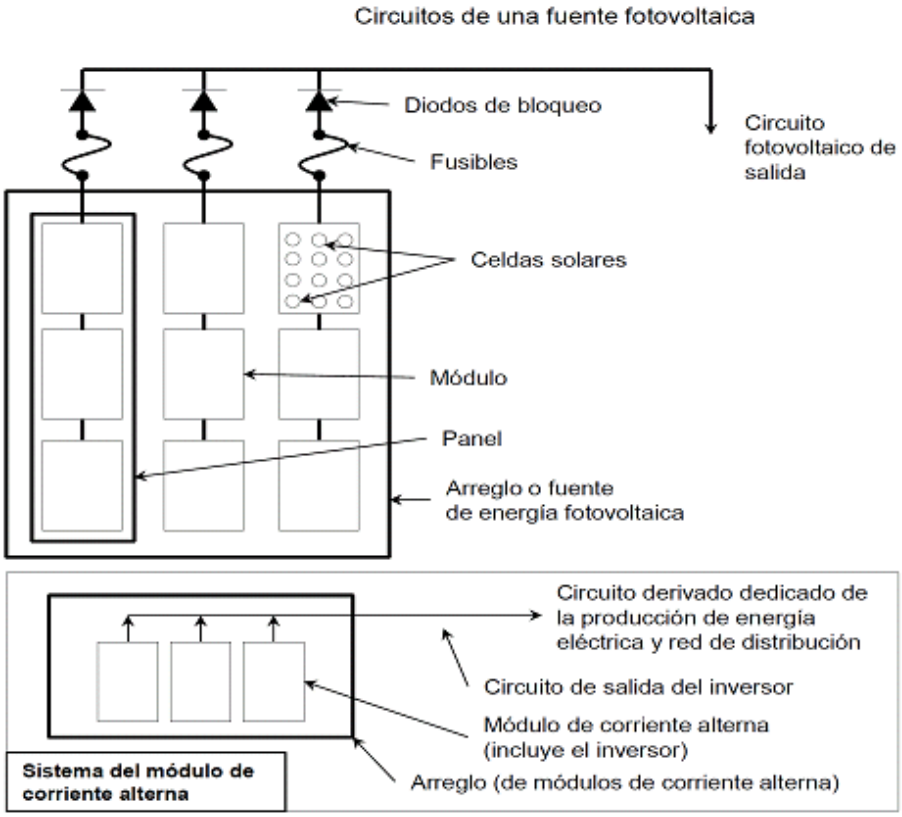
Arreglo: Ensamble mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura y bases de soporte, sistema de orientación y otros componentes, según se necesite para formar una unidad de generación de energía eléctrica de corriente continua.

Arreglo fotovoltaico bipolar: Arreglo fotovoltaico que tiene dos salidas, cada una con polaridad opuesta con respecto a un punto común de referencia o derivación central.

Celda solar: Dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando está expuesto a la luz solar.

Circuito de entrada del inversor: Los conductores entre el inversor y la batería en los sistemas autónomos o los conductores entre el inversor y los circuitos de salida fotovoltaicos para las redes de producción y distribución de energía eléctrica.

Circuito de la fuente fotovoltaica: Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el o los puntos de conexión común del sistema de corriente continua.

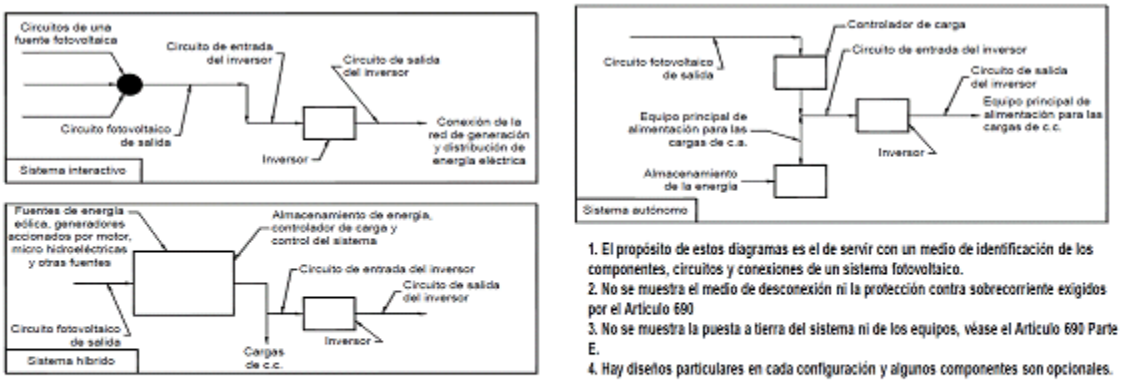


1. El propósito de estos diagramas es el de servir como un medio de identificación de los compañeros de los componentes, circuitos y conexiones de un sistema fotovoltaico

2. No se muestra el medio de desconexión exigido por el artículo 690 Parte C.

3. No se muestra la puesta a tierra del sistema ni de los equipos. Véase el artículo 690 Parte E.

Figura 690-1(a).- Identificación de los componentes de un sistema solar fotovoltaico



1. El propósito de estos diagramas es el de servir con un medio de identificación de los componentes, circuitos y conexiones de un sistema fotovoltaico.
2. No se muestra el medio de desconexión ni la protección contra sobrecorriente exigidos por el Artículo 690
3. No se muestra la puesta a tierra del sistema ni de los equipos, véase el Artículo 690 Parte E.
4. Hay diseños particulares en cada configuración y algunos componentes son opcionales.

Figura 690-1(b).- Identificación de los Componentes de un Sistema Solar Fotovoltaico en Configuraciones Comunes del Sistema

Circuito de salida del inversor: Los conductores entre el inversor y un panel de distribución de corriente alterna en los sistemas autónomos o los conductores entre el inversor y el equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, como una red pública, para redes de generación y distribución de energía eléctrica.

Circuito de salida fotovoltaica: Los conductores del circuito entre el o los circuitos de la fuente fotovoltaica y el inversor o el equipo de utilización de corriente continua.

Controlador de carga: Equipo que controla la tensión de corriente continua o la corriente de corriente continua o ambas, usadas para cargar una batería.

Controlador de desviación de carga: Equipo que regula el proceso de carga de una batería, desviando la potencia del sistema de almacenamiento a las cargas de corriente alterna o de corriente continua o al servicio público interconectado.

Diodo de bloqueo: Diodo usado para impedir el flujo inverso de corriente hacia el circuito de la fuente fotovoltaica.

Dispositivos fotovoltaicos integrados en el edificio: Celdas fotovoltaicas, dispositivos, módulos o materiales modulares, que están integrados en una superficie exterior o en la estructura de un edificio y sirven como superficie protectora externa del edificio.

Inversor: Equipo que se utiliza para cambiar el nivel de tensión o la forma de onda, o ambas, de la energía eléctrica. En general un inversor es un dispositivo que cambia una entrada de corriente continua en una salida de corriente alterna. Los inversores también pueden funcionar como cargadores de baterías que emplean la corriente alterna de otra fuente y la convierten en corriente continua para cargar las baterías.

Módulo: Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica y otros componentes, sin incluir los sistemas de orientación, diseñada para generar energía de corriente continua cuando es expuesta a la luz solar.

Módulo de corriente alterna (Módulo fotovoltaico de corriente alterna): Unidad completa protegida ambientalmente, que consta de celdas solares, óptica, inversor y otros componentes, sin incluir los de sistemas de orientación, diseñada para generar corriente alterna cuando se expone a la luz solar.

Panel: Conjunto de módulos unidos mecánicamente, alambrados y diseñados para formar una unidad para instalarse en campo.

Punto de acoplamiento común. En un sistema interactivo es el punto en el cual se presenta la interfaz de la red de generación y distribución de energía eléctrica y el cliente. Por lo general, es el lado carga del medidor de la red del suministrador.

Red de generación y distribución de energía eléctrica: Sistema de generación, distribución y utilización de energía, tal como el sistema de una red pública y las cargas conectadas, que es externo y no controlado por el sistema de energía fotovoltaica.

Sistema autónomo: Sistema solar fotovoltaico que suministra energía eléctrica independientemente de cualquier red de producción y distribución de energía eléctrica.

Sistema Fotovoltaico Solar: El total de componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica adecuada para la conexión a una carga de utilización.

Sistema Híbrido: Sistema compuesto de fuentes múltiples de energía. Estas fuentes pueden ser generadores fotovoltaicos, eólicos, micro hidroeléctricas, grupos motor generador y otros, pero no incluyen las redes de los sistemas de generación y distribución de energía eléctrica. Los sistemas de almacenamiento de energía, tales como las baterías, no constituyen una fuente de energía para los propósitos de esta definición.

Sistema interactivo: Sistema solar fotovoltaico que funciona en paralelo con una red de generación y distribución de energía eléctrica, a la que puede alimentar. Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema solar fotovoltaico, como una batería, no es otra fuente de producción.

Subarreglo: Un subconjunto eléctrico de un arreglo fotovoltaico.

Subarreglo monopolar: Un subarreglo fotovoltaico monopolar que tiene dos conductores en el circuito de salida, uno positivo (+) y uno negativo (-). Dos subarreglos fotovoltaicos monopolares son utilizados para formar un arreglo fotovoltaico bipolar.

Tensión del Sistema Fotovoltaico: Tensión de corriente continua de cualquier suministro fotovoltaico o circuito de salida fotovoltaico. Para instalaciones multifilares, la tensión del sistema fotovoltaico es la tensión más alta entre cualquier par de conductores de corriente continua.

690-3. Otros Artículos. Cuando los requisitos de otros Artículos de esta NOM y el Artículo 690 difieran, deben aplicarse los requisitos indicados en el Artículo 690 y, si el sistema funciona en paralelo con una fuente primaria de energía eléctrica, se deben aplicar los requisitos de 705-14, 705-16, 705-32 y 705-143.

Excepción: Los sistemas solares fotovoltaicos, los equipos o el alambrado instalados en un lugar peligroso (clasificado) también deben cumplir con las partes aplicables de los Artículos 500 hasta 516.

690-4. Instalación.

a) Sistema fotovoltaico. Se permite que un sistema solar fotovoltaico suministre energía eléctrica a una edificación u otra estructura, en adición a cualquier otro sistema de suministro de energía eléctrica.

b) Identificación y agrupamiento. Los circuitos de las fuentes fotovoltaicas y los circuitos fotovoltaicos de salida no deben instalarse en las mismas canalizaciones, charolas portacables, cables, cajas de salida o de empalme o accesorios similares, como conductores, alimentadores o circuitos derivados de otros sistemas no fotovoltaicos, a menos que los conductores de los distintos sistemas estén separados por una división. Los conductores de los sistemas fotovoltaicos deben estar identificados y agrupados como se requiere en (b)(1) hasta (b)(4). Los medios de identificación que se permiten son por código de colores, cinta marcadora, etiquetado, o cualquier otro medio aprobado.

1) Circuitos de suministro fotovoltaico. Los circuitos de suministro fotovoltaico, deben estar identificados en todos los puntos de terminación, conexión o empalme.

2) Circuitos de salida fotovoltaica y del inversor. Los conductores de los circuitos de salida fotovoltaica, los circuitos de entrada y los de salida del inversor deben estar identificados en todos los puntos de terminación, conexión y empalme.

3) Conductores de sistemas múltiples. Cuando los conductores de más de un sistema fotovoltaico ocupen la misma caja de conexiones, canalización, o equipo, los conductores de cada sistema deben estar identificados en todos los puntos de terminación, conexión y empalme.

Excepción: Cuando la identificación de los conductores es evidente por su espaciamiento o arreglo, no se requiere identificación adicional.

4) Agrupamiento. Cuando los conductores de más de un sistema fotovoltaico ocupen la misma caja de conexiones, o canalización con cubiertas removibles, los conductores de corriente alterna y de corriente continua de cada sistema deben ser agrupados separadamente, mediante amarres con alambre u otro medio similar, al menos una vez y luego deberán ser agrupados a intervalos no mayores de 1.80 metros.

Excepción: Los requerimientos para agrupamiento no aplican, si los circuitos entran desde un cable o canalización única al circuito, lo que hace un agrupamiento obvio.

c) Acomodo de las conexiones de módulos. Las conexiones a un módulo o panel deben estar organizadas de modo que si se quita un módulo o panel del circuito de un suministro fotovoltaico, no se interrumpa la continuidad de ningún conductor puesto a tierra a cualquier otro circuito de fuente fotovoltaica.

d) Equipo. Los inversores, motogeneradores, módulos fotovoltaicos, tableros fotovoltaicos, módulos fotovoltaicos de corriente alterna, combinadores de circuitos de alimentación y controladores de carga, destinados para usarse en sistemas de energía fotovoltaica deben estar aprobados e identificados para esa aplicación.

e) Alambrado y conexiones. El equipo y sistemas indicados en los incisos (a) hasta (d) anteriores y todo el alambrado asociado e interconexiones deben ser instalados por personal calificado.

f) Trayectoria de circuitos. Las fuentes fotovoltaicas y los conductores de salida dentro y fuera de un tubo conduit, y dentro de un edificio o estructura, deben tener una trayectoria a lo largo de miembros estructurales del edificio, tales como vigas, travesaños y columnas, cuando la localización de esos miembros estructurales pueda ser determinada por simple observación. Cuando los circuitos estén ocultos en el edificio, laminado o materiales de la membrana del techo, en áreas de techo no cubiertas por módulos fotovoltaicos y equipo asociado, la ubicación de los circuitos debe estar marcada claramente.

g) Sistemas fotovoltaicos bipolares. Cuando la suma de las tensiones de sistemas fotovoltaicos de los dos subarreglos monopolares, sin considerar la polaridad, excede la capacidad nominal de los conductores y del equipo conectado, los subarreglos monopolares en un sistema fotovoltaico bipolar deben estar físicamente separados, y los circuitos eléctricos de salida de cada subarreglo monopolar deben estar instalados en canalización separada hasta la conexión con el inversor. Los medios de desconexión y los dispositivos de protección por sobre corriente de cada salida de subarreglo monopolar, deben estar en envolventes separadas. Todos los conductores de cada subarreglo deben estar alojados en la misma canalización.

Excepción: Se permite que sean utilizados interruptores con capacidad para la máxima tensión entre los circuitos y que tengan una barrera física separando los medios de desconexión de cada subarreglo monopolar, en lugar de medios de desconexión en envolvente separada.

h) Inversores múltiples. Se permite que un sistema fotovoltaico tenga inversores múltiples interactivos con el suministrador, instalados en o sobre un solo edificio o estructura. Cuando los inversores estén localizados remotamente uno del otro, se debe colocar un directorio, de acuerdo con 705-10, en el medio de desconexión de cada sistema fotovoltaico, en cada medio de desconexión de corriente alterna y en el medio de desconexión de la acometida principal, mostrando la ubicación de todos los medios de desconexión de corriente alterna y de corriente continua del sistema fotovoltaico dentro del edificio.

Excepción: No se requerirá un directorio cuando todos los inversores y los medios de desconexión de corriente continua fotovoltaica estén agrupados con los medios de desconexión de la acometida principal.

690-5. Protección contra fallas a tierra. Los arreglos fotovoltaicos de corriente continua puestos a tierra deben tener protección contra fallas a tierra de corriente continua, que cumpla con los requisitos de (a) hasta (c) siguientes para reducir los peligros de incendio. Los arreglos fotovoltaicos de corriente continua no puestos a tierra deben cumplir lo establecido en 690-35.

Excepción 1: Se permitirá que no tengan protección contra fallas a tierra los arreglos fotovoltaicos montados en el suelo o en postes, con no más de dos circuitos de alimentación en paralelo y con todas las fuentes de corriente continua y todos los circuitos de salida de corriente continua, cuando están separados de edificios.

Excepción 2: Se permitirá que los arreglos fotovoltaicos instalados en lugares diferentes de las unidades de vivienda no tengan protección contra fallas a tierra, si cada conductor de puesta a tierra de equipos está dimensionado de acuerdo con 690-45.

a) Detección e interrupción de fallas a tierra. El dispositivo o sistema de protección contra fallas a tierra debe ser capaz de detectar una corriente de falla a tierra, interrumpir el flujo de la corriente de falla y suministrar una indicación de dicha falla.

Se permitirá la apertura automática del conductor puesto a tierra del circuito con falla para interrumpir la trayectoria de la corriente de falla. Si un conductor puesto a tierra se abre para interrumpir la trayectoria de la corriente de falla a tierra, todos los conductores del circuito con falla se deben abrir automática y simultáneamente.

La operación manual del desconectador principal del circuito fotovoltaico de corriente continua no debe activar el dispositivo de protección contra fallas a tierra ni hacer que los conductores puestos a tierra se conviertan en no puestos a tierra.

b) Separación de los circuitos con falla. Los circuitos con falla se deben aislar mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Los conductores de fase del circuito con falla se deben desconectar automáticamente.

(2) El inversor o el controlador de carga alimentado por el circuito con falla debe suspender automáticamente la alimentación a los circuitos de salida.

c) Etiquetado y marcado. Debe aparecer una etiqueta de advertencia en el inversor interactivo con el suministrador o debe colocarse cerca del indicador de falla a tierra en una ubicación visible, indicando lo siguiente:

ADVERTENCIA

PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA

SI SE INDICA UNA FALLA A TIERRA,

LOS CONDUCTORES NORMALMENTE PUESTOS A TIERRA

PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS Y NO PUESTOS A TIERRA

Cuando el sistema fotovoltaico también tiene baterías, la misma advertencia se debe colocar en un lugar visible en las baterías.

690-6. Módulos de corriente alterna.

a) Circuitos de una fuente fotovoltaica. Para los módulos de corriente alterna, no se deben aplicar los requisitos del Artículo 690 relacionados con los circuitos de una fuente fotovoltaica. El circuito de una fuente fotovoltaica, los conductores y los inversores, deben considerarse como alambrado interno de un módulo de corriente alterna.

b) Circuito de salida del inversor. La salida de un módulo de corriente alterna debe considerarse como circuito de salida del inversor.

c) Medios de desconexión. Se permitirá un solo medio de desconexión, de acuerdo con 690-15 y 690-17, para la salida de corriente alterna combinada de uno o más módulos de corriente alterna. Adicionalmente, cada módulo de corriente alterna, en un sistema con varios módulos de corriente alterna, debe ser provisto con un medio de desconexión del tipo terminal, atornillado o con conector.

d) Detección de fallas a tierra. Se permitirá que los sistemas de módulos de corriente alterna usen un solo dispositivo de detección para detectar solamente fallas a tierra de corriente alterna y para deshabilitar el arreglo interrumpiendo la alimentación de corriente alterna a los módulos de corriente alterna.

e) Protección contra sobrecorriente. Se permitirá que los circuitos de salida de los módulos de corriente alterna tengan protección contra sobrecorriente y que el dimensionamiento de los conductores se haga de acuerdo con la sección 240-5(b)(2).

B. Requisitos para los circuitos

690-7. Tensión máxima.

En un circuito de fuente fotovoltaica de corriente continua. o un circuito de salida, la tensión máxima del sistema fotovoltaico para ese circuito se debe calcular como la suma de la tensión de circuito abierto de los módulos fotovoltaicos conectados en serie, corregido para la más baja temperatura ambiente esperada. Para módulos de silicio cristalino y multicristalino, se debe multiplicar la tensión nominal de circuito abierto por el factor de corrección proporcionado en la Tabla 690-7. Esta tensión se debe usar para determinar la tensión nominal de cables, desconectadores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otros equipos. Cuando la temperatura ambiente esperada más baja esté por debajo de –40 °C, o cuando se emplean módulos fotovoltaicos diferentes a los de silicio cristalino o multicristalino, se debe realizar el ajuste de la tensión del sistema de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Cuando los coeficientes de temperatura para la tensión de circuito abierto se suministran en las instrucciones para módulos fotovoltaicos, éstos se deben utilizar para calcular la tensión máxima del sistema fotovoltaico tal como lo exige 110-3(b) en lugar de usar la Tabla 690-7.

b) Circuitos de utilización de corriente continua. La tensión de los circuitos de utilización de corriente continua debe ser de acuerdo con 210-6.

c) Circuitos de fuentes y de salida fotovoltaica. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, se permitirá que los circuitos de fuente fotovoltaica y los circuitos de salida, que no incluyan portalámparas, contactos o accesorios, tengan una tensión máxima del sistema fotovoltaico de hasta 600 volts. Otras instalaciones con una tensión máxima del sistema fotovoltaico superior a 600 volts deben cumplir con el Artículo 690, Parte I.

d) Circuitos de más de 150 volts a tierra. En las viviendas unifamiliares y bifamiliares, las partes vivas de los circuitos de fuentes fotovoltaicas y los circuitos fotovoltaicos de salida de más de 150 volts a tierra, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas, mientras estén energizados.

Nota Informativa: Para la protección de partes vivas véase 110-27. Para tensión a tierra y entre conductores, véase 210-6.

e) Circuitos de fuentes bipolares y de salida. Para circuitos de 2 hilos conectados a sistemas bipolares, la tensión máxima del sistema debe ser la mayor tensión entre los conductores del circuito de 2 hilos si aplican todas las condiciones siguientes:

(1) Un conductor de cada circuito de un subarreglo bipolar está sólidamente puesto a tierra

Excepción: La operación de dispositivos (operación anormal) de fallas a tierra o por falla de arco, son permitidos para interrumpir esta conexión a tierra, cuando el arreglo bipolar completo se convierte en dos arreglos distintos, separados uno del otro y del equipo de utilización.

(2) Cada circuito esté conectado a un subarreglo separado.

(3) El equipo esté marcado claramente con una etiqueta que indique:

ADVERTENCIA

ARREGLO FOTOVOLTAICO BIPOLAR

LA DESCONEXION DE LOS CONDUCTORES DEL NEUTRO

O LOS PUESTOS A TIERRA PUEDE OCASIONAR

UNA SOBRETENSION EN EL ARREGLO O EN EL INVERSOR

Tabla 690-7.- Factores de corrección de la tensión para módulos de silicio cristalino y multicristalino

Factores de corrección para temperaturas ambiente menores a 25 °C (Se multiplica el tensión nominal de circuito abierto por el factor de corrección aplicable que se muestra a continuación)	
Temperatura ambiente (ºC)	**Factor**
-36 a -40	1.02
19 a 15	1.04
14 a 10	1.06
9 a 5	1.08
4 a 0	1.10
-1 a -5	1.12
-6 a -10	1.14
24 a 20	1.16
-11 a -15	1.18
-16 a -20	1.20
-21 a -25	1.21
-26 a -30	1.23
-31 a -35	1.25

690-8. Dimensionamiento y corriente de los circuitos.

a) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para un circuito específico se debe calcular de acuerdo con (1) hasta (4) siguientes.

NOTA: Cuando se aplican los requisitos de (a)(1) y (b)(1), el factor de multiplicación resultante es del 156 por ciento.

1) Corrientes del circuito de la fuente fotovoltaica. La corriente máxima debe ser la suma de la corriente de cortocircuito de los módulos en paralelo, multiplicado por el 125 por ciento.

2) Corrientes del circuito fotovoltaico de salida. La corriente máxima debe ser la suma de las corrientes máximas de los circuitos de las fuentes en paralelo, como se calcula en el inciso (1) anterior.

3) Corriente del circuito de salida del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente permanente de salida del inversor.

4) Corriente del circuito de entrada de un inversor autónomo. La corriente máxima debe ser la corriente permanente de entrada del inversor autónomo, cuando el inversor esté produciendo su potencia nominal a la tensión más baja de entrada.

b) Ampacidad y valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente. Se considerarán como constantes las corrientes de los sistemas fotovoltaicos.

1) Dispositivos de Sobrecorriente. Donde son requeridos, los dispositivos de sobrecorriente deben ser seleccionados como es requerido en (a) hasta (d) siguientes:

a. Conducir no menos del 125 por ciento de la corriente máxima calculada en 690-8 (a).

Excepción: Se permitirá usar al 100 por ciento de su valor nominal, en los circuitos que contengan un ensamble con los dispositivos de protección contra sobrecorriente integrados y que estén etiquetados para funcionamiento continuo al 100 por ciento de su valor nominal.

b. Los límites de temperatura en las terminales deben estar de acuerdo con 110-3 (b) y 110-14 (c).

c. Cuando se operen a temperaturas mayores que 40 ºC se deben de aplicar los factores de corrección de temperatura del fabricante.

d. Se permite que el valor nominal o de ajuste de los dispositivos de sobrecorriente estén de acuerdo con 240-4 (b), (c) y (d).

2) Ampacidad del Conductor. Los conductores del circuito deben ser seleccionados para conducir cuando menos, la mayor corriente determinada en (a) o (b) siguientes.

a. 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas en 690-8 (a) sin ningún factor adicional de corrección por las condiciones de uso.

b. Las máximas corrientes calculadas en 690-8 (a) después que las condiciones de uso han sido aplicadas.

c. Cuando se requiera, el conductor seleccionado debe ser protegido por un dispositivo de sobrecorriente, después de la aplicación de las condiciones de uso.

c) Sistemas con múltiples tensiones de corriente continua. Para una fuente fotovoltaica de potencia, que tiene circuitos de múltiples tensiones de salida y que usa un conductor común de retorno, la ampacidad de dicho conductor no debe ser menor a la suma de las corrientes nominales de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

d) Dimensionamiento de los conductores de interconexión del módulo. Cuando un dispositivo de sobrecorriente es utilizado para proteger un conjunto de dos o más circuitos de módulos conectados en paralelo, la ampacidad de cada uno de los conductores de interconexión del módulo no deberán ser menor a la suma del valor nominal de los fusibles individuales, más el 125 por ciento de la corriente de cortocircuito de los otros módulos conectados en paralelo.

690-9. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipos. El circuito de una fuente fotovoltaica, el circuito fotovoltaico de salida, el circuito de salida del inversor y los conductores del circuito de la batería de acumuladores y los equipos, deben estar protegidos según establece el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente de suministro eléctrico deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente instalados de modo que brinden esa protección desde todas las fuentes.

Excepción. No será requerido un dispositivo de sobrecorriente para módulos fotovoltaicos o conductores del circuito de fuentes fotovoltaicas seleccionados de acuerdo con 690-8(b), cuando una de las siguientes condiciones aplica:

a. No existen fuentes externas tales como circuitos de una fuente conectados en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.

b. Las corrientes de corto circuito de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores, o el máximo tamaño del dispositivo de protección contra sobrecorriente especificado en la placa de datos del módulo fotovoltaico.

NOTA: Para establecer si todos los conductores y módulos están debidamente protegidos contra sobrecorriente desde todas las fuentes, se debe tener en cuenta la posible retroalimentación de corriente desde cualquier fuente de alimentación, incluyendo la alimentación a través de un inversor en el circuito fotovoltaico salida y los circuitos de las fuentes fotovoltaicas.

b) Transformadores de potencia. Un transformador con una o varias fuentes conectadas en cada lado, se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

Excepción: Un transformador de potencia con una corriente nominal en el lado que está conectado a la salida del inversor interactivo con el suministrador, no menor que la corriente de salida nominal continua del inversor, se permite sin protección de sobrecorriente del inversor.

c) Circuitos de una fuente fotovoltaica. Se permitirá que los dispositivos contra sobrecorriente de los circuitos derivados o de los dispositivos contra sobrecorriente tipo complementario, proporcionen protección contra sobrecorriente en los circuitos de la fuente fotovoltaica. Los dispositivos de sobrecorriente deben ser accesibles, pero no se exigirá que sean fácilmente accesibles.

Los valores normalizados de los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente permitidos en esta sección se deben dar en incrementos de un ampere, empezando en 1 ampere y hasta 15 amperes inclusive. Los valores normales superiores a 15 amperes para los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente se deben basar en los valores normales especificados en la sección 240-6(a).

d) Valores nominales de corriente continua. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, ya sean fusibles o interruptores automáticos, que se utilicen en cualquier parte de corriente continua de un sistema fotovoltaico de potencia, deben estar etiquetados para su uso en circuitos de corriente continua y deben tener los valores nominales adecuados de tensión, corriente y capacidad interruptiva.

e) Protección de sobrecorriente en serie. En circuitos de fuentes fotovoltaicas, un solo dispositivo de protección por sobrecorriente será permitido para proteger los módulos fotovoltaicos y los conductores de interconexión.

690-10. Sistemas autónomos. El sistema de alambrado de los inmuebles debe ser adecuado para cumplir con los requisitos de esta NOM para una instalación similar conectada a una acometida. El alambrado del lado de la alimentación del medio de desconexión del edificio o estructura debe cumplir con esta NOM, con excepción de lo que se modifica de (a) hasta (e) siguientes.

a) Salida del inversor. Se permitirá que la salida de corriente alterna de un inversor autónomo suministre alimentación de corriente alterna al medio de desconexión del edificio o estructura a niveles de corriente menores a la carga calculada para ese desconectador. El valor nominal de salida del inversor o el de una fuente de energía alterna debe ser igual o mayor a la carga requerida por el equipo de utilización individual más grande conectado al sistema. Las cargas calculadas de alumbrado general no se deben considerar con una carga individual.

b) Dimensionamiento y protección. Los conductores del circuito entre la salida del inversor y el medio de desconexión del edificio o estructura deben estar dimensionados con base en el valor nominal de salida del inversor. Estos conductores deben protegerse de sobrecorrientes de acuerdo con el Artículo 240. Dicha protección debe ubicarse en la salida del inversor.

c) Una sola alimentación de 120 volts. Se permitirá que la salida del inversor de un sistema solar fotovoltaico autónomo suministre 120 volts a un equipo de acometida monofásico, de 3 hilos, de 120/240 volts, o tableros de distribución cuando no hay salidas de 240 volts y cuando no existan circuitos derivados multifilares. En todas las instalaciones, el valor nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado a la salida del inversor debe ser menor que el valor nominal de la barra conductora del neutro en el equipo de acometida. Este equipo debe estar marcado con la siguiente leyenda, o equivalente:

ADVERTENCIA

ALIMENTACION INDIVIDUAL DE 120 VOLTS.

NO CONECTAR CIRCUITOS DERIVADOS MULTIFILARES

d) Requerimiento de almacenamiento de energía o de sistema de alimentación de respaldo. No se requerirá almacenamiento de energía ni sistemas de alimentación de respaldo.

e) Interruptores automáticos para retroalimentación. Los interruptores automáticos para retroalimentación del tipo enchufable, conectados a la salida de un inversor autónomo, en sistemas autónomos o sistemas interactivos con el suministrador, deben estar sujetados de acuerdo con 408-36(d). Los interruptores automáticos que estén marcados “línea” y “carga”, no deben ser empleados cuando haya retroalimentación.

690-11. Protección de falla por arco (Corriente continua). Los sistemas fotovoltaicos con circuitos de fuentes de corriente continua, circuitos de salida de corriente continua o ambos, encima o penetrando a un edificio, operando con tensión máxima de sistema fotovoltaico de 80 volts o mayor, deben estar protegidos por un interruptor (corriente continua) de falla por arco, aprobado, tipo fotovoltaico u otros componentes del sistema que provean una protección equivalente. Los medios de protección fotovoltaicos por falla de arco, deben de cumplir con los siguientes requerimientos:

(1) El sistema debe detectar e interrumpir fallas por arco resultantes de una falla en la continuidad esperada de un conductor, conexión, módulo u otro componente del sistema, en los circuitos de fuentes fotovoltaicas y circuitos de salida.

(2) El sistema debe desactivar o desconectar a uno de los siguientes:

a. Inversores o controladores de carga conectados al circuito con falla cuando la falla sea detectada.

b. Componentes del sistema dentro del circuito donde se produce el arco

(3) El sistema requiere que el equipo desactivado o desconectado sea manualmente restablecido.

(4) El sistema debe tener un indicador que suministre una señal visual de que el interruptor del circuito ha operado. Esta indicación no debe restablecerse automáticamente.

C. Medios de desconexión

690-13. Todos los conductores. Se debe proporcionar un medio que desconecte todos los conductores portadores de corriente continua de un sistema fotovoltaico de todos los demás conductores en un edificio u otra estructura. No se debe instalar un interruptor, un interruptor automático, ni otro dispositivo, en un conductor puesto a tierra, si el funcionamiento de ese interruptor, interruptor automático u otro dispositivo deja al conductor marcado como puesto a tierra, en un estado energizado y no puesto a tierra.

Excepción 1. Un interruptor o interruptor automático que es parte de un sistema de detección de falla a tierra requerido en 690-5, o que es parte de un sistema de detección/interrupción de falla por arco requerido en 690-11, se permitirá que abra el conductor puesto a tierra cuando dicho interruptor o interruptor automático sea automáticamente abierto como una función normal del dispositivo en respuesta a fallas a tierra.

Excepción 2. Un desconectador es permitido en un conductor de puesta a tierra si todas las siguientes condiciones son cumplidas:

(1) El interruptor es utilizado únicamente para mantenimiento del arreglo fotovoltaico.

(2) El interruptor está accesible únicamente para personal calificado.

(3) El interruptor está designado para la máxima tensión y corriente continua que puedan estar presentes durante cualquier operación, incluyendo condiciones de falla a tierra.

NOTA: El conductor puesto a tierra puede tener un medio de desconexión, atornillado o con terminal, para permitir la inspección y mantenimiento del personal calificado.

690-14. Disposiciones adicionales. Los medios de desconexión para las fuentes de energía fotovoltaicas deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes.

a) Medio de desconexión. No se exigirá que el medio de desconexión sea adecuado como equipo de acometida y debe cumplir con la sección 690-17.

b) Equipo. Se permitirá instalar equipos tales como interruptores de aislamiento de fuentes fotovoltaicas, dispositivos de protección contra sobrecorriente y diodos de bloqueo, en el lado fotovoltaico del medio de desconexión.

c) Requisitos para el medio de desconexión. Se debe proveer un medio que desconecte todos los conductores de un edificio u otra estructura de los conductores del sistema fotovoltaico.

1) Ubicación. El medio de desconexión del sistema fotovoltaico se debe instalar en un lugar fácilmente accesible, bien sea en el exterior de un edificio o estructura, o en el interior, lo más cerca del punto de entrada de los conductores del sistema.

Excepción: Se permitirá que las instalaciones que cumplan con la sección 690-31(e) tengan el medio de desconexión ubicado en un lugar remoto desde el punto de entrada de los conductores del sistema.

El medio de desconexión del sistema fotovoltaico no se debe instalar en baños.

2) Marcado. El medio de desconexión de cada sistema fotovoltaico debe estar marcado permanentemente para identificarlo como desconectador del sistema fotovoltaico.

3) Adecuado para el uso. El medio de desconexión de cada sistema fotovoltaico debe ser adecuado para las condiciones prevalecientes. El equipo instalado en lugares peligrosos (clasificados) debe cumplir con los requisitos de los Artículos 500 hasta 517.

4) Cantidad máxima de desconectadores. El medio de desconexión del sistema fotovoltaico debe tener no más de seis interruptores o seis interruptores automáticos montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separados o dentro o sobre un tablero de distribución.

5) Agrupamiento. Los medios de desconexión del sistema fotovoltaico se deben agrupar con otros medios de desconexión para que el sistema cumpla lo estipulado en el inciso (4) anterior. No se exigirá un medio de desconexión del sistema fotovoltaico en el sitio de instalación del módulo o del arreglo fotovoltaico.

d) Inversores interactivos con el suministrador montados en lugares que no son fácilmente accesibles. Se permitirá que los inversores interactivos con el suministrador estén montados sobre techos u otras áreas exteriores que no sean fácilmente accesibles. Estas instalaciones deben cumplir las condiciones (1) hasta (4) siguientes:

(1) Se debe montar un medio de desconexión del sistema fotovoltaico de corriente continua al alcance de la vista desde el inversor o dentro de él.

(2) Se debe montar un medio de desconexión de corriente alterna al alcance de la vista desde el inversor o dentro de él.

(3) Los conductores de salida de corriente alterna provenientes del inversor y un medio adicional de desconexión de corriente alterna para el inversor deben cumplir con (c)(1) anterior.

(4) Se debe instalar una placa con leyenda de acuerdo con 705-10.

690-15. Desconexión de equipo fotovoltaico. Deben proveerse medios para desconectar equipos tales como inversores, baterías, controladores de carga y similares, de todos los conductores de fase de todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deben ser agrupados e identificados.

Se permitirá un solo medio de desconexión, de acuerdo con 690-17, para la salida de corriente alterna combinada de uno o más inversores o módulos de corriente alterna en un sistema interactivo.

690-16. Fusibles.

a) Medios de desconexión. Se deben instalar medios de desconexión para desconectar un fusible de todas fuentes de suministro si el fusible está energizado desde ambas direcciones. Si dicho fusible está en un circuito de fuente fotovoltaica, debe ser posible que sea desconectado independientemente de los fusibles que haya en otros circuitos de fuentes fotovoltaicas.

b) Servicio a fusibles. Se deben instalar medios de desconexión en los circuitos fotovoltaicos de salida cuando los dispositivos de sobrecorriente (fusibles) se les debe suministrar servicio y no pueden ser aislados de circuitos energizados. Los medios de desconexión deben estar a la vista de, y accesibles a, la ubicación de los fusibles o ser integral al portafusibles y debe de cumplir con 690-17. Cuando los medios de desconexión estén localizados a más de 1.80 metros del dispositivo de sobrecorriente, se debe instalar en la ubicación del dispositivo de sobrecorriente, un directorio mostrando la ubicación de cada desconectador.

Los medios de desconexión designados para apertura sin carga deben estar marcados “No abrir con carga”.

690-17. Desconectadores o interruptores automáticos. El medio de desconexión para los conductores de fase debe consistir en uno o varios interruptores o interruptores automáticos operados manualmente y deben cumplir con todos los requisitos siguientes:

(1) Estar ubicado donde sea fácilmente accesible

(2) Ser operable desde el exterior sin que el operador se exponga al contacto con partes vivas.

(3) Estar claramente marcado para indicar cuándo está en la posición de abierto o cerrado.

(4) Tener una capacidad de interrupción suficiente para la tensión del circuito y para la corriente disponible en los terminales de línea de los equipos.

Cuando todos los terminales de los medios de desconexión se puedan energizar estando en la posición de abierto, se debe instalar, en el medio de desconexión o lo más cerca posible del mismo, un anuncio claramente legible que indique lo siguiente:

ADVERTENCIA

PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA.

NO TOCAR LAS TERMINALES.

LAS TERMINALES, TANTO EN EL LADO DE LINEA COMO EN EL DE CARGA,

PUEDEN ESTAR ENERGIZADAS EN LA POSICION DE ABIERTO"

Excepción: Se permitirá usar un conector como un medio de desconexión de corriente alterna o de corriente continua, siempre que cumpla con los requisitos de la sección 690-33 y esté aprobado pare ese uso.

690-18. Instalación y mantenimiento de un arreglo fotovoltaico. Se debe emplear un medio de apertura o de puesta en corto circuito o un recubrimiento opaco, que permita desactivar un arreglo fotovoltaico o partes de un arreglo fotovoltaico para instalación y mantenimiento.

NOTA: Los módulos fotovoltaicos están energizados cuando están expuestos a la luz. La instalación, sustitución o mantenimiento de los componentes del arreglo fotovoltaico, mientras un módulo o módulos son irradiados, puede exponer a choque eléctrico a las personas.

D. Métodos de alambrado

690-31. Métodos permitidos.

a) Sistemas de alambrado. Se permitirá utilizar todos los métodos de alambrado con canalizaciones y cables incluidos en esta NOM, y otros sistemas de alambrado y accesorios proyectados específicamente e identificados para uso en arreglos fotovoltaicos. Cuando se utilicen dispositivos alambrados con envolventes integrales, se debe suministrar una longitud suficiente del cable para que se puedan reemplazar fácilmente.

Cuando se instalan en lugares fácilmente accesibles, los circuitos de fuente y de salida fotovoltaicos, funcionando a tensiones máximas del sistema mayores a 30 volts, se deben instalar en una canalización.

NOTA: Los módulos fotovoltaicos funcionan a temperaturas elevadas cuando se exponen a temperaturas ambiente altas y al brillo de la luz solar. Estas temperaturas pueden rutinariamente exceder 70 ºC en muchos lugares. Los conductores de interconexión de los módulos están disponibles con aislamiento para lugares mojados y temperatura nominal de 90 ºC o más.

b) Cables de un solo conductor. Se permite usar cables de un solo conductor tipo USE-2 y cables de un solo conductor aprobados como alambre fotovoltaico, en lugares exteriores expuestos, en circuitos de fuente fotovoltaica para las interconexiones de los módulos fotovoltaicos dentro del arreglo fotovoltaico.

Excepción: Se deben usar canalizaciones cuando así se exija en el inciso (a) anterior.

NOTA: Los conductores fotovoltaicos [También llamado cable fotovoltaico (FV)] tienen un diámetro exterior no estándar. El factor de relleno en tubo conduit debe ser calculado usando la tabla 1 del Capítulo 10.

c) Cables y cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles usados para conectar las partes móviles de orientación de los módulos fotovoltaicos, deben cumplir lo establecido en el Artículo 400 y deben ser de un tipo identificado como cordones de uso pesado o como cables portátiles de alimentación; deben ser adecuados para uso extra rudo, estar aprobados para uso en exteriores y ser resistentes al agua y a la luz del sol. La ampacidad permisible debe cumplir lo establecido en la sección 400-5. Cuando la temperatura ambiente supere 30 °C, la ampacidad se debe reducir mediante los factores de corrección dados en la Tabla 690-31(c).

Tabla 690-31(c).- Factores de corrección

Temperatura ambiente C	Temperatura máxima de operación del conductor			
	60 C	75 C	90 C	105 °C
30	1.00	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96	0.97
36-40	0.82	0.88	0.91	0.93
41-45	0.71	0.82	0.87	0.89
46-50	0.58	0.75	0.82	0.86
51-55	0.41	0.67	0.76	0.82
56-60		0.58	0.71	0.77
61-70		0.33	0.58	0.68
71-80			0.41	0.58

d) Cables con conductores pequeños. Se permiten cables monoconductores de tamaño nominal de 1.31 mm^2 (16 AWG) y 0.824 mm^2 (18 AWG) aprobados para uso en intemperie y que sean resistentes a la luz del sol y al agua, para conexiones de módulos siempre que dichos cables cumplan los requisitos de ampacidad de 690-8. Se debe usar 310-15 para determinar los factores de ajuste y corrección de la ampacidad del cable.

e) Circuitos de fuentes fotovoltaicas de corriente continua y de salida dentro de un edificio. Cuando los circuitos de una fuente fotovoltaica de corriente continua o de salida de un sistema fotovoltaico integrado al edificio u otro sistema fotovoltaico tienen trayectorias dentro de un edificio o estructura, deberán estar contenidos en una canalización metálica, o ser de cable con armadura metálica Tipo MC que cumpla con 250-118(10) o envolventes metálicas desde el punto de penetración de la superficie del edificio o estructura, hasta el primer medio de desconexión fácilmente accesible. El medio de desconexión debe cumplir con 690-14(a), (b) y (d). Los métodos de alambrado deben cumplir con los requerimientos de instalación adicionales indicados en (1) hasta (4).

1) Debajo de techos. Los métodos de alambrado deben instalarse a más de 25 centímetros de la plataforma o cubierta del techo, excepto donde esté directamente debajo de una superficie de techo cubierta por módulos fotovoltaicos y equipo asociado. Los circuitos deben tener una trayectoria perpendicular del punto de penetración en el techo a los soportes a cuando menos 25 centímetros por debajo de la plataforma del techo.

NOTA: El requerimiento de 25 centímetros es para prevenir un daño accidental de las sierras utilizadas por los bomberos para ventilar techos durante un incendio de la estructura.

2) Métodos con alambrado flexible. Cuando sea instalado tubo conduit metálico flexible menor que la designación métrica 21 (tamaño comercial ¾) o cable Tipo MC con diámetro menor de 2.5 centímetros conteniendo conductores de circuitos fotovoltaicos y esté instalado a través de vigas del techo o del piso, la canalización o cable deben estar protegidos por tiras de guarda que tengan una altura de al menos la de la canalización o el cable. Cuando la trayectoria es visible, otra que no esté dentro de 1.80 metros de la conexión a equipo, los métodos de alambrado deberán seguir en forma cercana la superficie del edificio o estar protegidos contra daño físico por un medio adecuado.

3) Marcado y etiquetado requerido: Los siguientes métodos de alambrado y envolventes, que contengan conductores de fuentes de energía fotovoltaica, deben estar marcados con el texto “Fuente de energía fotovoltaica” mediante etiquetas fijadas permanentemente u otro marcado permanente adecuado:

(1) Canalizaciones visibles, charolas para cables y otros métodos de alambrado

(2) Cubiertas o envolventes de cajas de jalado y cajas de conexiones

(3) Condulet cuando cualquiera de las aberturas disponibles no está utilizada

4) Métodos y ubicación de marcado y etiquetado. Las etiquetas o marcado deben ser visibles después de la instalación. Las etiquetas de circuitos de fuentes de energía fotovoltaica deben estar presentes en cada sección del sistema de alambrado que esté separada por envolventes, paredes, divisiones, techos o pisos. El espaciado entre etiquetas o marcado, o entre una etiqueta y un marcado, no deberá ser mayor de 3.00 metros. Las etiquetas requeridas por esta sección deben ser adecuadas para el ambiente donde serán instaladas.

f) Cables flexibles, con trenzado fino. Los cables flexibles con trenzado de hilos finos deben ser terminados únicamente con terminales, zapatas, dispositivos o conectores que estén de acuerdo con 110-14(a).

690-32. Conexión de componentes. Para la interconexión en el sitio, de módulos u otros componentes del arreglo, se permitirá usar accesorios y conectores proyectados para quedar ocultos en el momento del ensamble en el sitio, si están aprobados para ese uso. Dichos accesorios y conectores deben ser iguales al método de alambrado empleado en: el aislamiento, aumento de temperatura y resistencia a las corrientes de falla y deben ser capaces de resistir las condiciones ambientales en las cuales se vayan a usar.

690-33. Clavijas o conectores. Las clavijas permitidas en 690 deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) hasta (e) siguientes:

a) Configuración. Las clavijas deben ser polarizadas y tener una configuración que no sea intercambiable con contactos de otros sistemas eléctricos del edificio.

b) Protección. Las clavijas deben estar construidas de forma que protejan a las personas del contacto inadvertido con partes vivas.

c) Tipo. Las clavijas deben ser de tipo de enganche o de seguridad. Las clavijas que son fácilmente accesibles y se usan en circuitos que funcionan a más de 30 volts para circuitos de corriente continua o 30 volts para circuitos de corriente alterna, deben requerir de una herramienta para abrirlas.

d) Elemento de puesta a tierra. El elemento de puesta a tierra de la clavija debe ser el primero en hacer contacto y el último en romperlo.

e) Interrupción del circuito. Las clavijas deben cumplir con (1) o (2) siguientes:

(1) Tener capacidad para interrumpir la corriente sin peligro para el operador.

(2) Ser de un tipo que requiera del uso de una herramienta para abrirla y estar marcada con la inscripción “No desconectar con carga” o “No para interrumpir corriente”.

690-34. Acceso a cajas. Las cajas de empalme, de paso y de salida ubicadas detrás de los módulos o tableros se deben instalar de modo que el alambrado que contengan sea accesible directamente o desplazando un módulo o panel que estén asegurados con sujetadores desmontables y conectados mediante un sistema de alambrado flexible.

690-35. Sistemas de fuentes fotovoltaicas no puestos a tierra. Se permitirá que los sistemas de fuentes fotovoltaicas funcionen con circuitos de fuentes fotovoltaicas y de salida no puestos a tierra, cuando el sistema cumpla lo indicado en (a) hasta (g) siguientes.

a) Desconectadores. Todos los conductores de los circuitos de fuentes fotovoltaicas y de salida deben tener desconectadores que cumplan lo indicado en el Artículo 690, Parte C.

b) Protección contra sobrecorriente. Todos los conductores de los circuitos de fuentes fotovoltaicas y de salida deben tener protección contra sobrecorriente de acuerdo con 690-9.

c) Protección contra fallas a tierra. Todos los circuitos de fuentes fotovoltaicas y de salida deben tener un dispositivo o sistema de protección contra fallas a tierra que cumpla con los numerales (1) hasta (3) siguientes:

(1) Detecte una falla a tierra.

(2) Indique que ha ocurrido una falla a tierra.

(3) Desconecte automáticamente todos los conductores o haga que el inversor o el controlador de carga conectado al circuito con falla, interrumpa automáticamente la alimentación a los circuitos de salida.

d) Los conductores de la fuente fotovoltaica deben consistir de uno de los siguientes elementos:

(1) Cables multiconductores con cubierta no metálica.

(2) Conductores instalados en canalizaciones, o

(3) Conductores etiquetados e identificados como alambre fotovoltaico, de un solo conductor y para instalarse visible.

e) Se permitirá usar los circuitos de corriente continua de un sistema de alimentación fotovoltaica con sistemas de baterías no puestos a tierra, cuando cumplan lo especificado en 690-71(g).

f) La fuente de alimentación fotovoltaica debe estar etiquetada con la siguiente advertencia en cada caja de empalme, caja combinadora, desconectador y dispositivo cuando los circuitos energizados, no puestos a tierra, puedan estar visibles durante el servicio.

ADVERTENCIA

PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA.

LOS CONDUCTORES DE CORRIENTE CONTINUA DE ESTE SISTEMA FOTOVOLTAICO

NO ESTAN PUESTOS A TIERRA Y PUEDEN ESTAR ENERGIZADOS

g) Los inversores o los controladores de carga usados en sistemas con circuitos de fuentes fotovoltaicas y de salida no puestos a tierra deben ser adecuados para ese propósito.

E. Puesta a tierra

690-41. Puesta a tierra del sistema. Para una fuente de potencia fotovoltaica, un conductor de un sistema de 2 hilos con una tensión del sistema fotovoltaico de más de 50 volts y el conductor de referencia (derivación central) de un sistema bipolar, debe estar sólidamente puesto a tierra o debe utilizar otros métodos que logren una protección equivalente del sistema de acuerdo con 250-4(a) y que utilicen equipo aprobado para ese uso.

Excepción: Sistemas que cumplan con 690-35.

690-42. Punto de conexión de la puesta a tierra del sistema. La conexión de puesta a tierra del circuito de corriente continua se debe hacer en un solo punto del circuito de salida fotovoltaico.

NOTA: Ubicando el punto de conexión de puesta a tierra lo más cerca posible de la fuente fotovoltaica, el sistema quedará mejor protegido contra las sobretensiones producidas por las descargas atmosféricas.

Excepción: Se permitirá que los sistemas con un dispositivo de protección contra fallas a tierra, de acuerdo con 690-5, tengan la unión exigida del conductor puesto a tierra con la tierra hecha por el dispositivo de protección contra fallas a tierra. Esta unión, cuando sea interna del equipo de protección contra fallas a tierra, no se debe duplicar con una conexión externa.

690-43. Puesta a tierra del equipo. Los conductores y dispositivos de puesta a tierra del equipo deben cumplir con (a) hasta (f) siguientes.

a) Equipo con requerimiento de puesta a tierra. Partes metálicas expuestas, no portadoras de corriente, de bastidores de módulos fotovoltaicos, equipo eléctrico y envolventes de conductores deben ser puestos a tierra de acuerdo con 250-134 o 250-136(a), sin importar la tensión.

b) Requerimiento de conductor de puesta a tierra de equipo. Se requiere, de acuerdo con 250-110, un conductor de puesta a tierra del equipo, entre un arreglo fotovoltaico y otro equipo.

c) Estructura como conductor de puesta a tierra. Dispositivos aprobados para poner a tierra los bastidores metálicos de los módulos fotovoltaicos u otros equipos, se permitirán para unir las superficies del metal expuesto u otro equipo a las estructuras de montaje. Las estructuras metálicas de montaje, que no sean del edificio, utilizados para fines de puesta a tierra serán identificadas como conductores de puesta a tierra de equipos, o tendrán puentes de unión identificados o dispositivos conectados entre las distintas secciones metálicas y estarán unidos al sistema de puesta a tierra.

d) Sistemas y dispositivos de montaje fotovoltaicos. Los sistemas y dispositivos utilizados para el montaje de módulos fotovoltaicos, que también se utilizan para proporcionar puesta a tierra a los bastidores de los módulos, deben ser identificados para el propósito de puesta a tierra de los módulos fotovoltaicos.

e) Módulos adyacentes. Los dispositivos aprobados para unión de bastidores metálicos de módulos fotovoltaicos, se permite utilizarlos como unión entre los bastidores metálicos expuestos de los módulos fotovoltaicos y los bastidores metálicos de módulos fotovoltaicos adyacentes.

f) Todos los conductores juntos. Los conductores de puesta a tierra del equipo para el arreglo fotovoltaico y la estructura fotovoltaica (cuando se instale), deben estar contenidos dentro de la misma canalización o cable o estar tendidos de otra manera junto con los conductores del circuito del arreglo fotovoltaico, cuando tales conductores del circuito salgan cerca del arreglo fotovoltaico.

690-45. Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de fuentes fotovoltaicas y circuitos de salida fotovoltaica se deben dimensionar de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

a) General. Los conductores de puesta a tierra de equipo para los circuitos de fuentes fotovoltaicas y los circuitos de salida fotovoltaica, deben estar dimensionados de acuerdo con la Tabla 250-122. Cuando no se instale en el circuito un dispositivo de protección contra sobrecorriente, se debe suponer un dispositivo de sobrecorriente con el valor de la corriente de cortocircuito del sistema fotovoltaico para aplicar la Tabla 250-122. No se exigirá un incremento en el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipo para responder a las consideraciones de caída de tensión. Los conductores de puesta a tierra de equipos no deben tener un tamaño inferior a 2.08 mm^2 (14 AWG).

b) Sin protección contra fallas a tierra. Para lugares diferentes a las unidades de vivienda donde no se suministra protección contra fallas a tierra, de acuerdo con 690-5(a) hasta (c), cada conductor de puesta a tierra de equipos debe tener una ampacidad de por lo menos dos (2) veces la ampacidad corregida por ocupación del tubo conduit y por temperatura del conductor del circuito.

NOTA: La corriente de cortocircuito de los módulos y de las fuentes fotovoltaicas es sólo levemente superior al valor nominal de salida normal de plena carga. En condiciones de falla a tierra, estas fuentes no pueden alimentar los altos niveles de corrientes de cortocircuito, o de falla a tierra, necesarias para activar rápidamente los dispositivos de protección contra sobrecorriente, como en los sistemas típicos de corriente alterna. La protección para los conductores de puesta a tierra de equipos en sistemas fotovoltaicos que no tienen protección contra fallas a tierra, está más relacionada con el tamaño y la capacidad de soportar la corriente de falla del conductor de puesta a tierra de equipos, que con la operación de un dispositivo de protección contra sobrecorriente.

690-46. Conductores de puesta a tierra de equipos de un arreglo fotovoltaico. Los conductores de puesta a tierra de equipos con tamaño inferior a 13.3 mm^2 (6 AWG) para módulos fotovoltaicos deben cumplir con 250-120(c).

690-47. Sistema del electrodo de puesta a tierra.

a) Sistemas de corriente alterna. Si se instala un sistema de corriente alterna, se debe proveer un sistema de electrodo de puesta a tierra que cumpla lo establecido en 250-50 hasta 250-60. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe instalar de acuerdo con 250-64.

b) Sistemas de corriente continua. Si se instala un sistema de corriente continua, se debe proveer un sistema de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 250-166 para sistemas puestos a tierra, o con 250-169 para sistemas no puestos a tierra. El conductor del electrodo de puesta a tierra se debe instalar de acuerdo con 250-64.

Se permite que un conductor común del electrodo de puesta a tierra sirva a varios inversores. El tamaño del electrodo común de puesta a tierra y los conductores derivados deben ser de acuerdo con 250-166. Los conductores derivados deben estar conectados al conductor común del electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica o mediante conectores aprobados para unión y puesta a tierra de equipo de tal manera que conductor del electrodo común de puesta a tierra permanezca sin un empalme o unión.

c) Sistemas con requerimientos de puesta a tierra de corriente continua y corriente alterna. Los sistemas fotovoltaicos que tengan circuitos de corriente continua. y circuitos de corriente alterna, que no tienen conexión directa entre el conductor puesto a tierra de corriente continua y el conductor puesto a tierra de corriente alterna, deberán tener un sistema de puesta a tierra de corriente continua. El sistema de puesta a tierra de corriente continua deberá estar unido al sistema de puesta a tierra de corriente alterna mediante uno de los métodos indicados en (1), (2) o (3) siguientes.

Esta sección no aplica a módulos fotovoltaicos de corriente alterna.

Cuando se utilicen los métodos de (c)(2) o (c)(3), el electrodo del sistema de puesta a tierra de corriente alterna debe cumplir los requerimientos aplicables del Artículo 250, Parte C.

NOTA 1: Para sistemas interactivos con el suministrador, el sistema existente de puesta a tierra de la propiedad sirve como el sistema de puesta a tierra de corriente alterna.

1) Sistema separado de electrodo de puesta a tierra de corriente continua unido al sistema del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna. Un electrodo o sistema separado de puesta a tierra de corriente continua debe ser instalado, y debe estar unido directamente al sistema del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna El tamaño de cualquier puente de unión entre los sistemas de corriente continua y los de corriente alterna debe estar basado en el tamaño mayor del conductor existente del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna o el tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua especificado en 250-166. El conductor del sistema del electrodo de puesta a tierra de corriente continua o los puentes de unión al sistema del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna no deben ser utilizados como un sustituto para cualquier conductor requerido de puesta a tierra de equipo de corriente alterna.

2) Electrodo común de puesta a tierra de corriente continua y de corriente alterna. Un conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua del tamaño especificado en 250-166 debe correr desde el punto de conexión marcado del electrodo de puesta a tierra de corriente continua hasta el electrodo de puesta a tierra de corriente alterna. Cuando un electrodo de puesta a tierra de corriente alterna no sea accesible, el conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua debe estar conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna de acuerdo con 250-64(c)(1). Este conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua no debe ser utilizado como un sustituto para cualquier conductor requerido de puesta a tierra del equipo de corriente alterna.

3) Combinación de conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua y conductor del electrodo de puesta a tierra del equipo de corriente alterna. Un conductor combinado de puesta a tierra sin empalmes, o irreversiblemente empalmado, debe correr desde el punto de conexión marcado del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua con los conductores del circuito de corriente alterna hasta la barra de puesta a tierra en el equipo asociado de corriente alterna. Este conductor combinado de puesta a tierra deberá tener un tamaño mayor que el de los tamaños especificados en 250-122 ó 250-166 y deberá ser instalado de acuerdo con 250-64(e).

690-48. Continuidad del sistema de puesta a tierra de equipos. Cuando el retiro de un equipo desconecta la unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y las superficies conductoras expuestas en el equipo del circuito de salida o del suministro fotovoltaico, se debe instalar un puente de unión mientras el equipo esté removido.

690-49. Continuidad de los Conductores Puestos a Tierra del Circuito de Salida y del Suministro fotovoltaico. Cuando al retirar el inversor interactivo con el suministrador u otro equipo, se desconecta la unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y el conductor puesto a tierra del circuito fotovoltaico de salida y/o el de la fuente fotovoltaica, se debe instalar un puente de unión para mantener la puesta a tierra del sistema mientras el inversor o el equipo esté removido.

690-50. Puentes de unión del equipo. Los puentes de unión del equipo, si se utilizan, deben cumplir con 250-120(c).

F. Marcado

690-51. Módulos. Los módulos deben estar marcados en las puntas o terminales con la polaridad, la corriente nominal máxima del dispositivo de protección contra sobrecorriente del módulo y los siguientes valores:

(1) Tensión de circuito abierto.

(2) Tensión de operación.

(3) Tensión máxima permisible del sistema.

(4) Corriente de operación.

(5) Corriente de cortocircuito.

(6) Potencia máxima.

690-52. Módulos fotovoltaicos de corriente alterna. Los módulos de corriente alterna deben estar marcados con la identificación de las puntas o terminales y los siguientes valores:

(1) Tensión nominal de operación de corriente alterna.

(2) Frecuencia nominal de operación de corriente alterna.

(3) Potencia máxima de corriente alterna.

(4) Corriente máxima de corriente alterna.

(5) Valor nominal máximo del dispositivo de sobrecorriente para la protección del módulo de corriente alterna.

690-53. Fuente de potencia fotovoltaica de corriente continua. Se debe instalar en el medio de desconexión fotovoltaico una etiqueta permanente para la fuente de potencia fotovoltaica de corriente continua, indicando lo siguiente:

(1) Corriente nominal en el punto de máxima potencia.

(2) Tensión nominal en el punto de máxima potencia.

(3) Tensión máxima del sistema.

NOTA: para (3): Véase 690-7(a) con relación a la tensión máxima del sistema fotovoltaico.

(4) Corriente de cortocircuito.

NOTA: para (4): Véase 690-8(a) para el cálculo de la corriente máxima del circuito.

(5) Corriente nominal máxima de salida del controlador de carga (si está instalado).

NOTA: Los sistemas reflectantes utilizados para intensificar la irradiación pueden dar como resultado incrementos en los niveles de corriente y potencia de salida.

690-54. Puntos de interconexión de sistemas interactivos. Todos los puntos de interconexión de sistemas interactivos con otras fuentes, deben estar marcados en un lugar accesible en el medio de desconexión, como una fuente de energía, y con la corriente nominal de salida de corriente alterna y la tensión nominal de operación de corriente alterna.

690-55. Sistemas de potencia fotovoltaica que emplean almacenamiento de energía. Los sistemas de potencia fotovoltaica que emplean almacenamiento de energía también se deben marcar con la tensión máxima de operación, incluyendo cualquier tensión de ecualización y la polaridad del conductor del circuito puesto a tierra.

690-56. Identificación de las fuentes de energía.

a) Instalaciones con sistemas autónomos. Toda estructura o edificio con un sistema de fuente fotovoltaica que no esté conectado a un suministro de la red pública y es un sistema autónomo, debe tener una placa o un directorio permanente instalado en el exterior del edificio o la estructura, en un lugar fácilmente visible. La placa o el directorio deben indicar la ubicación del medio de desconexión del sistema, y que la estructura contiene un sistema autónomo de energía eléctrica.

b) Instalaciones con sistemas fotovoltaicos y acometida de la red pública. Los edificios o estructuras con sistemas tanto fotovoltaicos como de la red pública, deben tener una placa o un directorio permanente que indique la ubicación del medio de desconexión de la acometida y del medio de desconexión del sistema fotovoltaico, si no están ubicados en el mismo lugar.

G. Conexión a otros suministros

690-57. Desconectador de carga. Un desconectador de carga que tenga múltiples fuentes de energía debe desconectar todas las alimentaciones, cuando está en posición de desconectado (abierto).

690-60. Equipo interactivo identificado. En sistemas interactivos sólo se permitirán inversores y módulos de corriente alterna identificados como interactivos.

690-61. Pérdida de potencia en un sistema interactivo. Un inversor o un módulo de corriente alterna de un sistema fotovoltaico solar interactivo debe desenergizar automáticamente su salida a la red de generación y distribución de energía eléctrica a la cual está conectada, cuando haya una pérdida de tensión en dicho sistema y debe permanecer en tal estado hasta que se restablezca la tensión de la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Se permitirá que un sistema solar fotovoltaico normalmente interactivo, opere como un sistema autónomo para alimentar cargas que han sido desconectadas de la red de generación y distribución energía eléctrica.

690-63. Interconexiones desbalanceadas. Las conexiones desbalanceadas deben estar de acuerdo con 705-100.

690-64. Punto de Conexión. El punto de conexión debe estar de acuerdo con 705-12.

H. Baterías de acumuladores

690-71. Instalación.

a) Generalidades. Las baterías de acumuladores en los sistemas solares fotovoltaicos se deben instalar de acuerdo con las disposiciones el Artículo 480. Las celdas interconectadas de la batería serán consideradas como puestas a tierra cuando la fuente de alimentación fotovoltaica está instalada de acuerdo con 690-41.

b) Unidades de vivienda.

1) Tensión de funcionamiento. Las baterías para unidades de vivienda deben tener sus celdas conectadas de modo que funcionen a menos de 50 volts nominales. Las baterías de plomo ácido para unidades de vivienda no deben tener más de veinticuatro celdas, de 2 volts cada una, conectadas en serie (48 volts nominales).

Excepción: Cuando las partes vivas no son accesibles durante las rutinas de mantenimiento de las baterías, se permitirá que su tensión sea la que se establece en 690-7.

2) Resguardo de las partes vivas. Las partes vivas de los sistemas de baterías para unidades de vivienda deben estar resguardadas para evitar el contacto accidental con personas u objetos, independientemente de la tensión o del tipo de batería.

NOTA: Las baterías de los sistemas solares fotovoltaicos están sometidas a muchos ciclos de carga y descarga y suelen requerir de mantenimiento frecuente, como comprobar el electrolito y limpiar las conexiones.

c) Limitadores de corriente. Se debe instalar un dispositivo de sobrecorriente, limitador de corriente, en cada uno de los circuitos adyacente a las baterías cuando la corriente de cortocircuito de una batería o banco de baterías exceda los valores nominales de capacidad interruptiva o soportable de otros equipos en ese circuito. La instalación de fusibles limitadores de corriente debe cumplir con 690-16.

d) Cajas no conductoras de las baterías y bastidores conductores. Las baterías de plomo ácido, ventiladas y con más de veinticuatro celdas de 2 volts conectadas en serie (48 volts nominales), no deben tener ni estar instaladas en cajas conductoras. Se permitirán bastidores conductores para soportar las cajas no conductoras de las baterías, cuando ningún material del bastidor esté a una distancia menor a 15 centímetros de las partes superiores de las cajas no conductoras.

Este requisito no se debe aplicar a ningún tipo de batería de plomo ácido con válvula de regulación (VRLA) o cualquier otro tipo de baterías selladas, que puedan requerir de cajas de acero para su correcto funcionamiento.

e) Desconexión de los circuitos de baterías en serie. Cuando se da mantenimiento por personas calificadas a los circuitos de baterías, cuando están conectadas en serie más de veinticuatro celdas de 2 volts (48 volts nominales), deben tener medios que desconecten grupos en segmentos de 24 celdas o menos, para el mantenimiento. No se permiten desconectadores enchufables, de desconexión sin carga.

f) Medio de desconexión para mantenimiento de las baterías. Para mantenimiento, las instalaciones de baterías donde hay más de veinticuatro celdas de 2 volts conectadas en serie (48 volts nominales), deben tener un medio de desconexión, accesible sólo a personas calificadas, que desconecte el conductor o conductores del circuito puestos a tierra en el sistema eléctrico de la batería. Este medio de desconexión no debe desconectar el conductor o conductores del circuito puestos a tierra para el resto del sistema eléctrico fotovoltaico. Se permitirá usar como medio de desconexión un desconectador de apertura sin carga.

g) Sistemas de baterías de más de 48 volts. En los sistemas fotovoltaicos donde el sistema de baterías consta de más de veinticuatro celdas de 2 volts conectadas en serie (más de 48 volts nominales), se permitirá que el sistema de baterías opere con conductores de fase, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

(1) Los circuitos de salida y de fuente del arreglo fotovoltaico deben cumplir con 690-41.

(2) Los circuitos de carga de corriente continua y de corriente alterna deben estar puestos a tierra sólidamente.

(3) Todos los conductores del circuito principal de entrada/salida no puestos a tierra de la batería deben estar provistos de un interruptor desconectador y protección contra sobrecorriente.

(4) Se debe instalar un detector y un indicador de fallas a tierra para monitorear fallas a tierra en el banco de baterías.

690-72. Control de carga.

a) General. Deben instalarse equipos que controlen el proceso de carga de las baterías. No se exigirá control de carga cuando el diseño del circuito de la fuente fotovoltaica corresponda con los requisitos de corriente de carga y tensión nominal de las celdas de baterías, y la corriente máxima de carga multiplicada por 1 hora sea inferior al 3 por ciento de la capacidad de la batería expresada en ampere-horas o como lo recomiende el fabricante de la batería.

Todos los medios de ajuste para el control del proceso de carga deben ser accesibles únicamente a personas calificadas.

NOTA: Algunos tipos de batería tales como las de plomo ácido reguladas por válvula o de níquel-cadmio pueden experimentar una falla térmica al sobrecargarse.

b) Controlador de carga por desviación.

1) Medio único de regulación del proceso de carga. Un sistema de fuente fotovoltaica que utilice un controlador de carga por desviación como el único medio de regulación del proceso de carga de la batería, debe estar equipado con un segundo medio independiente, para prevenir la sobrecarga de la batería.

2) Circuitos con controlador de carga de baterías de corriente continua por desviación y desviación de carga. Los circuitos que tengan un controlador de desviación de carga de baterías de corriente continua y una carga de desviación de corriente continua deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) La corriente nominal de la carga de desviación debe ser menor o igual a la corriente nominal del controlador de carga por desviación. La tensión nominal de la carga de desviación debe ser mayor que la tensión máxima de la batería. El valor nominal de la carga de desviación debe ser por lo menos del 150 por ciento del valor nominal del arreglo fotovoltaico.

(2) La ampacidad del conductor y el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente para este circuito debe ser por lo menos del 150 por ciento de la corriente nominal máxima del controlador de carga por desviación.

3) Sistemas fotovoltaicos que usan inversores interactivos con el suministrador. Los sistemas de fuentes fotovoltaicas que usan inversores interactivos con el suministrador para controlar el estado de carga de la batería, desviando el exceso de potencia en el sistema del suministrador, deben cumplir con (1) y (2) siguientes:

(1) No se exigirá que estos sistemas cumplan con 690-72(b)(2). Los circuitos para regulación de la carga deben cumplir con los requisitos de 690-8.

(2) Estos sistemas deben tener un segundo medio independiente para el control del proceso de carga de la batería, para utilizarlo cuando el suministro público se interrumpa o cuando el controlador primario de carga falle o esté inhabilitado.

c) Convertidores de corriente continua, elevador/reductor. Cuando estén instalados controladores de carga, elevadores/reductores, u otro convertidor de energía de corriente continua que aumente o disminuya la corriente de salida o la tensión de salida, con respecto a la corriente entrada o tensión de entrada, se debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

(1) La ampacidad de los conductores en los circuitos de salida debe estar basada en la corriente nominal máxima continua de salida del controlador de carga o convertidor, para el rango de tensión de salida seleccionado.

(2) La tensión nominal de los circuitos de salida debe estar basado en la salida de tensión máxima del controlador de carga o convertidor, para el rango de tensión de salida seleccionado.

690-74. Interconexiones de las baterías.

a) Cables flexibles. Dentro de los cuartos de baterías se permitirá instalar cables flexibles, como se identifican en el Artículo 400, de tamaño 67.4 mm^2 (2/0 AWG) y mayores, desde los terminales de las baterías hasta las cajas de empalmes cercanas, donde se deben conectar con un método de alambrado aprobado. También se permitirá conectar cables flexibles entre baterías y celdas dentro del cuarto de baterías. Tales cables deben estar aprobados para uso pesado y estar identificados como resistentes a la humedad.

Los cables flexibles de trenzado fino se deben terminar únicamente con terminales, zapatas, dispositivos o conectores de acuerdo con 110-14 (a).

I. Sistemas con tensión superior a 600 volts

690-80. Generalidades. Los sistemas solares fotovoltaicos con una tensión máxima del sistema superior a 600 volts de corriente continua deben cumplir con lo establecido en el Artículo 490 y otros requerimientos aplicables a instalaciones con tensión superior a 600 volts.

690-85. Definiciones. Para los propósitos de la Parte I de este Artículo, las tensiones empleadas para determinar las capacidades nominales de cables y equipos deben ser:

Circuitos de baterías. En circuitos de baterías, la tensión más alta experimentada bajo condiciones de carga o de ecualización.

Circuitos fotovoltaicos. En los circuitos de corriente continua de fuentes fotovoltaicas y en los circuitos fotovoltaicos de salida, la tensión máxima del sistema.

ARTICULO 692

SISTEMAS DE CELDAS DE COMBUSTIBLE

A. Disposiciones Generales

692-1. Alcance. Este Artículo identifica los requisitos para la instalación de sistemas de energía de celdas de combustible, los cuales pueden ser autónomos o interactivos con otras fuentes de generación de energía eléctrica y que pueden tener o no almacenamiento de energía eléctrica, tal como las baterías. Estos sistemas pueden tener salida de corriente alterna o de corriente continua para utilización.

692-2. Definiciones.

Celda de combustible. Un sistema electroquímico que consume combustible para producir una corriente eléctrica. La reacción química principal utilizada en una celda de combustible para producir energía eléctrica no es de combustión. Sin embargo, puede haber fuentes de combustión utilizadas dentro de todo el sistema de celdas de combustible, tales como procesadores de combustible/reformadores.

Circuito de salida. Conductores utilizados para conectar el sistema de celdas de combustible al punto de entrega de la energía. En el caso de los sitios que tienen unidades múltiples conectadas en serie o en paralelo, el término “circuito de salida” también se refiere a los conductores utilizados para la interconexión eléctrica del sistema o sistemas de celdas de combustible.

Punto de acoplamiento común. En un sistema interactivo es el punto en el cual se presenta la interfaz de la red de generación y distribución de energía eléctrica y el cliente. Por lo general, es el lado carga del medidor de la red del suministrador.

Red de generación y distribución de energía eléctrica: Sistema de generación, distribución y utilización de energía, tal como el sistema de una red pública y las cargas conectadas, que es externo y no controlado por el sistema de celdas combustibles.

Sistema autónomo. Un sistema de celdas de combustible que suministra potencia independiente de una red de generación y distribución de energía eléctrica.

Sistema de celdas de combustible. El conjunto completo de equipo utilizado para convertir combustible químico en electricidad utilizable. Un sistema de celdas de combustible consiste típicamente de un reformador, un arreglo de unidades aisladoras, un inversor de potencia y equipo auxiliar.

Sistema interactivo. Un sistema de celdas de combustible que opera en paralelo con una red de generación y distribución de energía eléctrica y que puede entregar energía a dicha red. Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema de celdas de combustible, tal como una batería, no es otra fuente de generación eléctrica.

Tensión máxima del sistema. La Tensión máxima a la salida del inversor de la celda de combustible entre cualquier de los conductores de fase en las terminales accesibles de salida.

692-3. Otros Artículos. Siempre que los requisitos de otros Artículos de esta NOM y del Artículo 692 difieran, se aplicarán los requisitos del Artículo 692 y, si el sistema es operado en paralelo con una fuente o fuentes primarias de electricidad, se aplicarán los requisitos de 705-14, 705-16, 705-32 y 705-143.

692-4. Instalación.

a) Sistema de celdas de combustible. Se permitirá que un sistema de celdas de combustible alimente a un edificio u otra estructura, además de cualquier acometida de otro sistema de suministro eléctrico.

b) Identificación. En cada lugar del equipo de acometida se debe instalar una placa o un directorio permanente que indique todas las fuentes de energía eléctrica sobre o dentro del inmueble.

c) Sistema de instalación. Los sistemas de celdas de combustible, incluyendo todo el alambrado asociado e interconexiones, sólo se debe instalar por personas calificadas.

692-6. Requisitos aprobados. El sistema de celdas de combustible se debe evaluar y aprobar para su aplicación destinada, antes de la instalación.

B. Requisitos del circuito

692-8. Dimensionamiento del circuito y corriente.

a) Placa de datos de la corriente nominal del circuito. La placa de datos de la corriente nominal del circuito debe ser la corriente nominal indicada en la placa o placas de datos de las celdas de combustible.

b) Ampacidad del conductor y valor nominal del dispositivo de sobrecorriente. La ampacidad de los conductores del circuito alimentador desde el sistema o sistemas de celdas de combustible hasta el sistema de alambrado del inmueble, no debe ser menor que el mayor de (1) La corriente nominal del circuito según la(s) placa(s) de datos, o (2) El valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los sistemas de celdas de combustible.

c) Ampacidad del conductor neutro o puesto a tierra. Si una salida interactiva de celdas de combustible de 1 fase, 2 hilos, están conectadas al conductor neutro o al conductor puesto a tierra y a un solo conductor no puesto a tierra de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, la corriente de carga máxima desbalanceada del neutro más el valor nominal de salida del sistema o sistemas de celdas de combustible, no excederá la ampacidad del conductor neutro o del conductor puesto a tierra.

692-9. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipo. Si el sistema de celdas de combustible tiene protección contra sobrecorriente suficiente para proteger los conductores del circuito que alimentan la carga, no se requerirán dispositivos adicionales contra sobrecorriente del circuito. El equipo y los conductores conectados a más de una fuente eléctrica deben estar protegidos.

b) Accesibilidad. Los dispositivos de sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

692-10. Sistemas autónomos. El sistema de alambrado del inmueble debe cumplir los requisitos de esta NOM, excepto lo modificado por (a), (b) y (c) siguientes.

a) Salida del sistema de celdas de combustible. Se permitirá que la salida del sistema de celdas de combustible proveniente de un sistema autónomo alimente energía de corriente alterna a los medios de desconexión del edificio o estructura, a niveles de corriente por debajo del valor nominal de los medios de desconexión.

b) Dimensionamiento y protección. Los conductores del circuito entre la salida del sistema de celdas de combustible y el medio de desconexión del edificio o estructura se deben dimensionar con base en el valor nominal de salida del sistema o sistemas de celdas de combustible. Estos conductores se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con 240-4. La protección contra sobrecorriente se debe ubicar en la salida del sistema de celdas de combustible.

c) Alimentación única de 120 volts nominales. Se permitirá que la salida del inversor de un sistema de celdas de combustible autónomo alimente a 120 volts, a un equipo de acometida de 1 fase, 3 hilos de 120/240 volts o a tableros de distribución cuando no haya cargas de 240 volts ni circuitos derivados multifilares. En todas las instalaciones, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente conectado a la salida del sistema de celdas de combustible, debe ser menor al valor nominal del equipo de acometida. Este equipo debe estar marcado de la siguiente manera:

ADVERTENCIA

ALIMENTACION UNICA DE 120 VOLTS.

NO CONECTAR CIRCUITOS DERIVADOS MULTIFILARES

C. Medios de desconexión

692-13. Todos los conductores. Se debe proporcionar medios para desconectar todos los conductores portadores de corriente de la fuente de alimentación del sistema de celdas de combustible, de todos los demás conductores en un edificio u otra estructura.

692-17. Desconectador o interruptor automático. El medio de desconexión para los conductores de fase, consistirá en desconectadores de operación manual, fácilmente accesibles o interruptores automáticos.

Cuando todas las terminales del medio de desconexión puedan estar energizados en la posición de abierto, se debe colocar un anuncio de advertencia sobre o junto al medio de desconexión. El anuncio debe ser claramente visible y tener la siguiente inscripción o equivalente:

PELIGRO

RIESGO DE DESCARGA ELECTRICA

NO TOCAR LAS TERMINALES

LAS TERMINALES TANTO EN EL LADO LINEA COMO EN EL LADO CARGA PUEDEN ESTAR ENERGIZADAS EN LA POSICION DE ABIERTO

D. Métodos de alambrado

692-31. Sistemas de alambrado. Se permitirá utilizar todos los métodos de alambrado de cable y canalización incluidos en el Capítulo 3 de esta NOM y otros sistemas de alambrado y accesorios destinados específicamente e identificados para uso con sistemas de celdas de combustible. Cuando se utilizan dispositivos de alambrado con envolventes integrales, se debe proporcionar una longitud suficiente de cable para facilitar su reemplazo.

E. Puesta a tierra

692-41. Puesta a tierra del sistema.

a) Sistemas de corriente alterna. Para sistemas autónomos, la puesta a tierra de los sistemas de corriente alterna debe estar de acuerdo con 250-20, y con 250-30.

b) Sistemas de corriente continua. La puesta a tierra de los sistemas de corriente continua debe estar de acuerdo con 250-160.

c) Sistemas con requisitos de puesta a tierra de corriente alterna y corriente continua. Cuando los sistemas de energía de celdas de combustible tengan requisitos de puesta a tierra tanto de corriente alterna como de corriente continua, el sistema de puesta a tierra de corriente continua se debe unir al sistema de puesta a tierra de corriente alterna. El conductor de unión debe estar dimensionado de acuerdo con 692-45. Un solo electrodo común de puesta a tierra y barra conductora de puesta a tierra se pueden utilizar para ambos sistemas, en cuyo caso el conductor del electrodo de puesta a tierra común debe estar dimensionado para cumplir los requisitos de 250-66 (sistema de corriente alterna) y 250-166 (sistema de corriente continua).

692-44. Conductor de puesta a tierra de equipos. Se debe instalar un conductor separado de puesta a tierra de equipos.

692-45. Tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos. El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con 250-122.

692-47. Sistema del electrodo de puesta a tierra. Cualquier electrodo de puesta a tierra auxiliare exigido por el fabricante se debe conectar al conductor de puesta a tierra de equipos especificados en 250-118.

F. Marcado

692-53. Fuentes de alimentación de celdas de combustible. Se debe proporcionar el marcado en el medio de desconexión para la fuente de alimentación de celdas de combustible en un lugar accesible en el sitio, el cual debe especificar el sistema de celdas de combustible, la tensión de salida, el valor nominal de la potencia de salida y el valor nominal de corriente permanente de salida.

692-54. Cierre del combustible. La ubicación de la válvula manual de cierre del combustible se debe marcar en el lugar del medio primario de desconexión del edificio o de los circuitos alimentados.

692-56. Energía almacenada. Se requerirá que un sistema de celdas de combustible que almacena energía eléctrica tenga el siguiente anuncio de advertencia o su equivalente, ubicado en el medio de desconexión de la acometida del inmueble:

ADVERTENCIA

EL SISTEMA DE ENERGIA DE CELDAS DE COMBUSTIBLE CONTIENE

DISPOSITIVOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA

G. Conexión a otros circuitos

692-59. Interruptor de transferencia. Se requerirá un interruptor de transferencia en los sistemas no interactivos con la red pública y que utilizan la red pública como respaldo. El interruptor de transferencia deberá mantener el aislamiento entre la red de generación y distribución de energía eléctrica y el sistema de celdas de combustible. Se permitirá que el interruptor de transferencia se ubique externa o internamente a la unidad del sistema de celdas de combustible. Cuando los conductores de la acometida están conectados al interruptor de transferencia, el interruptor debe cumplir con el Artículo 230, Parte E.

692-60. Equipo interactivo identificado. Sólo sistemas de celdas de combustible aprobados y marcados como interactivos se permitirán en sistemas interactivos.

692-61. Características de salida. Las características de salida deben estar de acuerdo con 705-14.

692-62. Pérdida de potencia en el sistema interactivo. El sistema de celdas de combustible se debe equipar con un medio para detectar cuándo la red de generación y distribución de energía eléctrica se ha desenergizado y no alimentará el lado de la red de generación y distribución de energía eléctrica en el punto común de acoplamiento durante esta condición. El sistema de celdas de combustible debe permanecer en dicho estado hasta que se haya restablecido la tensión de la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Se permitirá que un sistema de celdas de combustible normalmente interactivo opere como un sistema autónomo para alimentar cargas que han sido desconectadas de las fuentes de la red de generación y distribución de energía eléctrica.

692-64. Interconexiones desbalanceadas. Las interconexiones desbalanceadas deben estar de acuerdo con 705-100.

692-65. Punto de conexión interactivo del suministrador. El punto de conexión debe estar de acuerdo con 705-12.

H. Salidas de más de 600 volts

692-80. Generalidades. Los sistemas de celdas de combustible con una tensión máxima de salida mayor a 600 volts de corriente alterna, deben cumplir con los requisitos de otros Artículos aplicables a tales instalaciones.

ARTICULO 694

SISTEMAS ELECTRICOS EOLICOS PEQUEÑOS

A. Disposiciones generales

694-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo aplica a sistemas eléctricos eólicos pequeños (turbina) que consisten de uno o más generadores eléctricos de viento, con generadores individuales que tienen una potencia nominal hasta e incluyendo 100 kilowatts. Estos sistemas pueden incluir generadores, alternadores, inversores y controladores.

NOTA: Los sistemas eléctricos eólicos pequeños pueden ser interactivos con otras fuentes de generación de energía o pueden ser sistemas autónomos. Los pequeños sistemas eléctricos eólicos pueden tener salida de corriente alterna o corriente continua, con o sin energía eléctrica de almacenamiento, tales como baterías. Ver las Figuras 694-1 y 694-2.

694-2. Definiciones

Circuito de salida de la turbina eólica: Conductores del circuito entre los componentes internos de una turbina eólica pequeña (la cual puede incluir un alternador, rectificador integrado, controlador y/o inversor) y otros equipos.

Circuito de salida del inversor: Los conductores entre un inversor y un tablero de alumbrado y control de corriente alterna para sistemas autónomos, o los conductores entre un inversor y equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, tales como el suministrador del servicio público para una red de generación y distribución eléctrica.

Carga de desvío: Una carga conectada a un controlador de desvío de carga o controlador por desvío de carga, también conocido como vertedero de carga.

Controlador de desvío de carga: Equipo que regula la salida de un generador de viento desviando la potencia del generador a cargas de corriente continua y corriente alterna o a una acometida interconectada con el suministrador.

Controlador de desvío de carga de baterías: Equipo que regula el proceso de carga de una batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía, mediante la desviación de potencia desde el almacenamiento de energía hacia cargas de corriente alterna o corriente continua o a una acometida interconectada del suministrador.

Góndola: Envolvente que alberga al alternador y otras partes de una turbina eólica.

Potencia máxima de salida: Promedio máximo, de un minuto, de potencia de salida producida por la operación de una turbina eólica en estado estable normal (la potencia de salida instantánea puede ser más alta).

Potencia nominal: Potencia de salida de la turbina eólica a una velocidad de viento de 11 metros/segundo. Si una turbina produce más potencia a menor velocidad del viento, la potencia nominal es la potencia de salida de la turbina eólica a una velocidad del viento menor que 11 metros/segundo que produce la mayor potencia de salida.

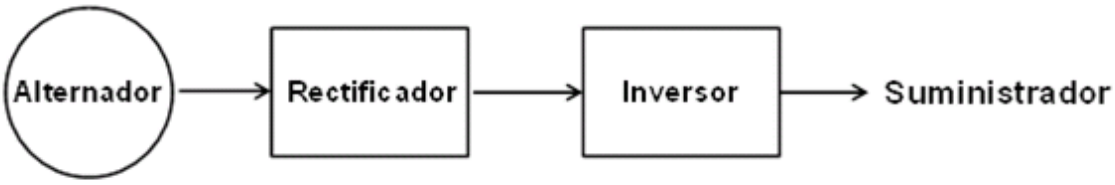


Figura 694-1.- Identificación de componentes de un sistema eólicos pequeños - sistema interactivo.

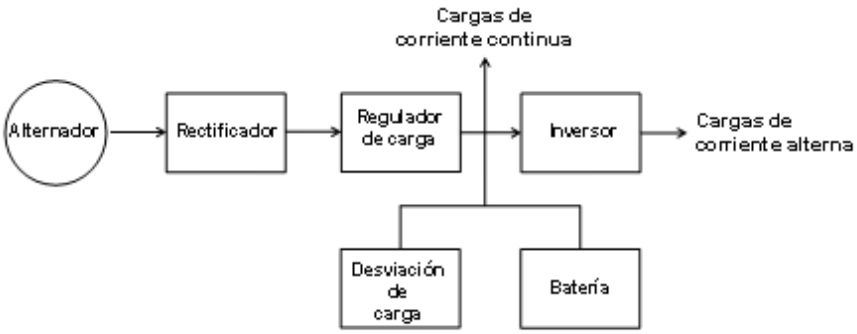


Figura 694-1.- No. 2 Identificación de componentes de un sistema eólicos pequeños - sistema autónomo.

Punto de acoplamiento común. En un sistema interactivo es el punto en el cual se presenta la interfaz de la red de generación y distribución de energía eléctrica y el cliente. Por lo general, es el lado carga del medidor de la red del suministrador.

Red de generación y distribución de energía eléctrica: Sistema de generación, distribución y utilización de energía, tal como el sistema de una red pública y las cargas conectadas, que es externo y no controlado por el sistema eléctrico eólico pequeño.

Regulador de carga de baterías: Equipo que controla la tensión o la corriente continua o ambos, y que es utilizado para la carga de baterías u otro dispositivo de almacenamiento de energía.

Retenida: Un cable que soporta mecánicamente una torre de turbina eólica.

Sistema de turbina eólica: Un sistema pequeño de generación eléctrica con viento.

NOTA: Ver definiciones de sistemas interconectados en el Artículo 705.

Torre: Un poste u otra estructura que soporta una turbina eólica.

Turbina eólica: Dispositivo mecánico que convierte energía eólica a energía eléctrica.

Tensión máxima: La máxima tensión que la turbina eólica produce en operación, incluyendo condiciones de circuito abierto.

694-3. Otros Artículos

Siempre que los requisitos de otros Artículos de esta NOM y del Artículo 694 difieran, se aplicarán los requisitos del Artículo 694. Cuando el sistema es operado en paralelo con una fuente o fuentes primarias de electricidad, se aplican los requisitos del Artículo 705.

Excepción: Pequeños sistemas eléctricos eólicos, equipamiento o cableado instalado en lugares peligrosos (clasificados), también deberán cumplir con las secciones aplicables de los Artículos 500 hasta el 516.

694-7. Instalación. Los sistemas cubiertos por este Artículo se deben instalar por personas calificadas.

a) Sistemas eléctricos eólicos pequeños. Se permitirán sistemas eléctricos eólicos pequeños para alimentar un edificio u otra estructura, en adición a cualquier servicio de otro sistema de suministro eléctrico.

b) Equipo. Los inversores utilizados en sistemas eléctricos eólicos pequeños se deben identificar y aprobar para la aplicación.

c) Controladores de desvío de carga. Un sistema eléctrico eólico pequeños empleando un controlador de desviación de carga como medio primario de regulación de la velocidad del rotor de una turbina eólica, se debe equipar con un medio para prevenir sobrevelocidad en operación, que sea adicional, independiente y confiable. Un servicio de interconexión con el suministrador no se debe considerar que sea una desviación de carga confiable.

d) Dispositivos de protección contra tensiones transitorias (SPD). Se debe instalar un dispositivo de protección contra tensiones transitorias entre un sistema eléctrico eólico pequeño y cualquier carga alimentada por el sistema eléctrico del inmueble. El sistema de protección contra tensiones transitorias se debe permitir que sea un SPD tipo 3 en un circuito derivado dedicado pequeño sistema eléctrico eólicos o un SPD tipo 2 ubicado en cualquier parte del lado carga del medio de desconexión de la acometida. El dispositivo de protección contra tensiones transitorias se debe instalar de acuerdo con la parte B del Artículo 285.

e) Contactos. Se permite un contacto alimentado por un circuito derivado o alimentador de un sistema eléctrico eólico pequeño, para usarse en mantenimiento y adquisición de datos. Los contactos se deben proteger con un dispositivo contra sobrecorriente con capacidad nominal que no exceda la corriente nominal del contacto.

B. Requisitos del circuito

694-10. Tensión máxima.

a) Circuitos de salida de la turbina eólica. Para turbinas eólicas conectadas a viviendas de una y dos familias, se permiten circuitos de salida de la turbina que tengan una tensión máxima de hasta 600 volts. Otras instalaciones con una tensión máxima de más de 600 volts deben cumplir con la parte I del Artículo 694.

b) Circuitos de utilización de corriente continua. La tensión de corriente continua de circuitos de utilización debe cumplir con 210-6.

c) Circuitos de más de 150 volts a tierra. En viviendas de una y dos familias, las partes vivas en un circuito de más de 150 volts a tierra, no deben ser accesibles a personas no calificadas mientras están energizadas.

NOTA: Ver 110-27 para el resguardo de partes vivas y 210-6 para limitaciones de tensión en circuitos derivados.

694-12. Dimensionamiento de circuitos y corriente.

a) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para un circuito se debe calcular de acuerdo con (1) a (3) siguientes:

1) Corrientes de salida del circuito de la turbina. La corriente máxima deberá basarse en la corriente del circuito de la turbina eólica operando a la potencia máxima de salida.

2) Corriente de salida del circuito inversor. La corriente de salida máxima será la corriente continua nominal de salida del inversor.

3) Corriente de entrada del circuito inversor autónomo. La corriente de entrada máxima será la corriente permanente nominal de entrada del inversor autónomo, produciendo la potencia nominal a la tensión de entrada más baja.

b) Ampacidad y capacidad de dispositivos de sobrecorriente.

1) Corriente constante. Las corrientes de sistemas eléctricos eólicos pequeños se considerarán que son constantes.

2) Tamaño de conductores y dispositivos de sobrecorriente. Los conductores del circuito y dispositivos de sobrecorriente se deben dimensionar para conducir no menos que el 125 por ciento de la corriente máxima como se calcula en 694-12 (a). El valor nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente se permitirá de acuerdo con 240-4 (b) y (c).

Excepción: Circuitos que contienen un ensamble, junto con sus dispositivos de sobrecorriente, aprobados para operación constante al 100 por ciento de sus valores nominales, se permitirán ser utilizados al 100 por ciento de su valor nominal.

694-15. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipos. Se deben proteger los circuitos de salida de la turbina, los circuitos de salida del inversor, los conductores del circuito de baterías y los equipos de acuerdo con los requisitos del Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente eléctrica deben tener dispositivos de sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección contra sobrecorriente desde todas las fuentes.

Excepción: no se requerirá un dispositivo de sobrecorriente para los conductores del circuito dimensionados de acuerdo con 694-12(b), donde la corriente máxima de todas las fuentes no excede la ampacidad de los conductores.

NOTA: Para determinar qué tan adecuada es la protección contra sobrecorriente en todas las fuentes de un sistema, es necesario tomar en cuenta la posibilidad de retroalimentación de cualquier fuente de energía, incluyendo una alimentación a través del inversor del circuito de salida de la turbina eólica. Algunos sistemas eléctricos eólicos pequeños dependen del circuito de salida de la turbina para regular la velocidad de la turbina. Los inversores también pueden operar a la inversa, para el arranque de la turbina o el control de velocidad.

b) Transformadores de potencia. La protección contra sobrecorriente para un transformador con fuentes en cada lado se debe proporcionar de acuerdo con 450-3 considerando como el primario, primero un lado del transformador, luego el otro lado del transformador.

Excepción: Un transformador de potencia con un valor nominal de corriente en el lado conectado a la salida del inversor, la cual es menor que la corriente nominal continua de salida del inversor, no se requiere tener protección contra sobrecorriente en el inversor.

c) Corriente continua. Los dispositivos de sobrecorriente, ya sea fusibles o interruptores automáticos, utilizados en cualquier parte de un pequeño sistema eléctrico de aerogenerador de corriente continua debe ser aprobado para uso en circuitos de corriente continua y tener tensión, corriente y capacidad interruptiva adecuadas.

694-18. Sistemas autónomos. Los sistemas de alambrado de inmuebles deben ser adecuados para cumplir los requisitos de esta NOM para una instalación similar conectada a una acometida. Los medios de desconexión del alambrado en el lado línea de un edificio o estructura deben cumplir con esta NOM, excepto como se modifica en (a) hasta (d) a continuación:

a) Salida del inversor. Se permitirá la salida de corriente alterna del inversor autónomo como una fuente de alimentación de corriente alterna a los medios de desconexión del edificio o estructura a niveles de corriente menores que la carga calculada conectada para ese desconectador. El valor nominal del inversor de salida o el valor nominal de una fuente de energía eólica no debe ser menor que la carga del mayor equipo de utilización conectado al sistema. Las cargas de iluminación general calculadas no se consideran como una sola carga.

b) Dimensionamiento y protección. Los conductores del circuito, entre la salida del inversor y los medios de desconexión del edificio o estructura, se deben dimensionar en base al valor nominal de salida del inversor. Estos conductores se deben proteger de acuerdo con el Artículo 240. La protección contra sobrecorriente se debe ubicar a la salida del inversor.

c) Alimentación monofásica de 120 volts. Se permitirá que la salida del inversor de un pequeño sistema eléctrico eólicos autónomo, suministre 120 volts, a un equipo de acometida de 1 fase, 3 hilos, 120/240 volts, o a tableros de distribución donde no hay salidas de 240 volts y cuando no haya circuitos derivados multiconductores. En todas las instalaciones, el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente conectado a la salida del inversor debe ser menor que el valor nominal de la barra del neutro en el equipo de acometida. Este equipo deberá ser marcado con la siguiente leyenda o equivalente:

ADVERTENCIA.

ALIMENTACION UNICA DE 120 VOLTS

NO CONECTAR CIRCUITOS DERIVADOS MULTICONDUCTORES

d) Requisitos de almacenamiento de energía y de sistema de potencia de respaldo. No se requerirá almacenamiento de energía o suministro de potencia de respaldo.

C. Medios de desconexión

694-20. Todos los conductores. Se proporcionarán medios para desconectar todos los conductores portadores de corriente de una pequeña fuente de energía eléctrica eólica, de todos los otros conductores de un edificio u otra estructura. No debe instalarse un desconectador, interruptor automático u otro dispositivo, ya sea de corriente alterna o de corriente continua, en un conductor puesto a tierra, si la operación de ese interruptor, interruptor automático u otro dispositivo deja al conductor, marcado como puesto a tierra, en un estado de no puesto a tierra y energizado.

Excepción: Una turbina eólica que utiliza el circuito de salida de la turbina para regular la velocidad de la turbina, no requerirá un medio de desconexión en el circuito de salida.

694-22. Disposiciones adicionales. Los medios de desconexión deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Medios de desconexión. No se exigirá que los medios de desconexión sean adecuados para uso como equipo de acometida. Los medios de desconexión para conductores de fase consistirán de desconectadores operados manualmente o interruptores automáticos, cumpliendo con todos los requisitos siguientes:

(1) Se ubicarán donde sean fácilmente accesibles.

(2) Deberán ser operables externamente, sin exponer al operador al contacto con partes vivas.

(3) Deberá indicar claramente si está en la posición de abierto o cerrado.

(4) Deberá tener una capacidad interruptiva suficiente para la tensión nominal del circuito y la corriente disponible en las terminales de línea del equipo.

Donde todas las terminales de los medios de desconexión son capaces de estar energizados en la posición abierto, una señal de advertencia debe ser montado en, o ser sujeto a, los medios de desconexión. El anuncio deberá ser claramente legible y tendrá las siguientes palabras o equivalente:

ADVERTENCIA

PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA

NO TOQUE LAS TERMINALES DEL LADO LINEA NI DEL LADO CARGA

PUEDEN ESTAR ENERGIZADAS EN LA POSICION ABIERTO

b) Equipos. En el medio de desconexión, del lado de la turbina eólica, se permitirán equipos tales como rectificadores, controladores, desconectadores de aislamiento o para conectar en cortocircuito, y dispositivos de sobrecorriente.

c) Requisitos para los medios de desconexión.

1) Ubicación. Los medios de desconexión de sistemas eléctricos eólicos pequeños se instalarán en un lugar fácilmente accesible ya sea en, o adyacente a, la torre de la turbina, en el exterior de un edificio o estructura o en el interior, en el punto de entrada de los conductores del sistema eólico.

Excepción: En las instalaciones que cumplen con 694-30(c) se permitirá que tengan los medios de desconexión ubicados a distancia desde el punto de entrada de los conductores del sistema eólico.

El medio de desconexión una turbina eólica no se requerirá que se ubique en la góndola o en la torre.

El medio de desconexión no se instalará en cuartos de baño.

2) Marcado. Cada medio de desconexión del sistema de turbina deberá estar marcado permanentemente para identificarlo como un medio de desconexión de un pequeño sistema eléctrico de aerogenerador. Se instalará una placa de acuerdo con 705-10.

3) Adecuado para su uso. Los medios de desconexión del sistema de turbina deben ser adecuados para las condiciones prevalecientes. Equipos instalados en lugares peligrosos (clasificados) deberán cumplir con los requisitos correspondientes de los Artículos 500 a 517.

4) Número máximo de desconexiones. Los medios de desconexión de la turbina deberán consistir de no más de seis interruptores o seis interruptores automáticos montados en una sola envolvente, en un grupo de envolventes separados o, en o sobre, un tablero de distribución.

d) Equipo que no es fácilmente accesible. Se permitirá que rectificadores, controladores e inversores sean montados en las góndolas u otros lugares exteriores que no son fácilmente accesibles.

694-24. Desconexión de equipos del sistema eléctrico eólico pequeño

Se proporcionarán medios para desconectar equipos, tales como inversores, baterías y controladores de carga, de todos los conductores de fase de todas las fuentes. Si el equipo está energizado por más de una fuente, los medios de desconexión deberán agruparse e identificarse.

Se permitirá un solo medio de desconexión de acuerdo con 694-22, para la salida de corriente alterna combinada de uno o más inversores en un sistema interactivo.

Se permitirá un interruptor de cortocircuito o clavija para usarlos como una alternativa a un desconectador en los sistemas que regulan la velocidad de la turbina utilizando el circuito de salida de la turbina.

Excepción: El equipo que se instala en la góndola de la turbina no requerirá tener un medio de desconexión.

694-26. Fusibles. Se proporcionarán medios para desconectar un fusible de todas las fuentes de alimentación, cuando el fusible se energiza en ambas direcciones y es accesible a otras personas, además de las personas calificadas. Desconectadores, fusibles extraíbles o dispositivos similares que se clasifican para esa aplicación, se permitirá que sirvan como un medio para desconectar fusibles de todas las fuentes de suministro.

694-28. Instalación y mantenimiento de una turbina eólica

Para desactivar una turbina, para instalación y mantenimiento, se puede abrir el circuito, ponerlo en cortocircuito, o utilizar frenos mecánicos.

NOTA: Algunos turbinas eólicas dependen de la conexión del alternador a un controlador remoto de regulación de velocidad. La apertura de los conductores del circuito de salida de la turbina puede causar daños mecánicos a la turbina y crear tensiones excesivas que pueden dañar el equipo o exponer a las personas a descargas eléctricas.

D. Métodos de alambrado

694-30. Métodos permitidos.

a) Sistemas de alambrado. Se permitirá todas las canalizaciones y métodos de alambrado incluidos en esta NOM y otros sistemas de alambrado y accesorios específicamente destinados para ser utilizados en turbinas eólicas. En lugares fácilmente accesibles, los circuitos de salida de la turbina que operan a tensiones mayores de 30 volts se instalarán en canalizaciones.

b) Cables y cordones flexibles. Los cables y cordones flexibles, cuando son utilizados para conectar las partes móviles de las turbinas, o cuando son utilizados para facilitar la desconexión, para mantenimiento y reparación, deben cumplir con el Artículo 400 y deberán ser del tipo de uso rudo o cable de potencia portátil, deben ser adecuados para uso extra rudo, deben ser aprobados para su uso en exteriores, y deberán ser resistentes al agua. Los cables expuestos a la luz solar deben ser resistentes la luz solar.

c) Circuitos de corriente continua de salida de la turbina dentro de un edificio. Los circuitos de corriente continua de salida de la turbina, instalados dentro de un edificio o estructura deberán ser alojados en canalizaciones metálicas o instalados en envolventes metálicas desde el punto de penetración en la superficie del edificio o estructura al primer medio de desconexión fácilmente accesible.

E. Puesta a tierra

694-40. Puesta a tierra de equipos.

a) Generalidades. Las partes metálicas expuestas no conductoras de corriente de torres, góndolas de turbinas, otros equipos y envolventes de conductores, se deben conectar a un conductor de puesta a tierra de equipo de acuerdo con 250-134 ó 250-136(a), independientemente de la tensión. Las partes metálicas ensambladas, tales como las palas de la turbina y colas que no tienen una fuente de energización eléctrica, no se requerirá que sean conectados a los conductores de puesta a tierra de equipo.

b) Cables de retenida. Los cables de retenida utilizados para soportar torres de las turbinas no se requerirán estar conectados a un conductor de puesta a tierra de equipo o que cumplan con los requisitos de 250-110.

NOTA: Los cables de retenida que soportan las torres que están puestas a tierra adecuadamente, son poco probable que se energicen. Ver 694-40(c)(4).

c) **Puesta a tierra de la torre**.

1) Electrodos auxiliares. Una torre de un aerogenerador debe ser conectada a uno o más electrodos auxiliares para limitar las tensiones impuestas por rayos. Se permitirá que los electrodos auxiliares sean instalados de acuerdo con 250-54. Serán aceptables los electrodos que son parte de la base de la torre y cumplen los requisitos de electrodos recubiertos con concreto de acuerdo con 250-52(a)(3). Un soporte de torre de metal puesto a tierra se considerará aceptable en cumplimiento de los requisitos de 250-136(a). Cuando están instalados en las proximidades de la cimentación galvanizada o de los componentes del anclaje de la torre, se deben utilizar electrodos de puesta a tierra galvanizados.

NOTA: Los electrodos de puesta a tierra de cobre y cobre-revestido, cuando son utilizados en suelos de alta conductividad, puede causar corrosión electrolítica de la cimentación galvanizada y de los componentes del anclaje de la torre.

2) Conductor de puesta a tierra del equipo. Un conductor de puesta a tierra de equipo se requiere entre una turbina y el sistema de puesta a tierra del inmueble, de acuerdo con 250-110.

3) Conexiones de puesta a tierra de la torre. Los conductores de puesta a tierra de equipo y los conductores de puesta a tierra de electrodos, cuando se utilicen, se conectarán a la torre metálica por soldadura exotérmica, terminales, conectores de presión, abrazaderas u otros medios aprobados. Los dispositivos, tales como conectores y terminales, deben ser adecuados para el conductor y la estructura a la que los dispositivos están conectados. Siempre que sea posible, se evitará el contacto de metales distintos en cualquier parte del sistema, para eliminar la posibilidad de acción galvánica y corrosión. Todos los elementos mecánicos utilizados para terminar estos conductores deberán ser accesibles.

4) Sistemas de protección contra rayos. Se permitirá que actúen como componentes del sistema de protección contra rayos, los electrodos auxiliares y los conductores de puesta a tierra de electrodos, cuando cumplan los requisitos aplicables. Si están separados, los electrodos de puesta a tierra del sistema de protección contra rayos de la torre deberán estar unidos a los electrodos del sistema auxiliar de puesta a tierra de la torre. Los cables de retenida utilizados como electrodos de puesta del sistema de protección contra rayos no se requerirán que sean unidos a los electrodos del sistema auxiliar de puesta a tierra de la torre.

F. Marcado

694-50. Punto de interconexión del sistema interactivo. Se deberán marcar todos los puntos de interconexión del sistema interactivo con otras fuentes, en un lugar accesible, en los medios de desconexión y con el valor nominal de corriente alterna de salida y la tensión de operación nominal de corriente alterna.

694-52. Sistema de potencia empleando energía de almacenamiento. Los sistemas eléctricos eólicos pequeños empleando energía de almacenamiento se deben marcar con la tensión máxima de operación, cualquier tensión de igualación y la polaridad de los conductores del circuito de puesta a tierra.

694-54. Identificación de fuentes de energía.

a) Instalaciones con sistemas autónomos. Cualquier estructura o edificio con un sistema autónomo y no conectado a una fuente del suministrador, deberá tener una placa permanente o directorio instalado en el exterior del edificio o estructura en un lugar fácilmente visible. La placa o directorio deberá indicar la ubicación de los medios de desconexión del sistema y deberá indicar que la estructura contiene un sistema de energía eléctrico autónomo.

b) Instalaciones con servicio público y sistemas eléctricos eólicos pequeños. Los edificios o estructuras con que tienen una acometida del servicio público y sistemas eléctricos eólicos pequeños, tendrán una placa o directorio permanente proporcionando la ubicación de los medios de desconexión de la acometida y los medios de desconexión del pequeño sistema eléctrico eólicos.

694-56. Instrucciones para desactivar la turbina. Se instalará una placa en, o adyacente a, la ubicación de la turbina proporcionando instrucciones básicas para la desactivación de la turbina.

G. Conexión a otras fuentes

694-60. Identificado de equipo interactivo. Sólo los inversores aprobados e identificados como interactivos se permitirán en sistemas interactivos.

94-62. Instalación. Los sistemas eléctricos eólicos pequeños, cuando se conectan a las fuentes de la red pública, deberán cumplir con los requisitos del Artículo 705.

694-66. Rango de tensión de operación. Se permitirá que los sistemas eléctricos eólicos pequeños conectados a circuitos derivados o alimentadores dedicados, puedan exceder el rango de tensión de operación normal en estos circuitos, siempre que el suministro de tensión a cualquier equipo de distribución que alimenta otras cargas, permanezca dentro de los rangos normales.

NOTA: Las turbinas eólicas pueden usar la red eléctrica pública para descargar la energía eléctrica durante las rachas de viento de corta duración.

694-68. Punto de conexión. Los puntos de conexión para interconectar fuentes de energía eléctrica deberán cumplir con 705-12.

H. Baterías de almacenamiento

694-70. Instalación.

a) Generalidades. Las baterías de almacenamiento en sistemas eléctricos eólicos pequeños deberán cumplir con las disposiciones del Artículo 480.

b) Viviendas.

1) Tensión de operación. Las baterías de almacenamiento deberán tener las celdas conectadas para operar a menos de 50 volts nominales. Las baterías de almacenamiento de ácido-plomo deberán tener no más de veinticuatro celdas de 2 volts conectadas en serie (48 volts nominales).

Excepción: Cuando las partes vivas no son accesibles durante la rutina de mantenimiento de la batería, será permitida la tensión de la batería del sistema de acuerdo con 694-10.

2) Resguardo de partes vivas. Las partes vivas de los sistemas de baterías deberán ser resguardadas para evitar el contacto accidental por personas u objetos, independientemente de la tensión o tipo de batería.

NOTA: Las baterías de los sistemas eléctricos eólicos pequeños están sujetas a frecuentes ciclos de carga/descarga y por lo general requieren mantenimiento frecuente, tal como la comprobación del electrolito y limpieza de las conexiones.

c) Limitación de corriente. Se debe instalar un limitador de corriente aprobado, en cada circuito adyacente a la las baterías, cuando la corriente de cortocircuito de la batería o banco de baterías, exceda la capacidad interruptiva de otros equipos en ese circuito. La instalación de fusibles limitadores de corriente debe cumplir con 694-26.

d) Cajas de baterías no conductoras y bastidores conductivos. Las baterías de ácido-plomo inundadas, con ventilación, con más de veinticuatro celdas de 2 voltios conectadas en serie (48 volts nominales) no deben utilizar cajas conductivas o no se deben instalar en cajas conductivas. El bastidor conductivo utilizado para soportar las cajas no conductivas se permitirán, cuando el material del bastidor no esté dentro de 15 centímetros de la parte superior de las cajas no conductivas. Este requisito no se aplicará a ningún tipo de batería de válvula regulada de ácido-plomo (VRLA) o cualquier otro tipo de baterías selladas, que requieren cajas de acero o de otros de materiales conductivos para su correcta operación.

e) Desconexión de circuitos de baterías en serie. Los circuitos de batería sujetos a mantenimiento en campo, con más de veinticuatro celdas de 2 volts conectadas en serie (48 volts nominales), deben tener previsiones para desconectar los segmentos de cadenas conectadas en serie de 24 celdas o menos, para el mantenimiento por personas calificadas. Se permitirá desconectar con desconectadores para operar con carga o con desconectadores enchufables.

f) Medios de desconexión para mantenimiento de la batería. Las instalaciones de baterías, con más de veinticuatro celdas de 2 volts conectadas en serie (48 volts nominales), deben tener un medio de desconexión, accesible sólo a personas calificadas, que desconecte para el mantenimiento, los conductores del circuito puestos a tierra en el sistema eléctrico de la batería. Este medio de desconexión no desconecta los conductores del circuito puestos a tierra, para el resto del pequeño sistema eléctrico eólicos. Se permite un desconectador para abrir sin carga como medio de desconexión.

g) Sistemas de batería de más de 48 volts. Cuando el sistema de baterías para un pequeño sistema eléctrico eólicos consta de más de veinticuatro celdas de 2 volts conectadas en serie (más de 48 volts nominales), se permitirá que el sistema de baterías opere con conductores de fase, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

(1) La carga de los circuitos de corriente continua y de corriente alterna están sólidamente puestos a tierra.

(2) Todos los conductores principales no puestos a tierra del circuito de entrada/salida de las baterías tienen desconectadores y protección contra sobrecorriente.

(3) Se instala un detector e indicador de falla a tierra para monitorear fallas a tierra en el banco de baterías.

694-75. Control de carga de las baterías.

a) Generalidades. El equipo se deberá proporcionar con el control del proceso de carga de la batería. El control de carga no será requerido cuando el diseño de la fuente eléctrica del aerogenerador se iguala con la tensión nominal y la corriente de carga de las celdas de la batería y la máxima corriente de carga, multiplicada por 1 hora, es menor al 3 por ciento de la capacidad nominal de la batería expresada en ampere-horas o como lo recomienda por el fabricante de la batería. Todos los medios de ajuste para el control del proceso de carga de las baterías deberán ser accesibles sólo a personas calificadas.

NOTA: Ciertos tipos de baterías, tal como las de válvulas reguladoras de plomo-ácido o níquel-cadmio, pueden experimentar falla térmica cuando se sobrecargan.

b) Controlador de carga por desviación.

1) Medio único de regulación del proceso de carga. Un sistema eléctrico eólico pequeños que utilice un controlador de carga por desviación como el único medio de regulación del proceso de carga de la batería, debe estar equipado con dos medios confiables e independientes, para prevenir la sobrecarga de la batería. La interconexión con el suministrador no debe ser considerada como un desvío de carga confiable.

2) Circuitos con controlador de corriente continua de desvío de carga de baterías y desvío de carga. Los circuitos que contienen un controlador de desvío de carga de baterías de corriente continua y un desvío de carga de corriente continua deberá cumplir con lo siguiente:

(1) La corriente nominal de la carga de desviación debe ser menor o igual a la corriente nominal del controlador de carga por desviación. La tensión nominal de la carga de desviación debe ser mayor que la tensión máxima de la batería. El valor nominal de la carga de desviación debe ser por lo menos el 150 por ciento del valor nominal del pequeño sistema eléctrico eólicos.

(2) La ampacidad del conductor y el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente para este circuito debe ser por lo menos del 150 por ciento de la corriente nominal máxima del controlador de carga por desviación.

I. Sistemas de más de 600 volts

694-80. Generalidades.

Los sistemas eléctricos eólicos pequeños, con una tensión máxima del sistema mayor a 600 volts de corriente alterna o de corriente continua deberán cumplir con el Artículo 490 y los demás requisitos aplicables a instalaciones de más de 600 volts nominales.

694-85. Valor nominal del cable y equipo.

Para los propósitos de la Parte I de este Artículo, las tensiones utilizadas para determinar las características nominales del cable y equipos, deben ser que se especifican en 694-85 (a) y (b).

a) Circuitos de batería. En los circuitos de batería, la tensión utilizada debe ser la mayor tensión experimentada bajo carga o condiciones equivalentes.

b) Otros circuitos. En otros circuitos, la tensión utilizada debe ser la tensión máxima experimentada en operación normal.

ARTICULO 695

BOMBAS CONTRA INCENDIOS

695-1. Alcance.

a) Cubierto. Este Artículo cubre la instalación de:

(1) Las fuentes de alimentación y circuitos de interconexión.

(2) Equipo de desconexión y control de los motores de las bombas.

b) No cubierto. Este Artículo no cubre:

(1) El funcionamiento, mantenimiento y pruebas de aceptación de las instalaciones de un sistema de bombas contra incendios, ni el alambrado interno de los componentes de dicho sistema.

(2) Bombas para mantener la presión en el sistema.

695-2. Definiciones.

Circuitos de control externo tolerantes a las fallas. Aquellos circuitos de control que están entrando o saliendo del envolvente del controlador de la bomba contra incendios, que si se rompen, se desconectan o ponen en cortocircuito no impedirán que el controlador arranque la bomba contra incendios desde los otros medios internos o externos y pueden hacer que el controlador arranque la bomba bajo estas condiciones.

Instalación de generación de energía en el sitio. Alimentación normal de energía eléctrica para el sitio, de la que se espera esté produciendo energía constantemente.

Generador de reserva en el sitio. Instalación que genera energía eléctrica en el sitio como alimentación alternativa. Difiere de una instalación de generación de energía en el sitio porque no genera energía constantemente.

695-3. Fuentes de suministro para bombas contra incendios accionadas con motores eléctricos. Los motores eléctricos que accionan las bombas contra incendios deben tener una fuente de alimentación confiable.

a) Fuentes individuales. La fuente de alimentación para un motor eléctrico que acciona una bomba contra incendios debe ser una o más de las enumeradas a continuación, siempre que sea confiable y capaz de conducir indefinidamente la suma de las corrientes a rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios, del motor o motores de la bomba de mantenimiento de presión y la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios, cuando se conectan a dicha fuente de alimentación.

1) Conexión a la acometida de la red de servicio público de energía eléctrica. Se permitirá la alimentación a una bomba contra incendios mediante una acometida independiente o una conexión ubicada antes del medio de desconexión de la acometida principal, pero no dentro del mismo gabinete, envolvente o sección vertical del tablero de distribución de la misma. La conexión debe ubicarse y arreglarse de manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños por fuego desde el interior de los locales y a causa de exposiciones riesgosas. Una derivación antes del medio de desconexión de la acometida debe cumplir con lo establecido en 230-82(5). El equipo de acometida debe cumplir con los requisitos de etiquetado de 230-2 y los requisitos de ubicación de 230-72 (b).

2) Instalación de generación de energía eléctrica en sitio. Se permitirá que una bomba contra incendios se alimente de una instalación de generación de energía eléctrica en sitio. Dicha instalación debe estar ubicada y protegida de modo que se reduzca al mínimo la posibilidad de daños por fuego.

3) Alimentador dedicado. Se permitirá un alimentador dedicado cuando éste es derivado de una conexión de servicio, como se describe en el inciso (1) anterior.

b) Fuentes de alimentación múltiples. Si no se puede obtener una alimentación confiable desde una de las fuentes descritas en el inciso (a) anterior, la energía debe ser suministrada por una de las siguientes formas:

1) Fuentes de alimentación individuales. Una combinación de dos o más de las fuentes cubiertas en el inciso (a) anterior.

2) Una fuente de alimentación individual y un generador de reserva en el sitio. Una combinación de dos o más de las fuentes cubiertas en el inciso (a) anterior y un generador de reserva en el sitio, que cumpla con el inciso (d) siguiente.

Excepción a (1) y (2): No se requiere una fuente alterna de energía eléctrica cuando se instalen bombas de contra incendios accionadas por motor de combustión interna o por una turbina de vapor.

c) Complejos de varios edificios. Cuando las alimentaciones del inciso(a) no son practicables y la instalación es parte de un complejo de varios edificios, se permite el suministro por varios alimentadores de acuerdo con los incisos (1) y (3) o (2) y (3) siguientes:

1) Fuentes de alimentación con alimentadores. Se permitirán dos o más alimentadores, como fuentes múltiples, si tales alimentadores provienen de diferentes circuitos de la red de servicio público. La conexión o conexiones, los dispositivos de protección contra sobrecorriente y los medios de desconexión para tales alimentadores deben cumplir con los requisitos del inciso (b) anterior.

2) Fuentes de alimentación con alimentadores y una alimentación alterna. Se permitirá un alimentador como una fuente normal de alimentación si se provee una fuente de alimentación alterna e independiente del alimentador. La conexión o conexiones, el los dispositivos de protección contra sobrecorriente y los medios de desconexión para tales alimentadores deben cumplir con los requisitos del inciso (b) anterior.

3) Coordinación selectiva. Los equipos de protección contra sobrecorriente de cada medio de desconexión deberán estar coordinados selectivamente con cualquier otro dispositivo de protección contra sobrecorriente del lado fuente.

d) Generador de reserva en el sitio como fuente alterna. Los generadores de reserva en el sitio, empleados como una fuente de alimentación alterna deberán cumplir con los siguientes incisos:

1) Capacidad. El generador debe ser de suficiente capacidad para permitir el arranque y operación normal del motor o motores que accionan las bombas contra incendios mientras alimentan todas las otras cargas operadas simultáneamente.

Se permitirá la liberación automática de una o más cargas de reserva opcionales a fin de cumplir con estos requisitos de capacidad.

2) Conexión. No se exigirá una derivación ubicada antes del medio de desconexión del generador.

3) Medios de desconexión adyacentes. Los requisitos de 430-113 no aplican.

e) Arreglos. Todos los suministros de energía deben estar ubicados y acomodados de tal manera que estén protegidos contra daños por fuego desde el interior de los locales y a causa de exposiciones riesgosas.

Las fuentes de alimentación deben estar organizadas de modo que un incendio en una fuente no cause una interrupción en otra fuente.

f) Convertidores de fase. No se permite usar convertidores de fase para alimentar bombas contra incendios.

695-4. Continuidad de la alimentación. Los circuitos que alimentan los motores eléctricos de las bombas contra incendios deben supervisarse a fin de evitar una desconexión inadvertida, de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

a) Conexión directa. Los conductores de alimentación deben conectar directamente las fuentes de alimentación a un controlador de bombas contra incendios, o a una combinación de controlador de bomba contra incendios e interruptor de transferencia.

b) Conexión a través de medios de desconexión y dispositivos de sobrecorriente.

1) Número de medios de desconexión.

a. General. Se permitirá instalar un único medio de desconexión y los dispositivos asociados de protección contra sobrecorriente entre las fuentes de alimentación de las bombas contra incendios y uno de los siguientes:

(1) Un controlador de bomba contra incendios

(2) Un interruptor de transferencia de alimentación de bomba contra incendios

(3) Una combinación de controlador de bomba contra incendios e interruptor de transferencia.

b. Fuentes del alimentador. Para sistemas instalados conforme a las disposiciones de 695-3(c) únicamente, se permitirán medios de desconexión adicionales y los dispositivos asociados de protección contra sobrecorriente con el fin de cumplir con las otras disposiciones de esta NOM.

c. Generador de reserva en el sitio como fuente alterna. Cuando se usa un generador de reserva en sitio para alimentar una bomba contra incendios, se permite un medio de desconexión adicional y los dispositivos asociados de protección contra sobrecorriente.

2) Selección del dispositivo contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben cumplir con (a) o (b) siguientes.

a. Fuentes individuales. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben seleccionar o ajustarse para conducir de forma indefinida la suma de la corriente de rotor bloqueado del motor o motores de las bombas contra incendios y de los motores de la bomba de mantenimiento de la presión, así como la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado de la bomba contra incendios cuando están conectados a una fuente de alimentación individual. Cuando un valor de corriente a rotor bloqueado no corresponda a un valor estándar de un dispositivo de sobrecorriente, se debe usar el siguiente valor estándar del dispositivo de protección contra sobrecorriente de acuerdo con 240-6. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos diferentes a los de protección contra sobrecorriente en el circuito o circuitos del motor de la bomba contra incendios.

b. Generador de reserva en sitio. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente entre una instalación de generación de energía eléctrica en sitio y un controlador de bomba contra incendios deben seleccionarse y dimensionarse para permitir la corriente de arranque de toda la carga del cuarto de bombas, pero no debe ser más grande que el valor seleccionado con 430-62 para proveer solamente protección contra cortocircuito.

3) Medios de desconexión. Todos los medios de desconexión que son exclusivos para las cargas de bombas contra incendios deben cumplir con las condiciones (a) hasta (e) siguientes:

a. Características y Ubicación – Fuente de alimentación normal. Los medios de desconexión de la fuente de alimentación normal deben cumplir con todo lo siguiente:

(1) Estar identificado como adecuado para emplearse como equipo de acometida.

(2) Poder bloquearse en la posición de cerrado.

(3) No estar colocado dentro del equipo que alimenta cargas diferentes a la bomba contra incendios.

(4) Estar ubicado lo suficientemente lejos de otro medio de desconexión de alimentación del edificio o de otra bomba contra incendios, de modo que sea improbable una operación simultánea inadvertida.

b. Características y Ubicación – Generador de reserva en el sitio. Los medios de desconexión para un generadores de reserva en sitio usado como fuente alterna, deben ser instalados de acuerdo a 700-10(b)(5) para circuitos de emergencia y debe poder bloquearse en la posición de cerrado.

c. Marcado de desconectadores. El medio de desconexión debe estar marcado “Desconectador de la bomba contra incendios”. Las letras deben tener una altura mínima de 2.5 centímetros y deben ser visibles sin abrir las puertas o cubiertas del envolvente.

d. Marcado del controlador. Debe colocarse un cartel adyacente al controlador de la bomba contra incendios, indicando la ubicación del medio de desconexión y de la llave (si el medio de desconexión está bloqueado con llave).

e. Supervisión. Se debe supervisar el medio de desconexión en la posición cerrada, mediante uno de los siguientes métodos:

(1) Dispositivo de señales de estación remota o de estación central.

(2) Servicio de señalización local que inicie el funcionamiento de una señal audible en un punto atendido constantemente.

(3) Bloqueo del medio de desconexión en la posición cerrada.

(4) Cuando el medio de desconexión se ubique dentro de envolventes resguardados o en construcciones bajo el control del propietario, sellos en el medio de desconexión e inspecciones periódicas semanales.

695-5. Transformadores. Cuando la tensión del sistema o de la acometida es diferente de la tensión de operación del motor de la bomba contra incendios, se permitirá instalar transformadores protegidos por medios de desconexión y dispositivos de protección contra sobrecorriente entre la alimentación del sistema y el controlador de la bomba contra incendios, de acuerdo con los incisos (a), (b) o (c) siguientes. Solamente se permitirá que se alimenten cargas no asociadas directamente con el sistema de la bomba contra incendios cuando los transformadores cumplan con el inciso (c).

a) Capacidad. Cuando se utilice un transformador para una instalación de bombas contra incendios, su capacidad debe ser como mínimo 125 por ciento de la suma de las cargas del motores de la bombas contra incendios, de la carga del motores de la bomba de mantenimiento de la presión y el 100 por ciento de todo el equipo accesorio, asociado con el sistema contra incendios, alimentada por el transformador.

b) Protección contra sobrecorriente. Los dispositivos de protección contra sobre corriente del primario del transformador se debe seleccionar o ajustar para conducir de forma indefinida la suma de la corriente de rotor bloqueado del motor de la bomba contra incendios, la del motor de la bomba para mantenimiento de la presión y la corriente de plena carga de los equipos accesorios, asociados a la bomba contra incendios, que estén conectados a esta fuente de alimentación. No se permitirá protección contra sobrecorriente en el lado secundario del transformador. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos que no sean los de protección contra sobre corriente del circuito(s) del motor de la bomba contra incendios.

c) Fuentes de un alimentador. Cuando se instala la fuente de un alimentador de acuerdo con 695-3(c), se permitirá que los transformadores que alimentan el sistema de la bomba contra incendios también alimenten otras cargas. Todas las demás cargas deben calcularse de acuerdo con el Artículo 220, incluyendo factores de demanda, según sea aplicable.

1) Capacidad. Los transformadores deben tener una capacidad de cuando menos el 125 por ciento de la suma de las cargas del motor o motores de las bombas contra incendios, más las cargas de los motores de las bombas de mantenimiento de la presión y más el 100 por ciento de la carga restante alimentada por el transformador.

2) Protección contra sobre corriente. Se deben coordinar la capacidad del transformador, el tamaño de los conductores del alimentador y los dispositivos de protección contra sobrecorriente, de modo que la protección contra sobrecorriente sea provista por el transformador de acuerdo con lo establecido en 450-3 y por el alimentador de acuerdo con 215-3, y que el dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente se seleccionen o se ajusten para conducir indefinidamente la suma de las corrientes de rotor bloqueado del motor o motores de la bomba contra incendios, la del motor o motores de la bomba para mantenimiento de la presión, la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios y el 100% de las cargas restantes alimentadas por el transformador. El requisito de conducir indefinidamente las corrientes de rotor bloqueado no se debe aplicar a los conductores o dispositivos que no sean los de protección contra sobre corriente del circuito del motor de la bomba contra incendios.

695-6. Alambrado de fuerza. Los métodos de alambrado y los circuitos de fuerza deben cumplir con los requisitos de 695-6(a) hasta (j) y estar de acuerdo con lo permitido en 230-90(a), Excepción 4; 230-94, Excepción 4; 240-13; 230-208; 240-4(a) y 430-31.

a) Conductores de suministro.

1) Acometidas e instalaciones de producción de energía en sitio. Los conductores de acometida y los conductores de las instalaciones de producción de energía en sitio deben estar físicamente tendidos por la parte exterior de los edificios y estar instalados como conductores de entrada de la acometida, de acuerdo con las disposiciones de 230-6, 230-9 y las Partes C y D del Artículo 230. Cuando los conductores de suministro no puedan instalarse físicamente por fuera del edificio, se permitirá tenderlos a través de los edificios donde se instalen, de conformidad con 230-6(1) o (2).

2) Alimentadores. Los conductores de suministro a bombas contra incendios conectados en el lado carga del último medio de desconexión y dispositivos de protección contra sobrecorriente, de acuerdo con las disposiciones de 695-4(b), o los conductores que conectan directamente a un generador de reserva en sitio, deben cumplir con todo lo siguiente:

a. Ruta independiente. Los conductores deben estar totalmente independientes de cualquier otro alambrado.

b. Cargas asociadas a la bomba de contra incendios. Los conductores deben alimentar solamente las cargas que están asociadas directamente con el sistema de bomba contra incendios.

c. Protección contra daño potencial. Se deben proteger los conductores contra daños potenciales por incendio, falla estructural o accidente operacional.

d. Dentro de un edificio. Donde se enrutan a través de un edificio, los conductores se deben instalar utilizando uno de los siguientes métodos:

(1) Estar recubiertos en 5.0 centímetros de concreto.

(2) Estar protegido por un ensamble con clasificación nominal al fuego con una clasificación mínima nominal contra el fuego de 2 horas y dedicado al circuito o circuitos de la bomba contra incendios.

(3) Constituir un sistema de protección al circuito con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas.

Excepción a (a)(2)(d): No se exigirá que los conductores de alimentación, ubicados en el cuarto de equipos donde se originan y en el cuarto de la bomba contra incendios, tengan 2 horas de resistencia al fuego, a menos que se exija de otra manera por 700-10(d).

b) Tamaño de los conductores.

1) Motores de las bombas contra incendios y otros equipos. Los conductores que alimentan el motor o motores de la bomba contra incendios, las bombas de mantenimiento de la presión y el equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios, deben dimensionarse para un valor no menor al 125 por ciento de la suma de la corriente a plena carga del motor o motores de la bomba contra incendios y la de la bomba de mantenimiento de la presión y el 100 por ciento del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios.

2) Unicamente motores de bombas contra incendios. Los conductores que alimentan únicamente el motor o motores de una bomba contra incendios deben tener una ampacidad mínima de acuerdo con 430-22 y deben cumplir con los requisitos de caída de tensión de 695-7.

c) Protección contra sobrecarga. Los circuitos de fuerza no deben tener protección automática contra sobrecarga. A excepción de lo contenido en 695-5(c)(2) para la protección de los primarios de los transformadores; los conductores de circuitos derivados y de alimentadores se deben proteger únicamente contra cortocircuito. Cuando se haga una derivación para alimentar una bomba contra incendios, el alambrado se debe tratar como si fueran conductores de acometida de acuerdo con 230-6. No se deben aplicar las restricciones aplicables de distancia ni de tamaño de 240-21.

Excepción 1: No se requiere protección contra sobrecorriente ni medio de desconexión, para los conductores entre los acumuladores y el motor de combustión interna.

Excepción 2: Para los generadores de reserva en sitio con capacidad para generar permanentemente corriente que exceda el 225 por ciento de la corriente a plena carga del motor de la bomba contra incendios, los conductores entre los generadores en sitio y la combinación de controlador e interruptor de transferencia de la bomba contra incendios o interruptor de transferencia montado separadamente, se deben instalar según (a)(2) anterior. La protección dotada debe estar acorde con el valor nominal de corriente de cortocircuito de la combinación de controlador e interruptor de transferencia de la bomba contra incendios o interruptor de transferencia montado separadamente.

d) Alambrado de la bomba. Todo el alambrado que va desde los controladores hasta los motores de la bomba debe estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos del tipo LFNC-B, cable del tipo MC con una cubierta impermeable o cable del tipo MI.

e) Cargas suministradas por controladores e interruptores de transferencia. Si se instalan un controlador y un interruptor de transferencia, éstos no deben suministrar ninguna carga que no sea la bomba contra incendios para la cual fueron previstos.

f) Protección mecánica. Todo el alambrado desde los controladores del motor y baterías debe estar protegido contra daños físicos y debe instalarse de acuerdo con el manual del fabricante del controlador y de la máquina.

g) Protección del equipo contra fallas a tierra. No se permitirá protección contra fallas a tierra de equipo para las bombas contraincendios.

h) Alambrado de circuitos eléctricos para sistemas de protección a controladores. La instalación de circuitos eléctricos para sistemas de protección debe cumplir con cualquier de las restricciones dadas por el fabricante de circuitos eléctricos para sistemas de protección y además, se debe aplicar lo siguiente:

(1) Se debe instalar una caja de conexiones adelante del controlador de la bomba contra incendios a cuando menos 30 centímetros, más allá de la pared a prueba de fuego o el piso, que delimitan la zona de fuego.

(2) Cuando sea requerido por el fabricante de circuitos eléctricos para sistemas de protección o sea requerido en otra parte de esta NOM, la canalización entre una caja de conexiones y el controlador de la bomba contra incendios deberá ser sellada en la terminación de la caja de conexiones de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

(3) Se permite alambrado estándar entre la caja de conexiones y el controlador.

i) Cajas de conexiones. Cuando el alambrado de una bomba contra incendios es tendido a través de una caja de conexiones, ya sea desde o hacia un controlador de bomba contra incendios, deben cumplir con lo siguiente:

(1) La caja de conexiones debe estar montada en forma segura.

(2) El montaje de cajas de conexión no debe violar el tipo y designación de envolvente del controlador de una bomba contra incendios.

(3) El montaje de cajas de conexión no debe violar la integridad del controlador de una bomba contra incendios y no debe afectar la capacidad de cortocircuito de los controladores.

(4) Cuando se instale en el cuarto de bombas contra contraincendios, como mínimo se debe usar una caja de conexiones Tipo 2 a prueba de goteo. La envolvente deberá ser de características que coincidan con las de la envolvente del controlador de una bomba contra incendios.

(5) Cuando se usen terminales, cajas de conexión, conectores y empalmes, éstos deberán estar aprobados.

(6) No se deberán usar como cajas de conexión, el controlador de bomba contra incendios y el interruptor de transferencia para bomba contra incendios, para suministrar energía a otros equipos, incluyendo a las bombas de mantenimiento de la presión.

j) Terminaciones de canalizaciones. Cuando las canalizaciones terminen en un controlador de bomba contra incendios se debe cumplir con lo siguiente:

(1) Se deben instalar conectores aprobados para tubos conduit.

(2) La designación de los conectores de tubos conduit aprobados deberá ser cuando menos igual a la designación de envolvente del controlador de la bomba contra incendios.

(3) Se deben seguir las instrucciones de instalación del fabricante del controlador de una bomba contra incendios.

(4) Cualquier alteración al controlador de una bomba contra incendios, que no sea la entrada de tubos conduit como se permite en cualquier parte de la NOM, deberá ser aprobada por el fabricante.

695-7. Caída de tensión.

a) Arranque. La tensión en las terminales de línea del controlador de bomba contra incendios no debe caer más del 15 por ciento por debajo de lo normal (tensión nominal del controlador) bajo condiciones de arranque del motor.

Excepción: Esta limitación no se aplicará para el arranque mecánico de emergencia.

b) En operación. La tensión en las terminales del motor no debe caer más del 5 por ciento por debajo de la tensión nominal del motor, cuando éste opere al 115 por ciento de la corriente a plena carga.

695-10. Equipo aprobado. Los controladores de bombas contra incendios de motor diesel, y los controladores eléctricos para bombas contra incendios, los motores eléctricos, los interruptores de transferencia de alimentación de las bombas contra incendios, los controladores de bombas de espuma y los controladores de servicio limitado, deben estar aprobados para servicio con bombas contra incendios.

695-12. Ubicación del equipo.

a) Ubicación de los controladores y del desconectador de transferencia. Los controladores de los motores eléctricos de las bombas contra incendios y los interruptores de transferencia, deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

b) Ubicación de los controladores de motores no eléctricos. Los controladores de los motores de bombas contra incendios, que no sean eléctricos, deben estar situados lo más cerca posible de los motores que controlan y a la vista de ellos.

c) Acumuladores. Las baterías de los motores de bombas contra incendios, deben estar sobre el suelo, sujetas para evitar desplazamientos y situadas donde no estén expuestas a daño físico, inundación con agua, temperatura excesiva o vibraciones excesivas.

d) Equipo energizado. Todas las partes de equipo que puedan estar energizadas deben estar situadas cuando menos a 30 centímetros sobre el nivel del suelo.

e) Controladores y desconectadores de transferencia. Los controladores de motores y los interruptores de transferencia deben estar situados o protegidos de tal modo que no se dañen por el agua que pudiera escapar de las bombas o de sus conexiones.

f) Montaje. Todos los equipos de control de las bombas contra incendios deben estar sujetos de manera sólida sobre estructuras de material no combustible.

695-14. Alambrado de control.

a) Fallas de los circuitos de control. Los circuitos externos de control que se prolongan fuera del cuarto de la bomba contra incendios deben instalarse de manera que la falla de cualquiera de ellos (circuito abierto o cortocircuito) no impida el funcionamiento de las bombas desde todos los otros medios internos o externos. La rotura, desconexión, cortocircuito o la pérdida de alimentación en estos circuitos podría causar que la bomba contra incendios funcione continuamente, pero no deben impedir que los controladores) arranquen las bombas contra incendios por causas distintas a estos circuitos de control externos. Todos los conductores de control dentro del cuarto de la bomba contra incendios que no sean tolerantes a fallas deben estar protegidos contra daños físicos.

b) Funcionamiento de sensores. No se deben instalar sensores de baja tensión, de pérdida de fase, sensibles a la frecuencia u otros, que impidan automática o manualmente que actúe el contactor del motor.

Excepción: Se permitirá un sensor o sensores de pérdida de fase únicamente como parte de un controlador de bomba contra incendios aprobado.

c) Dispositivos remotos. No se deben instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del interruptor de transferencia.

d) Alambrado de control de motores no eléctricos. Todo el alambrado entre el controlador y el motor no eléctrico, debe ser trenzado y dimensionarse de modo que le permita conducir continuamente todas las corrientes de carga de baterías o corrientes de control según las instrucciones del fabricante del controlador. Este alambrado debe estar protegido contra daños físicos. Se deben seguir las especificaciones del fabricante del controlador para la longitud y tamaño del alambrado.

e) Métodos de alambrado de control de la bomba eléctrica contra incendios. Todo el alambrado de control de las bombas contra incendios accionadas con motores eléctricos debe ser instalado en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo B (LFNC-B), cable tipo MC con una cubierta impermeable, o cable tipo MI.

f) Métodos de alambrado de control del generador. Los conductores de control instalados entre el interruptor de transferencia de alimentación de la bomba contra incendios y el generador de reserva, que alimentan a la bomba contra incendios durante la pérdida de la alimentación normal, se debe mantener totalmente independiente de cualquier otro alambrado. Deben estar protegidos para resistir daños potenciales debidos al fuego o a una falla estructural. Se permitirá que pasen a través de edificios utilizando uno de los siguientes métodos:

(1) Estar recubiertos en 5.0 centímetros de concreto cuando menos.

(2) Constituir un sistema de protección al circuito con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas y dedicado al circuito o circuitos de la bomba contra incendios.

(3) Ser un circuito eléctrico para sistemas de protección con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas. La instalación debe cumplir con cualquier restricción dada en la lista utilizada de circuitos eléctricos para sistemas de protección.

CAPITULO 7

CONDICIONES ESPECIALES

ARTICULO 700

SISTEMAS DE EMERGENCIA

A. Generalidades

700-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, para la operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos, destinados para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para iluminación o energía, o ambos, cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica.

NOTA 1: Para más información sobre el alambrado e instalación de sistemas de emergencia en instituciones para el cuidado de la salud, ver el Artículo 517.

700-2. Definiciones.

Relevador, Control Automático de Carga. Un dispositivo usado para energizar, de un suministro de emergencia, equipos de alumbrado que están controlados por un interruptor o están normalmente apagados, en el caso de pérdida del suministro normal, y para desenergizar o regresar los equipos a su condición normal, cuando se restablezca el suministro normal.

Sistemas de Emergencia. Son aquellos sistemas legalmente requeridos y clasificados como de emergencia por las autoridades competentes. Estos sistemas están destinados para suministrar iluminación, fuerza o ambos, a equipos y áreas designadas en el evento de que falle el suministro normal o en el caso de un accidente en elementos del sistema previsto para suministrar, distribuir y controlar la iluminación y fuerza esenciales para la seguridad de la vida humana.

NOTA: Los sistemas de emergencia se instalan generalmente en lugares de reunión en los que se necesita iluminación artificial para la evacuación segura y control del pánico en edificios ocupados por un gran número de personas, como hoteles, teatros, instalaciones deportivas, instituciones para el cuidado de la salud e instituciones similares. Los sistemas de emergencia también pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para mantener la vida, sistemas de detección de fuego y alarma contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, sistemas públicos de comunicación de seguridad, procesos industriales donde una interrupción del suministro podría producir serios peligros para la vida o riesgos para la salud, y funciones similares.

700-3. Pruebas y mantenimiento.

a) Dirigir o presenciar las pruebas. La autoridad competente debe dirigir o presenciar las pruebas de los sistemas de emergencia completos, una vez instalados y después periódicamente.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas.

c) Mantenimiento de sistemas de baterías. Cuando haya instaladas baterías o sistemas de baterías, incluidas las utilizadas para el arranque, control y encendido de los motores auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) Registro escrito. Se debe llevar un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento efectuados.

e) Pruebas con carga. Se deben instalar medios para probar todos los sistemas de fuerza y de alumbrado de emergencia en las condiciones de carga máxima prevista.

700-4. Capacidad.

a) Capacidad y valor nominal. Un sistema de emergencia debe tener la capacidad y régimen adecuados para que puedan funcionar simultáneamente todas las cargas conectadas simultáneamente. Los equipos de los sistemas de emergencia deben ser adecuados para la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

b) Distribución selectiva de carga, tirar carga y limitar los picos. Se permitirá que la fuente alternativa de alimentación alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente requeridos y sistemas de reserva opcionales, cuando la fuente tenga la capacidad adecuada o cuando se proporcione una distribución selectiva de carga y tirar carga automáticamente, de la forma necesaria para garantizar alimentación adecuada para (1) los circuitos de emergencia, (2) los circuitos de reserva legalmente requeridos, (3) los circuitos de reserva opcionales, en este orden de prioridad. Siempre que se cumplan las condiciones anteriores, se permitirá utilizar la fuente alternativa de alimentación para rasurar los picos de carga.

La operación del generador de emergencia para limitar los picos de carga se aceptará para satisfacer las pruebas requeridas en 700-3, siempre que se cumplan todas las demás disposiciones de 700-3.

Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio por mantenimiento o reparaciones mayores, debe estar disponible una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o temporal.

700-5. Equipo de transferencia.

a) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático, estar identificado para uso en emergencia y aprobado. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia al realizar cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para que funcionen en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

b) Desconectadores de desviación. Se permite el uso de medios para conectar en desviación y aislar físicamente el equipo de transferencia. Cuando se utilicen desconectadores de aislamiento para hacer las derivaciones, debe evitarse el funcionamiento inadvertido en paralelo.

c) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, con valor nominal de 600 volts de corriente alterna y menos, deben estar aprobados para uso en sistemas de emergencia.

d) Uso. El equipo de transferencia debe alimentar sólo cargas de emergencia.

700-6. Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los propósitos descritos en (a) hasta (d).

a) Avería. Para indicar una avería de la alimentación de emergencia.

b) Conducción de carga. Para indicar que la batería está llevando carga.

c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) Falla a tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella, puestos a tierra sólidamente, de más de 150 volts a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1000 amperes o más. El sensor para los dispositivos de señalización de fallas a tierra debe estar ubicado en el o delante del medio de desconexión del sistema principal para la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 amperes. Las instrucciones sobre las acciones que deben tomarse en caso de producirse una falla a tierra, se deben ubicar en el sensor o lo más cerca posible de él.

700-7. Avisos

a) Fuentes de emergencia. Debe colocarse un aviso en el equipo de entrada de la acometida, que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de emergencia.

Excepción: No se exigirá instalar un aviso cuando sólo haya una fuente de emergencia, como se indica en 700-12(f).

b) Puesta a tierra. Cuando el retiro de una conexión puesta a tierra o de unión de la fuente de alimentación normal, interrumpa la conexión del conductor del electrodo de puesto a tierra del sistema de alimentación alterna, se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCION

EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA SI EL CONDUCTOR DE

PUESTA A TIERRA O LA CONEXION DE UNION EN ESTE EQUIPO ES RETIRADA,

MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTA ENERGIZADA

B. Alambrado de circuitos

700-10. Alambrado del sistema de emergencia.

a) Identificación. Todas las cajas y envolventes de los circuitos de emergencia (incluyendo los interruptores de transferencia, generadores y tableros de fuerza) deben estar marcadas permanentemente de modo que sean fácilmente identificados como un componente de un sistema o circuito de emergencia.

b) Alambrado. Se permitirá que el alambrado de dos o más circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente esté en la misma canalización, cable, caja o gabinete. El alambrado desde una alimentación de emergencia o desde la protección contra sobrecorriente de la fuente del sistema de distribución de emergencia hasta las cargas de emergencia debe mantenerse totalmente independiente de cualquier otro alambrado y equipo, a menos que se permita otra cosa en los incisos (1) hasta (5) siguientes:

(1) Alambrado proveniente de la fuente de alimentación normal ubicada en los envolventes del equipo de transferencia.

(2) Alambrado alimentado desde dos fuentes, en luminarias en las salidas o de emergencia.

(3) Alambrado desde dos fuentes en un relevador de control de carga aprobado, suministrando energía a luminarias de salidas o de emergencia, o en una caja de empalme común, unida a las luminarias en las salidas o de emergencia.

(4) Alambrado dentro de una caja de empalme común unido a un equipo unitario, que contenga únicamente el circuito derivado que alimenta ese equipo y el circuito de emergencia alimentado por el mismo equipo.

(5) Alambrado proveniente de una alimentación de emergencia para alimentar cualquier combinación de cargas de emergencia, legalmente requeridas o cargas opcionales, de acuerdo con (a) hasta (d) siguientes:

a. Desde secciones verticales separadas del tablero de distribución, con o sin una barra conductora común, o desde desconectadores individuales montados en envolventes separados.

b. Se permitirá que la barra conductora común o las secciones separadas del tablero de distribución o los envolventes individuales sean alimentados por uno o por múltiples alimentadores sin protección contra sobrecorriente en la fuente.

Excepción para (5)(b): Se permitirá protección contra sobrecorriente en la fuente o para el equipo, siempre que dicha protección cumpla con los requisitos de 700-27.

c. Los circuitos de reserva opcionales y los legalmente requeridos no se deben originar en la misma sección vertical del tablero de distribución, envolvente del panel de distribución o envolvente del desconectador individual como circuitos de emergencia.

d. Se permitirá que se utilicen alimentadores sencillos o múltiples para suministrar a equipos de distribución entre una fuente de emergencia y el punto donde la combinación de cargas de emergencia, legalmente requeridas u opcionales, se separan.

c) Diseño y ubicación del alambrado. Los circuitos del alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos de falla por inundaciones, incendios, temblores, vandalismo y otras condiciones adversas.

d) Protección contra incendios. Los sistemas de emergencia deben cumplir los requisitos adicionales de (d)(1) a (d)(3) siguientes en lugares para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificios de más de 23 metros de altura con cualquiera de las siguientes clases de utilización: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales:

1) Alambrado del circuito del alimentador. El alambrado del circuito del alimentador debe cumplir con una de las siguientes condiciones:

(a) Estar instalado en espacios o áreas totalmente protegidas por sistemas automáticos de extinción de incendios.

(b) Ser un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico, con una clasificación nominal de resistencia al fuego de mínimo 2 horas.

(c) Estar protegido por un sistema de barrera térmica aprobado para componentes eléctricos del sistema con una clasificación de resistencia al fuego de mínimo 2 horas.

(d) Estar protegido por un sistema de barrera térmica certificado para componentes eléctricos del sistema, cuya clasificación mínima de resistencia al fuego sea de 2 horas.

(e) Estar revestido con un mínimo en 5 centímetros de concreto.

2) Equipo del circuito alimentador. El equipo para el circuito alimentador (incluidos los desconectadores de transferencia, transformadores, tableros de distribución, y similares) debe instalarse en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos de extinción de incendios (incluyendo rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, entre otros) o en espacios con clasificación nominal de resistencia al fuego de 2 horas.

3) Alambrado de control del generador. Los conductores de control instalados entre el equipo de transferencia y el generador de emergencia se deben mantener totalmente independientes del otro alambrado y deben cumplir las condiciones de 700-10 (d)(1).

C. Fuentes de alimentación

700-12. Requisitos generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de emergencia o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 10 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (e) siguientes. El equipo autocontenido que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (f), debe cumplir con los requisitos aplicables de este Artículo.

Para seleccionar una fuente de alimentación de emergencia, hay que tener en cuenta el tipo de ocupación y el tipo de servicio que debe prestar. Por ejemplo, si es de corta duración, como la evacuación de los espectadores de un teatro, o de larga duración, como suministrar energía y alumbrado de emergencia durante un periodo indefinido de tiempo debido a una falla de la alimentación eléctrica, producida dentro o fuera del edificio.

Los equipos se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos, debidos a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo.

En lugares para reuniones en los que pueda haber más de 1000 personas o en edificios que tengan más de 23 metros de altura con cualquiera de las siguientes clases de utilización: para reuniones, educación, comercio, negocios, residencia, centros de detención y correccionales; los equipos de las fuentes de alimentación, tal como se describen en (a) hasta (e) de este Artículo deben estar instalados en espacios totalmente protegidos por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios (rociadores automáticos, sistemas de dióxido de carbono, etc.) o en espacios con una clasificación nominal de resistencia al fuego de una hora.

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad de un sistema reconocido de alimentación de emergencia dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

a) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores que se utilicen como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de un régimen y capacidad adecuados para alimentar y mantener la carga total durante 1½ horas como mínimo, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87.5 por ciento de la tensión normal.

Las baterías, ya sean de tipo ácido o alcalino, deben diseñarse y construirse para servicio de emergencia y ser compatibles con el tipo de cargador que se haya instalado en ese sistema particular.

Para las baterías selladas (que no requieren mantenimiento), no se necesita que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de tipo plomo-ácido, que necesitan que se les añada agua, deben proveerse de cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotriz.

La instalación debe contar con un medio de carga automática de las baterías.

b) Grupo motor – generador.

1) Accionado por fuente primaria de energía (motor). Para un grupo motor - generador accionado por una fuente primaria de energía y dimensionado de acuerdo con 700-4, se deben instalar medios para arrancar automáticamente el grupo motor – generador cuando se presente una falla del servicio normal y, al mismo tiempo, para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos requeridos. Cuando se restablezca el suministro normal, se debe permitir un retardo de tiempo 15 minutos antes de retransferir la carga al suministro normal, para evitar hacerlo sin tener la seguridad de que el suministro ya es regular.

2) Motores de combustión interna como fuente primaria de energía. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque de uso diario del grupo motor-generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de emergencia.

3) Alimentación doble. Los motores primarios no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y del suministro de electricidad externa.

4) Alimentación por baterías y compuertas. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como medios de arranque del motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador. Cuando se requiera un cargador de baterías para el funcionamiento de un grupo motor - generador, dicho cargador se debe conectar al sistema de emergencia. Cuando se requiera energía para el funcionamiento de las compuertas empleadas en la ventilación del grupo motor - generador, dichas compuertas deben conectarse al sistema de emergencia.

5) Fuente auxiliar de alimentación. Se permitirán grupos generadores que necesiten más de 10 segundos para generar potencia, siempre que se instale una fuente auxiliar de alimentación, que energice el sistema de emergencia hasta que el generador pueda tomar la carga.

6) Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36.

Excepción: Para instalaciones donde las condiciones de mantenimiento y supervisión aseguren que sólo personal calificado vigilará y dará mantenimiento a las instalaciones y donde haya procedimientos escritos para ejecutar la desconexión, los medios de desconexión del grupo motor - generador no requieren estar ubicados a la vista del edificio o estructura servida.

c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentar los sistemas de emergencia deben cumplir las disposiciones aplicables de (a) y (b) de este Artículo.

d) Acometida separada. Cuando lo acepte la empresa suministradora se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales:

(1) Acometida separada aérea o subterránea.

(2) Con los conductores de la acometida suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores de los conductores de la acometida deben estar lo suficientemente alejados de otros conductores de acometida, tanto física como eléctricamente, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación.

e) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener en funcionamiento la carga total durante dos horas como mínimo de operación a plena carga.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes B hasta H del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva de emergencia.

f) Equipos autocontenidos. Los equipos autocontenidos para iluminación de emergencia deben

consistir en:

(1) Una batería recargable.

(2) Un cargador de baterías.

(3) Una o más lámparas montadas en el equipo, o que tenga terminales para lámparas remotas, o ambas.

(4) Un relevador para energizar automáticamente las lámparas, al fallar el suministro normal al equipo autocontenido.

Las baterías deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener en funcionamiento la carga total de las lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1.5 horas sin que la tensión caiga debajo del 87.5 por ciento de su valor nominal o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener en funcionamiento a cuando menos el 60 por ciento del alumbrado inicial de emergencia durante 1½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos autocontenidos deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 90 centímetros de longitud. El circuito derivado que alimenta a los equipos autocontenidos debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal en el área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. En el panel de distribución se debe identificar claramente el circuito derivado que alimenta al equipo autocontenido. Las luminarias de emergencia que se alimenten de un equipo autocontenido pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo como se exige en 700-10 y con uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción 1: En un área separada y sin divisiones que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito derivado separado para equipos autocontenidos, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un dispositivo de bloqueo.

Excepción 2: Se permite que las luminarias remotas que proporcionan iluminación en el exterior de una puerta de salida sean alimentadas desde un equipo autocontenido que esté sirviendo el área inmediatamente adentro de la puerta de salida.

D. Circuitos de sistemas de emergencia para alumbrado y fuerza

700-15. Cargas en circuitos derivados de emergencia. A los circuitos de alumbrado de emergencia no deben conectarse aparatos eléctricos ni lámparas que no sean los especificados como necesarios para su utilización en estos servicios.

700-16. Alumbrado de emergencia. La iluminación de emergencia debe incluir todos los medios requeridos para señalar las salidas, las luces indicadoras de las salidas y todas las demás luces especificadas como necesarias para proporcionar la iluminación requerida.

Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que la falla de un elemento cualquiera del alumbrado, como una lámpara fundida, no deje en completa oscuridad los espacios que requieran iluminación de emergencia.

Cuando el único medio de iluminación normal consista en alumbrado de descarga de alta intensidad, como el de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión o las de halógenos metálicos, se requerirá que el sistema de alumbrado de emergencia funcione hasta que se restablezca totalmente la iluminación normal.

Excepción: Se permitirán medios alternativos que aseguren que se mantenga el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia.

700-17. Circuitos derivados para alumbrado de emergencia. Los circuitos derivados que alimentan el alumbrado de emergencia se deben instalar de modo que lleven la alimentación desde una fuente que cumpla los requisitos de 700-12, cuando se interrumpa la alimentación normal para el alumbrado. La instalación se puede hacer con cualquiera de las opciones siguientes:

(1) Una fuente de alimentación para el alumbrado de emergencia, independiente de la alimentación normal del alumbrado, con dispositivos que permitan transferir automáticamente el alumbrado de emergencia en el caso de falla del circuito derivado normal para alumbrado.

(2) Dos o más circuitos derivados alimentados de sistemas completos y separados, con fuentes de alimentación independientes. Una de las dos fuentes de alimentación y sistemas deberá ser parte del sistema de emergencia y se permitirá que la otra sea parte de la fuente de alimentación y sistema normal. Cada sistema deberá proveer suficiente potencia para fines de alumbrado de emergencia.

A menos que se utilicen ambos sistemas para el alumbrado regular y se mantengan encendidos simultáneamente, se debe instalar un medio que energice automáticamente cualquiera de los sistemas cuando falle el otro. Si los circuitos de iluminación de emergencia están instalados de acuerdo con las disposiciones generales de otras secciones de este Artículo, se permite que uno o los dos sistemas formen parte del sistema de alumbrado general de la instalación protegida.

700-18. Circuitos para alimentación de emergencia. Los circuitos derivados que alimenten equipo clasificado como de emergencia, deben contar con una fuente de alimentación a la cual pueda transferirse automáticamente la carga de esos equipos cuando falle el suministro normal.

E. Control - Circuitos de alumbrado de emergencia

700-20. Requisitos de los interruptores. El interruptor o interruptores instalados en los circuitos de alumbrado de emergencia, deben estar dispuestos de modo que sólo personas autorizadas tengan control del alumbrado de emergencia.

Excepción 1: Cuando hay dos o más interruptores de una vía estén conectados en paralelo para controlar un solo circuito, al menos uno de ellos debe ser accesible solo a las personas autorizadas.

Excepción 2: Se permitirá instalar interruptores adicionales que sirvan para encender el alumbrado de emergencia pero no para apagarlo.

No deben instalarse interruptores conectados en serie ni de 3 ó 4 vías.

700-21. Ubicación de los interruptores. Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia, deben ubicarse en lugares accesibles a las personas autorizadas responsables de su control. En lugares cubiertos por los Artículos 518 y 520 debe haber un interruptor para el control de los sistemas de alumbrado de emergencia instalado en el vestíbulo o en otro lugar fácilmente accesible desde el mismo.

En ningún caso los interruptores de control para el alumbrado de emergencia de un cine, teatro o lugar de reunión, se deben instalar en la cabina de proyección, ni en el escenario ni en el estrado.

Excepción: Cuando se instalen múltiples interruptores, se permitirá que uno de ellos esté en dichos lugares, instalado de modo que permita energizar únicamente el circuito, pero que no lo pueda desenergizar.

700-22. Luces exteriores. Se permitirá que las luces del exterior de un edificio, que no sean necesarias para iluminación cuando existe suficiente luz del día, se puedan controlar mediante un dispositivo automático accionado por la luz.

700-23. Sistemas con regulador de intensidad. Se permitirá utilizar como dispositivo de control para energizar circuitos de alumbrado de emergencia un sistema de regulación de intensidad que tenga más de uno de estos reguladores y esté aprobado para uso en sistemas de emergencia. Inmediatamente después de la falla de la alimentación normal, se permitirá que el sistema de regulación de intensidad energice selectivamente únicamente aquellos circuitos derivados exigidos para proporcionar la iluminación mínima de emergencia. Todos los circuitos derivados alimentados por el del sistema de regulación de intensidad deben cumplir con los métodos de alambrado del Artículo 700.

700-24. Relevador de Control Automático de Carga. Si una carga de alumbrado de emergencia es automáticamente energizada al perderse el suministro normal, se permitirá que un relevador de control automático de carga energice la carga. El relevador de control automático de carga no deberá ser utilizado como un equipo de transferencia.

F. Protección contra sobrecorriente

700-25. Accesibilidad. El dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado en circuitos de emergencia debe ser accesible únicamente a personas calificadas.

700-26. Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alterna de alimentación de los sistemas de emergencia tenga protección del equipo contra fallas a tierra con un medio automático de desconexión. La indicación de falla a tierra de la fuente de emergencia se debe instalar según lo establecido en 700-6(d).

700-27. Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de emergencia deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado de la alimentación.

Excepción: No se exigirá coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente.

ARTICULO 701

SISTEMAS DE RESERVA LEGALMENTE REQUERIDOS

A. Generalidades

701-1.Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de reserva legalmente requeridos, constituidos por circuitos y equipos destinados a alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica para las instalaciones requeridas de alumbrado, fuerza o ambas, cuando es interrumpido el suministro normal de energía eléctrica.

Los sistemas a que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, en su totalidad, incluida la fuente de alimentación.

701-2.Definición.

Sistemas de reserva legalmente requeridos. Los sistemas de reserva legalmente requeridos son aquellos sistemas requeridos y clasificados por leyes municipales, estatales, departamentales o nacionales o por otras regulaciones o por otro organismo gubernamental competente. Estos sistemas tienen por objeto suministrar automáticamente energía de alimentación a cargas seleccionadas (diferentes a las clasificadas como de emergencia), en el caso de falla del suministro normal.

NOTA: Los sistemas de reserva legalmente requeridos son los que se instalan normalmente para servir a cargas, como sistemas de calefacción y refrigeración, comunicaciones, ventilación y extracción de humos, eliminación de residuos, instalaciones de alumbrado y de procesos industriales que, si se detienen debido a la interrupción del suministro eléctrico normal, pueden crear riesgos u obstaculizar las operaciones de rescate o extinción de incendios.

701-3. Pruebas y mantenimiento

a) Realización o verificación de la prueba. Debe realizarse o verificarse una prueba del sistema completo al instalarse.

b) Pruebas periódicas. Los sistemas de reserva legalmente requeridos se deben probar periódicamente, bajo un programa y de modo que resulten aceptables a la autoridad competente, para asegurar que los sistemas se mantienen en condiciones adecuadas de funcionamiento.

c) Mantenimiento de los sistemas de baterías. Cuando se usen baterías para el control, arranque o encendido de máquinas auxiliares, debe requerirse un mantenimiento periódico.

d) Registro escrito o bitácora. Debe mantenerse un registro escrito o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento.

e) Pruebas bajo carga. Deben proveerse los medios que permitan probar bajo carga todos los sistemas de reserva legalmente requeridos.

701-4. Capacidad y régimen. Un sistema de reserva legalmente requerido debe tener la capacidad y régimen adecuados para la alimentación de todo el equipo proyectado para funcionar simultáneamente. Los equipos de los sistemas de reserva legalmente requeridos deben poder soportar la máxima corriente de falla disponible en sus terminales.

Se permite que la fuente alterna de energía alimente tanto a los sistemas de reserva legalmente requeridos como a las cargas de sistemas de reserva opcionales, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(3) Cuando la fuente alterna tenga la capacidad adecuada para alimentar todas las cargas conectadas.

(4) Cuando se provea de una conexión selectiva automática de carga y de tirar carga, para asegurar la alimentación adecuada de los circuitos de reserva legalmente requeridos.

701-5. Equipo de transferencia.

a) Generalidades. El equipo de transferencia, incluidos los interruptores automáticos de transferencia, debe ser automático y estar identificado para usarlo como equipo de reserva. El equipo de transferencia se debe diseñar e instalar de modo que prevenga la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de reserva al hacer cualquier operación del equipo de transferencia. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para permitir su funcionamiento en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir con los requisitos del Artículo 705.

b) Desconectadores de desviación. Se permitirá un medio para conectar en desviación y aislar físicamente el interruptor de transferencia. Si se emplean desconectadores de desviación, se debe evitar la operación accidental en paralelo.

c) Interruptores de transferencia automática. Los interruptores de transferencia automática deben ser operados eléctricamente y retenerse mecánicamente. Los interruptores de transferencia automática, que operen a 600 volts de corriente alterna o menos, deben estar aprobados para su uso en sistemas de emergencia legalmente requeridos.

701-6. Señalización. Siempre que sea posible deben instalarse dispositivos de señalización audible y visual para los propósitos (a) a (d) siguientes:

a) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva.

b) Con carga. Para indicar que la alimentación de reserva está alimentando la carga.

c) No funciona. Para indicar que el cargador de batería no está funcionando.

d) Falla a Tierra. Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia legalmente requeridos de más de 150 volts a tierra con conexión estrella sólidamente conectada a tierra y dispositivos de protección de circuito de 1000 amperes o más. El sensor de los dispositivos para indicar una falla a tierra deben estar en, o delante de, los medios principales de desconexión de la fuente de emergencia y el máximo ajuste de los dispositivos de señalización debe ser para una corriente de falla a tierra de 1200 amperes. Se deben colocar en la ubicación del sensor o cerca de él, instrucciones sobre lo que hay que hacer en el caso de presentarse una indicación de falla a tierra.

701-7. Anuncios.

a) Reserva obligatoria. En la entrada de la acometida se debe poner un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva legalmente requeridas en el sitio.

Excepción: No se exigirá instalar anuncios en los equipos autocontenidos individuales, como se especifica en 701-11(g).

b) Puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCION

EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA SI EL CONDUCTOR DE PUESTA

A TIERRA O LA CONEXION DE UNION EN ESTE EQUIPO ES RETIRADA, MIENTRAS

LA FUENTE ALTERNA ESTAN ENERGIZADA

B. Alambrado del circuito

701-10. Alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos. Se permitirá que el alambrado de los sistemas de reserva legalmente requeridos ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes, junto con otro alambrado general.

C. Fuentes de alimentación

701-12. Requisitos Generales. El suministro de energía debe ser tal que, en caso de falla del suministro normal al edificio o grupo de edificios, el alumbrado, la energía de reserva o ambos, estén disponibles dentro del tiempo requerido para tal aplicación, que en todo caso, no debe exceder de 60 segundos. El sistema de suministro para fines de emergencia, adicional a los servicios normales del inmueble, puede comprender uno o más de los tipos señalados en los incisos (a) hasta (f) siguientes. El equipo autocontenido que esté de acuerdo con lo indicado en 700-12 (f), debe cumplir con los requisitos aplicables de este Artículo.

Al seleccionar una fuente de alimentación de reserva legalmente requerida se debe tener en cuenta el tipo de servicio que haya que prestar, si es de corta o larga duración.

Se debe tener en cuenta el diseño o la ubicación, o ambos, de todos los equipos de modo que se reduzcan al mínimo los riesgos que podrían causar fallas totales de los mismos debidos a inundaciones, incendios, temblores o vandalismo.

NOTA: La asignación del grado de confiabilidad del sistema de alimentación de reserva legalmente requerido dependerá de la evaluación cuidadosa de las variables de cada instalación en particular.

a) Baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores deben tener un valor y una capacidad nominal adecuados para alimentar y mantener operando la carga total de los circuitos que alimentan fuentes de reserva legalmente requeridas, con tensión no menor al 87.5 por ciento de la tensión del sistema, durante 1½ horas como mínimo.

Las baterías, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia, y deben ser compatibles con el cargador para esa instalación en particular.

En las baterías selladas no se exigirá que la caja sea transparente. Sin embargo, las baterías de plomo ácido que necesitan que se les añada agua, deben tener cajas transparentes o translúcidas. No deben utilizarse baterías de uso automotriz. La instalación debe contar con un medio de carga automático de las baterías.

b) Grupo generador

1) Accionado por una fuente primaria de energía (motor). Para un grupo motor - generador accionado por una fuente primaria de energía y dimensionado de acuerdo con 701-4, se deben instalar medios para arrancar automáticamente el grupo motor–generador cuando se presente una falla del servicio normal y, al mismo tiempo, para la transferencia automática y funcionamiento de todos los circuitos eléctricos exigidos. Cuando se restablezca el suministro normal, se debe permitir un retardo de tiempo 15 minutos antes de retransferir la carga al suministro normal, para evitar hacerlo sin tener la seguridad de que el suministro ya es regular.

2) Máquinas de combustión interna como fuente primaria. Cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria, debe instalarse un sistema de alimentación de combustible en el sitio, provisto con un suministro de combustible en el mismo inmueble, suficiente para el funcionamiento del sistema a plena carga durante 2 horas como mínimo. Cuando se requiera alimentación eléctrica para el funcionamiento de las bombas de transferencia de combustible con el fin de suministrar combustible al tanque de uso diario del grupo motor - generador, dicha bomba debe conectarse al sistema de alimentación de respaldo.

3) Suministro Dual. Los motores primarios no deben depender exclusivamente de las redes públicas de suministro de gas para su provisión de combustible, ni de la red municipal de agua para sus sistemas de refrigeración. Si se utilizan dos sistemas de alimentación de combustible, se deben instalar medios de transferencia automática de un sistema a otro.

Excepción: Se permitirá el uso de combustibles que no estén en sitio, cuando exista poca probabilidad de una falla simultánea del sistema de entrega de combustible fuera del sitio y del suministro de electricidad externa.

4) Alimentación por baterías. Cuando se utilicen baterías de acumuladores para los circuitos de control o de señalización o como el medio de arranque del motor primario, deben ser adecuadas para ese fin y estar equipadas con un medio automático de carga independiente del grupo generador.

5) Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36.

c) Sistemas de alimentación ininterrumpida. Los sistemas de alimentación ininterrumpida que se utilicen para alimentación de los sistemas de reserva legalmente exigidos deben cumplir las disposiciones aplicables (a) y (b) anteriores.

d) Acometida separada. Cuando lo acepte la empresa suministradora se permitirá instalar una acometida adicional. Esta acometida debe cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 230 y los siguientes requisitos adicionales:

(1) Acometida separada aérea o subterránea.

(2) Con los conductores de la acometida suficientemente alejados eléctrica y físicamente de todos los demás conductores de los conductores de la acometida deben estar lo suficientemente alejados de otros conductores de acometida, tanto física como eléctricamente, para reducir al mínimo la posibilidad de interrupción simultánea de la alimentación.

e) Conexión antes del medio de desconexión de la acometida. Cuando lo permita la empresa suministradora, se permiten conexiones antes de los medios de desconexión de la acometida normal, pero no en el mismo medio. La acometida de reserva legalmente requerida debe estar suficientemente separada de los medios de desconexión de la acometida normal, para minimizar la interrupción simultánea del suministro, debido a una falla dentro del edificio o grupo de edificios afectados.

NOTA: Para mayor información sobre equipo permitido en el lado de alimentación de los medios de desconexión de la acometida, véase 230-82.

f) Sistema de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible usados como una fuente de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos deben tener clasificación y capacidad adecuadas para alimentar y mantener la carga total durante 2 horas como mínimo de operación a plena carga.

La instalación de un sistema de celdas de combustible debe cumplir con los requisitos de las Partes B hasta H del Artículo 692.

Cuando un solo sistema de celdas de combustible sirve como alimentación normal para el edificio o grupo de edificios involucrados, no debe servir como fuente única de alimentación para el sistema de reserva legalmente requerido.

g) Equipos autocontenidos. Los equipos autocontenidos para la iluminación de reserva legalmente requerida deben constar de:

(1) Una batería recargable.

(2) Un medio para cargar la batería.

(3) Instalaciones para una o más lámparas montadas en el equipo, y se permitirá que tenga terminales para lámparas remotas.

(4) Un dispositivo de relevador que energice automáticamente las lámparas en cuanto se interrumpa la alimentación al equipo unitario.

Las baterías deben ser del valor nominal adecuado y capacidad para alimentar y mantener como mínimo una tensión del 87.5 por ciento de la tensión nominal de las mismas, para la carga total de lámparas asociadas con la unidad durante un mínimo de 1½ horas, o el equipo unitario debe ser capaz de alimentar y mantener un mínimo del 60 por ciento de la iluminación inicial de reserva legalmente requerida durante 1½ horas como mínimo. Las baterías de acumuladores, tanto si son de tipo ácido como alcalino, deben estar diseñadas y construidas de modo que cumplan los requisitos del servicio de emergencia.

Los equipos autocontenidos deben estar fijos permanentemente en su lugar (es decir, no pueden ser portátiles) y todo el alambrado que vaya hasta cada unidad debe estar instalado de acuerdo con los requisitos de cualquiera de los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3. Se permitirá conectar los equipos mediante cordón flexible y clavija, siempre que el cordón no tenga más de 90 centímetros de longitud. El circuito derivado que alimenta a los equipos autocontenidos debe ser el mismo que alimenta al alumbrado normal del área y debe estar conectado antes de cualquier interruptor local. Las luminarias de reserva legalmente requeridas que se alimenten de un equipo unitario pero que no formen parte del mismo, deben estar alambradas a dicho equipo mediante uno de los métodos de alambrado del Capítulo 3.

Excepción: En un área separada y continua que tenga como mínimo tres circuitos de alumbrado normal, se permitirá instalar un circuito derivado separado para equipos autocontenidos, siempre que se origine en el mismo panel de distribución que los circuitos normales de alumbrado y que tenga un mecanismo de bloqueo.

D. Protección contra sobrecorriente

701-25. Accesibilidad. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente de circuitos derivados en circuitos de reserva legalmente requeridos deben ser accesibles sólo a personas calificadas.

701-26. Protección del equipo contra fallas a tierra. No se exigirá que la fuente alterna de alimentación para sistemas de reserva legalmente requeridos tenga protección del equipo contra fallas a tierra con medios de desconexión automáticos. Se deberá proveer de indicadores de falla a tierra al sistema de reserva como se establece en 701-6(d).

701-27. Coordinación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema o sistemas de reserva legalmente requeridos deben estar coordinados selectivamente con todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente del lado del suministro.

Excepción: No se exigirá la coordinación selectiva entre dos dispositivos de sobrecorriente en serie si no hay cargas conectadas en paralelo con el dispositivo más alejado de la fuente.

ARTICULO 702

SISTEMAS DE RESERVA OPCIONALES

A. Generalidades

702-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación y operación de los sistemas de reserva opcionales.

Los sistemas a los que se refiere este Artículo son únicamente aquellos que están instalados permanentemente, incluyendo fuentes primarias, y aquellos dispuestos para conexión al sistema de alambrado del inmueble desde una fuente de alimentación alterna portátil.

702-2. Definición.

Sistemas de reserva opcionales. Aquellos sistemas proyectados para alimentar las instalaciones o propiedades públicas o privadas o propiedades donde la seguridad de la vida humana no depende del desempeño del sistema. Los sistemas de reserva opcionales tienen por finalidad suministrar energía eléctrica generada en el sitio a cargas seleccionadas, de modo automático o manual.

NOTA: Los sistemas de reserva opcionales se instalan normalmente para ofrecer una fuente alternativa de energía eléctrica a instalaciones como edificios comerciales e industriales, granjas y edificios residenciales para alimentar cargas como sistemas de calefacción y refrigeración, sistemas de comunicaciones y de procesamiento de datos y procesos industriales que, si se detienen debido a un corte del suministro, podrían causar incomodidades, interrupciones graves de los procesos, daños a los productos o procesos en curso, o situaciones similares.

702-4. Capacidad y régimen.

a) Corriente de cortocircuito disponible. El equipo del sistema de reserva opcional debe ser adecuado para la corriente de cortocircuito máxima disponible en sus terminales.

b) Capacidad del sistema. Los cálculos de la carga en la alimentación de reserva se deben hacer de acuerdo con el Artículo 220 o mediante otro método aprobado.

1) Equipo de transferencia manual. Cuando se utiliza un equipo de transferencia manual, el sistema de reserva opcional debe tener la capacidad y régimen para alimentar todo el equipo destinado a operar simultáneamente. Se permitirá que el usuario del sistema de reserva opcional seleccione las cargas que quiere conectar al sistema.

2) Equipo de transferencia automática. Cuando se utiliza un equipo de transferencia automática, el sistema de reserva opcional debe cumplir lo indicado en (a) o (b).

a. Plena carga. La alimentación de reserva debe ser capaz de alimentar la carga total que es transferida por el equipo de transferencia automática.

b. Administración de la carga. Cuando se utiliza un sistema que administrará automáticamente la carga conectada, la alimentación de reserva debe tener la capacidad suficiente para alimentar la carga máxima que se conectará por medio del sistema de administración de carga.

702-5. Equipo de transferencia. El equipo de transferencia debe ser adecuado para el uso previsto y diseñarse e instalarse para prevenir la conexión inadvertida de las fuentes de alimentación normal y la alterna al realizar cualquier operación. El equipo de transferencia y los sistemas de generación de energía eléctrica instalados para operar en paralelo con la alimentación normal, deben cumplir los requisitos del Artículo 705.

Se permitirá que el equipo de transferencia, ubicado en el lado de la carga del dispositivo de protección del circuito derivado, tenga protección complementaria contra sobrecorriente con capacidad interruptiva suficiente para soportar la corriente de falla disponible en las terminales del generador. Los dispositivos complementarios de protección contra sobrecorriente deben formar parte de un equipo de transferencia aprobado.

Se exigirá un equipo de transferencia para todos los sistemas de reserva sujetos a las disposiciones de este Artículo y para los cuales la alimentación del servicio público es la fuente normal o la de reserva.

Excepción: Se permitirá la conexión temporal de un generador portátil sin equipo de transferencia, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, y donde la alimentación normal esté físicamente separada por un medio de desconexión que se pueda bloquear o mediante la desconexión de los conductores de alimentación normal.

702-6. Señalización. Siempre que sea posible, se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual, para los siguientes propósitos.

1) Avería. Para indicar una avería de la fuente de alimentación de reserva opcional.

2) Conducción de carga. Para indicar que la alimentación de reserva opcional está alimentando la carga.

Excepción: No se exigirán señalizaciones para las fuentes de alimentación de reserva portátiles.

702-7. Avisos.

a) Reserva. En el equipo de entrada de la acometida se debe colocar un anuncio que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de alimentación de reserva en el sitio. No se requiere instalar avisos en los equipos autocontenidos para alumbrado de reserva.

Excepción: No se exigirá el aviso para los equipos autocontenidos como se especifica en 701-12(g).

b) Puesta a tierra. Cuando se retira una conexión de puesta a tierra o de unión en el equipo de la fuente de alimentación normal interrumpe la conexión del conductor puesto a tierra del sistema(s) de alimentación alterno(s), se debe colocar una señal de advertencia sobre el equipo de la fuente de alimentación normal que diga:

PRECAUCION

EXISTE PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA SI EL CONDUCTOR DE

PUESTA A TIERRA O LA CONEXION DE UNION EN ESTE EQUIPO

ES RETIRADA, MIENTRAS LA FUENTE ALTERNA ESTA ENERGIZADA

B. Alambrado

702-10. Alambrado de los sistemas de reserva opcional. Se permitirá que el alambrado del sistema de reserva opcional ocupe las mismas canalizaciones, cables, cajas y gabinetes con otro alambrado general.

702-11. Puesta a tierra de generador portátil.

a) Sistema derivado separado. Cuando una fuente de reserva opcional portátil se utilice como un sistema derivado separado, debe estar puesto a tierra con un electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 250-30.

b) Sistema derivado no separado. Cuando una fuente de reserva opcional portátil se utilice como un sistema derivado no separado, el conductor de puesta a tierra de equipos debe estar unido al electrodo de puesta a tierra del sistema.

702-12. Grupos generadores exteriores. No se exigirá un medio de desconexión adicional cuando un grupo motor - generador alojado en el exterior del edificio, esté equipado con un medio de desconexión fácilmente accesible y ubicado al alcance de la vista desde el edificio o la estructura alimentada, cuando los conductores de fase alimenten a o pasen a través del edificio o la estructura. El medio de desconexión debe cumplir los requisitos de 225-36.

ARTICULO 705

FUENTES DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA INTERCONECTADAS

A. Generalidades

705-1. Alcance. Este Artículo trata de la instalación de una o más fuentes de generación de energía eléctrica que operan en paralelo con una o más fuentes primarias de electricidad.

NOTA: Son ejemplos de tipos de fuentes primarias, las de suministro público o las de generación en el sitio.

705-2.Definiciones. Circuito de salida del inversor interactivo de la empresa suministradora. Conductores entre el inversor interactivo de la empresa suministradora y el equipo de acometida u otra fuente de generación de energía eléctrica, tal como la empresa de servicio público, para la red de generación y distribución de energía eléctrica.

Equipo de Producción de Energía. Es la fuente de generación de energía y todo su equipo de distribución asociado, que genera electricidad de una fuente diferente a la de la empresa suministradora.

NOTA: Pueden ser equipos de producción de energía: generadores, sistemas solares fotovoltaicos y sistemas de celdas de combustible.

Punto de acoplamiento común. Punto en el cual la red de generación y distribución de energía se conecta con la red del consumidor, en un sistema interactivo. Por lo general, es el lado carga del medidor de energía de la red.

Sistema híbrido. Sistema compuesto de múltiples fuentes de energía. Dichas fuentes pueden incluir generadores fotovoltaicos, eólicos, micro-hidráulicos, accionados por motor y otros, pero no incluyen los sistemas de las redes de generación y distribución de energía eléctrica. Los sistemas de almacenamiento de energía, tales como las baterías, volantes o el equipo de almacenamiento magnético superconductor no constituyen fuente de energía para los propósitos de esta definición.

705-3.Otros Artículos. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas deben cumplir las disposiciones de este Artículo y también las disposiciones aplicables de los Artículos que se enumeran en la Tabla 705-3.

Tabla 705-3.- Otros artículos

Equipo/sistema	Artículo
Generadores	445
Sistemas solares fotovoltaicos	690
Sistemas de celdas de combustible	692
Sistemas eléctricos eólicos pequeños	694
Sistemas de emergencia	700
Sistemas de reserva legalmente requeridos	701
Sistemas de reserva opcionales	702

705-4. Aprobación del equipo. Todo equipo debe estar aprobado para el uso proyectado. Los inversores interactivos para los sistemas interconectados deben estar aprobados e identificados para el servicio de interconexión.

705-6. Instalación de Sistemas. La instalación de una o más fuentes de producción de energía eléctrica que operen en paralelo con la fuente primaria de electricidad, deberá hacerse solamente por personas calificadas.

705-10. Directorio. En el lugar de instalación de cada equipo de acometida y de cada fuente de generación de energía eléctrica que se pueda interconectar, se debe instalar de forma permanente una placa o directorio, que indique todas las fuentes de energía eléctrica existentes sobre o dentro de los inmuebles.

Excepción: Se permite que en las instalaciones con gran número de fuentes de generación de energía, sean designadas por grupos.

705-12. Punto de conexión. La salida de una fuente de generación de energía eléctrica interconectada se debe conectar tal como se especifica en (a), (b), (c) o (d) siguientes:

a) Lado línea. Se permitirá que una fuente de generación de energía eléctrica esté conectada en el lado fuente del medio de desconexión de la acometida, tal como se permite en 230-82 (6). La suma de las capacidades de todos los dispositivos de sobrecorriente conectados a fuentes de producción de energía no deberá rebasar la capacidad de la acometida.

b) Sistemas eléctricos integrados. Se permitirá interconectar las salidas en un punto o varios puntos en cualquier parte de los inmuebles, siempre que el sistema se califique como un sistema eléctrico integrado e incorpore equipos de protección de acuerdo con lo establecido en las secciones aplicables del Artículo 685.

c) Más de 100 kilowatts. Se permitirá interconectar las salidas en un punto o varios puntos en cualquier parte de los inmuebles, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

(1) El total de las fuentes de electricidad que no sean de la red pública tenga una capacidad de más de 100 kilowatts o la acometida sea de más de 1000 volts.

(2) Las condiciones de mantenimiento y supervisión de las instalaciones aseguren que sólo personas calificadas operan y dan mantenimiento al sistema.

(3) Se establezcan y mantengan garantías, procedimientos documentados y equipos de protección personal.

d) Inversores interactivos con la empresa suministradora. Se permitirá que la salida de un inversor interactivo esté conectada en el lado carga del medio de desconexión de la acometida de la otra fuente o fuentes en cualquier equipo de distribución en el inmueble. Cuando el equipo de distribución, incluyendo los tableros de distribución, esté alimentado simultáneamente por una o varias fuentes primarias de electricidad y uno o más inversores interactivos, y cuando este equipo de distribución es capaz de alimentar múltiples circuitos derivados o alimentadores, o ambos, las disposiciones para la interconexión del inversor o inversores interactivos deben cumplir con lo indicado en (d)(1) a (d)(7) siguientes:

1) Desconectador y protección contra sobrecorriente dedicados. La interconexión de cada fuente se debe hacer por medio de un interruptor automático o con fusibles desconectadores dedicados.

2) Ampacidad del conductor o de la barra conductora. La suma de las corrientes de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos que alimentan una barra colectora o un conductor no debe superar el 120 por ciento de la ampacidad de la barra colectora o del conductor.

Excepción: Cuando el sistema fotovoltaico tiene un dispositivo de almacenamiento de energía para permitir la operación autónoma de cargas, el valor de la carga utilizado para el cálculo de la barra o del conductor debe ser el 125 por ciento de la corriente nominal del inversor, en lugar de la capacidad del dispositivo de sobrecorriente entre el inversor y la barra o conductor.

3) Protección contra fallas a tierra. El punto de interconexión debe estar en el lado de la fuente de todos los equipos de protección contra fallas a tierra.

Excepción: Se permitirá hacer la conexión del lado carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que todas las fuentes de corriente de falla a tierra tengan protección contra fallas a tierra para equipos. Los dispositivos de protección contra fallas a tierra instalados con suministros conectados a las terminales del lado carga deben estar identificados y aprobados como adecuados para retroalimentación.

4) Marcado. Los equipos que tengan dispositivos de protección contra sobrecorriente en circuitos que alimentan a una barra colectora o a un conductor y que son alimentados desde varias fuentes de energía, deben estar marcados indicando la presencia de todas las fuentes.

5) Adecuado para retroalimentación. Los interruptores automáticos, si están retroalimentados, deben ser adecuados para funcionar de ese modo.

NOTA: Los interruptores automáticos que están marcados con “Línea” y “Carga” han sido evaluados únicamente en la dirección marcada. Los interruptores automáticos sin marcas de “Línea” y “Carga” han sido evaluados en ambas direcciones.

6) Sujeción. Se permitirá que en los interruptores automáticos aprobados de tipo enchufable, con retroalimentación desde inversores interactivos aprobados e identificados como interactivos, se omita el sujetador adicional requerido por 408-36(d) para tales aplicaciones.

7) Conexión de salida del inversor. A menos que el panel de distribución tenga una capacidad no inferior a la suma de las corrientes nominales de todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente que lo alimentan, una conexión en el panel de distribución se debe ubicar en el extremo opuesto (de carga) al lugar de entrada del alimentador o del circuito principal. La ampacidad de la barra conductora o del conductor se debe determinar para las cargas conectadas de acuerdo con el Artículo 220. En sistemas con tableros de distribución conectados en serie, el valor nominal del primer dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado directamente a la salida de uno o varios inversores se debe usar en los cálculos para todas las barras colectoras y los conductores. Debe haber una etiqueta permanente de advertencia en el equipo de distribución con la siguiente leyenda o equivalente:

PRECAUCION

CONEXION DE SALIDA DEL INVERSOR

NO REUBICAR ESTE DISPOSITIVO DE PROTECCION

CONTRA SOBRECORRIENTE

705-14. Características de la salida. La salida de un generador u otra fuente de generación de energía eléctrica que opere en paralelo con un sistema de suministro de energía eléctrica, debe ser compatible con la tensión eléctrica, la forma de la onda y la frecuencia del sistema al cual esté conectado.

NOTA: El término compatible no quiere decir necesariamente que la forma de onda coincida exactamente con la de la fuente primaria.

705-16. Capacidad nominal de corriente de corto circuito y de interrupción. Se debe considerar la contribución de las corrientes de falla de todas las fuentes de energía conectadas, para el cálculo de la capacidad de interrupción y de corriente de cortocircuito del equipo en sistemas interactivos.

705-20. Medios de desconexión de las fuentes. Se deben instalar medios que permitan desconectar todos los conductores no puestos a tierra de una o varias fuentes de generación de energía eléctrica de todos los demás conductores.

705-21. Medios de desconexión de los equipos. Se deben instalar medios que permitan desconectar los equipos de generación de energía, tales como inversores interactivos o transformadores asociados con una fuente de generación de energía, de todos los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de alimentación. Los equipos proyectados para operarse y mantenerse como parte integral de una fuente de producción de más de 1000 volts no requieren contar con este medio de desconexión.

705-22. Dispositivo de desconexión. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra debe consistir en desconectadores, manuales o automáticos, o interruptores automáticos, con las siguientes características:

(1) Estar ubicados donde sean fácilmente accesibles.

(2) Que puedan operarse desde afuera sin exponer al operador al entrar en contacto con las partes vivas, y si son de operación eléctrica, que pueda abrirse en forma manual, en caso de falla en el suministro de energía.

(3) Tener una indicación clara cuando están en posición de abierto o cerrado.

(4) Que tengan capacidades no-menores a la carga conectada y a la corriente eléctrica de falla que va a ser interrumpida.

NOTA para el inciso (4): En sistemas de generación en paralelo, algunos equipos, incluyendo desconectadores de navajas y fusibles, pueden estar energizados desde ambas direcciones. Ver 240-40.

(5) Desconexión simultánea de todos los conductores no puestos a tierra del circuito.

(6) Poderse bloquear en la posición de abierto.

705-30. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en el Artículo 240. Los equipos y conductores conectados a más de una fuente de energía eléctrica deben tener un número suficiente de dispositivos de protección contra sobrecorriente, ubicados de modo que brinden protección desde todas las fuentes.

a) Sistemas solares fotovoltaicos. Los sistemas solares fotovoltaicos deben protegerse según lo que establece el Artículo 690.

b) Transformadores. La protección contra sobrecorriente para un transformador con una fuente o varias fuentes en cada lado, se debe proporcionar de acuerdo con 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

c) Sistemas de celdas de combustible. Los sistemas de celdas de combustible deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 692.

d) Inversores interactivos. Los inversores interactivos deben estar protegidos de acuerdo con 705-65.

e) Generadores. Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con 705-130.

705-32. Protección contra fallas a tierra. Cuando se utilice protección contra fallas a tierra, la salida de un sistema interactivo debe conectarse del lado de la fuente de esa protección.

Excepción: Se permitirá que la conexión se haga del lado de la carga de la protección contra fallas a tierra, siempre que los equipos estén protegidos contra fallas a tierra desde todas las fuentes de corriente de falla a tierra.

705-40. Pérdida de la fuente primaria. En caso de pérdida de la fuente primaria, todas las fuentes de generación de energía eléctrica se deben desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria y no se deben volver a conectar, hasta que se restablezca el suministro de la fuente primaria.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo aprobado automáticamente deje de entregar energía al sistema en caso de la pérdida de la fuente primaria y no se exigirá que se desconecten automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo aprobado reinicie automática o manualmente la entrega de energía al sistema una vez se restablezca la fuente primaria.

NOTA 1: Si una fuente de generación de energía eléctrica interactiva puede operar aisladamente, se pueden producir riesgos para las personas y para los equipos asociados a la fuente primaria. Es necesario instalar medios especiales de detección para determinar si se ha producido una interrupción del suministro de la fuente primaria y si debe desconectarse automáticamente el inversor. Cuando se restablece el sistema de alimentación de la fuente primaria, también se pueden necesitar medios especiales de detección para limitar la exposición de las fuentes de generación de energía a una reconexión fuera de fase.

NOTA 2: Los equipos de generación por inducción en sistemas con capacitancia significativa, pueden llegar a auto excitarse y experimentar severas sobretensiones como consecuencia de la pérdida de la fuente primaria.

Se permitirá que un inversor interactivo funcione como sistema aislado para alimentar cargas que han sido desconectadas de la red de generación y distribución eléctrica.

705-42. Pérdida de la fuente primaria trifásica. Una fuente trifásica de generación de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente de todos los conductores no puestos a tierra de los sistemas interconectados cuando se abra una de las fases de esa fuente. Este requisito no será aplicable para fuentes de generación de energía eléctrica que alimenten sistemas de emergencia o de reserva legalmente requeridos.

Excepción: Se permitirá que un inversor interactivo aprobado, automáticamente deje de entregar energía al sistema cuando una de las fases de la fuente se abra y no se exigirá que se desconecten automáticamente todos los conductores no puestos a tierra de la fuente primaria. Se permitirá que un inversor interactivo aprobado reinicie automática o manualmente la entrega de energía a la red pública una vez que se restablezcan todas las fases de la fuente.

705-50. Puesta a tierra. Las fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas se deben poner a tierra según lo que establece el Artículo 250.

Excepción: Para los sistemas de corriente continua conectados por medio de un inversor directamente a una acometida puesta a tierra, se permitirán otros métodos alternativos que proporcionen al sistema una protección equivalente y que se utilicen equipos aprobados e identificados para ese uso.

B. Inversores interactivos

705-60. Corriente y dimensionamiento del circuito.

a) Cálculo de la corriente máxima del circuito. La corriente máxima para cada circuito específico se debe calcular de acuerdo con (a)(1) y (a)(2).

1) Corriente del circuito de alimentación del inversor. La corriente máxima debe ser la corriente máxima de entrada del inversor.

2) Corriente del circuito de salida del inversor. La máxima corriente debe ser la corriente que el inversor entrega en forma continua.

b) Ampacidad y corriente nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Las corrientes del sistema del inversor se deben considerar como continuas. Los conductores del circuito y los dispositivos de sobrecorriente deberán dimensionarse para conducir no menos del 125 por ciento de las corrientes máximas calculadas según lo establecido en (a) anterior. Se permitirá que la capacidad o los ajustes de los dispositivos de sobrecorriente estén de acuerdo con 240-4(b) y (c).

Excepción: Se permitirá utilizar al 100 por ciento de su valor nominal, los circuitos que tengan un ensamble con su dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente que estén aprobados para operación continua al 100 por ciento de su valor nominal.

705-65. Protección contra sobrecorriente.

a) Circuitos y equipo. Los circuitos de entrada del inversor, los circuitos de salida del inversor y los conductores y el equipo del circuito de la batería de acumuladores, deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 240. Los circuitos conectados a más de una fuente deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección contra sobrecorriente desde todas las fuentes.

Excepción: No se exigirá un dispositivo contra sobrecorriente para los conductores dimensionados de acuerdo con 705-60(b) y ubicados donde aplique una de las siguientes condiciones:

(1) No existen fuentes externas, tales como circuitos de fuentes conectadas en paralelo, baterías o retroalimentación desde inversores.

(2) Las corrientes de cortocircuito de todas las fuentes no exceden la ampacidad de los conductores.

NOTA: Para determinar si todos los conductores y módulos están debidamente protegidos contra sobrecorriente desde todas las fuentes, hay que tener en cuenta la posible retroalimentación de corriente desde cualquier fuente de alimentación, incluida la alimentación a través del circuito de salida del inversor y el circuito de entrada del inversor.

b) Transformadores de potencia. Un transformador, con una fuente o varias fuentes conectadas a cada lado, se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con lo establecido en 450-3, considerando primero uno de los lados del transformador como el primario y después el otro lado.

Excepción: Se permitirá que un transformador de potencia, cuya corriente nominal en el lado conectado a la salida del inversor no sea menor que la corriente nominal de salida del inversor, no esté protegido contra sobrecorriente desde dicha fuente.

705-70. Inversores interactivos montados en lugares que no son fácilmente accesibles. Se permitirá que los inversores interactivos estén montados sobre techos u otras áreas exteriores que no sean fácilmente accesibles. Estas instalaciones deben cumplir las condiciones de los incisos (1) hasta (4) siguientes.

(1) Se debe montar un medio de desconexión de corriente continua a la vista del inversor o en él.

(2) Se debe montar un medio de desconexión de corriente alterna a la vista del el inversor o en él.

(3) Cualquier medio adicional de desconexión de corriente alterna para el inversor debe cumplir con 705-22.

(4) Se debe instalar una placa de acuerdo con 705-10.

705-80. Sistemas de energía interactivos que utilizan almacenamiento de energía. Los sistemas de energía interactivos que utilizan almacenamiento de energía también se deben marcar con la tensión máxima de operación, incluyendo cualquier tensión de ecualización y la polaridad del conductor del circuito puesto a tierra.

705-82. Sistemas híbridos. Se permitirá que los sistemas híbridos estén interconectados con los inversores interactivos.

705-95. Ampacidad del conductor del neutro. La ampacidad del conductor neutro debe cumplir ya sea con (a) o (b) siguientes:

a) Conductor del neutro para la salida de un inversor monofásico de dos hilos. Si la salida de un inversor monofásico de dos hilos se conecta al neutro y a un conductor no puesto a tierra (únicamente) de un sistema de 3 hilos o de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conectado en estrella, la carga máxima conectada entre el neutro y cualquier conductor no puesto a tierra más el valor nominal de salida del inversor, no debe ser superior a la ampacidad del conductor del neutro.

b) Conductor del neutro para instrumentación, detección de tensión o detección de fase. Para un conductor utilizado solamente para instrumentación, detección de tensión o detección de fase y conectado a un inversor interactivo monofásico o trifásico, podrá ser de menos ampacidad que la de los otros conductores que llevan corriente y se deberá dimensionar igual o mayor que el conductor de puesta a tierra del equipo.

705-100. Interconexiones desbalanceadas.

a) Monofásico. Los inversores monofásicos para sistemas híbridos y módulos de corriente alterna en sistemas híbridos interactivos, no se deben conectar a un sistema de 3 fases, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no resulten desbalances importantes en las tensiones.

b) Trifásico. En los inversores trifásicos y en los módulos trifásicos de corriente alterna en los sistemas interactivos, se deben desenergizar automáticamente todas las fases, cuando se presente una pérdida o desequilibrio de la tensión en una o más fases, a menos que el sistema interconectado esté diseñado de modo que no resulte un desequilibrio significativo de las tensiones.

C. Generadores

705-130. Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos de acuerdo con el Artículo 240. El equipo y los conductores conectados a más de una fuente deben tener dispositivos de protección contra sobrecorriente ubicados de tal manera que brinden protección desde todas las fuentes. Los generadores deben estar protegidos de acuerdo con 445-12.

705-143. Generadores síncronos. Los generadores síncronos en un sistema en paralelo deben estar provistos del equipo necesario para establecer y mantener la condición de sincronismo.

(Continúa en la Octava Sección-Vespertina)

OCTAVA SECCION
SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa en la Novena Sección)

(Viene de la Séptima Sección-Vespertina)

ARTICULO 720

CIRCUITOS Y EQUIPOS QUE FUNCIONAN A MENOS DE 50 VOLTS

720-1. Alcance. Este Artículo se aplica a las instalaciones de corriente continua o de corriente alterna que funcionan a menos de 50 volts.

720-2. Otros Artículos. Las instalaciones de corriente continua o corriente alterna que funcionan a menos de 50 volts, cubiertas en 411-1 hasta 411-7; Parte F del Artículo 517; Parte B del Artículo 551; Partes B y C y 552-60(b) del Artículo 552; 650-1 hasta 650-8; 669-1 hasta 669-9; Partes A y H del Artículo 690; Partes A y C del Artículo 725; o Partes A y C del Artículo 760, no requieren cumplir con las disposiciones de este Artículo.

720-3. Areas peligrosas (clasificadas). Las instalaciones que están dentro del alcance de este Artículo y que estén instaladas en áreas peligrosas (clasificadas) también deben cumplir las disposiciones adecuadas para áreas peligrosas (clasificadas) en otros Artículos aplicables de esta NOM.

720-4. Conductores. El tamaño de los conductores no debe ser menor de 3.31 mm^2 (12 AWG) de cobre o equivalente. El tamaño de los conductores de circuitos derivados que alimenten a más de un artefacto o contacto para aparatos, no debe ser menos de 5.26 mm^2 (10 AWG) de cobre o equivalente.

720-5. Portalámparas. Deben utilizarse portalámparas de capacidad no menor que 660 watts.

720-6. Capacidad de los contactos. Los contactos deben tener una capacidad no menor que 15 amperes.

720-7. Contactos requeridos. En las cocinas, zonas de lavandería y otros lugares donde es probable que se utilicen aparatos eléctricos portátiles, se deben instalar contactos con una capacidad no menor que 20 amperes.

720-9. Baterías. Las instalaciones de baterías de acumuladores deben cumplir lo establecido en 480-1 hasta 480-4 y 480-8 hasta 480-10.

720-11. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos que operen a menos de 50 volts se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables deben soportarse por la estructura del edificio de modo que no sean dañados durante el uso normal del edificio.

ARTICULO 725

CIRCUITOS CLASE 1, CLASE 2 Y CLASE 3 DE CONTROL REMOTO, DE SEÑALIZACION Y DE POTENCIA LIMITADA

A. Generalidades

725-1. Alcance. Este Artículo cubre los circuitos de control remoto, señalización y potencia limitada, que no son parte integral de un dispositivo o aparato eléctrico.

NOTA: Los circuitos de los que trata este Artículo se caracterizan por limitaciones de uso y de potencia eléctrica que los diferencia de los circuitos de alumbrado y de fuerza. Por lo tanto se les aplican requisitos alternativos a los de los Capítulos 1 al 4 en lo que respecta al tamaño mínimo de los conductores, factores de ajuste y corrección de ampacidad, protección contra sobrecorriente, requisitos de aislamiento, métodos de alambrado y materiales.

725-2. Definiciones.

Cable abandonado Clase 2, Clase 3 y cables para bandeja con potencia limitada (PLTC). Cables Clase 2, Clase 3 y PLTC instalados y que no terminan en un equipo y que no están identificados con una etiqueta para uso futuro.

Cable para integridad del circuito (CI). Cables usados para sistemas de control remoto, señalización y de potencia limitada que alimentan circuitos críticos para garantizar el funcionamiento continuo del circuito durante un tiempo específico y bajo condiciones de incendio.

Circuito Clase 1: La parte del sistema de alambrado entre el lado carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o la alimentación de potencia limitada y los equipos conectados.

NOTA: Ver 725-41 con respecto a las limitaciones de tensión y de potencia de los circuitos Clase 1.

Circuito Clase 2: La parte del sistema de alambrado entre el lado carga de una fuente de alimentación Clase 2 y los del equipo conectado. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 2 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego y provee una protección aceptable contra choque eléctrico.

Circuito Clase 3: La parte del sistema de alambrado entre el lado carga de una fuente de alimentación Clase 3 y los equipos conectados. Debido a sus limitaciones de potencia, un circuito Clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de la iniciación del fuego. Como en este circuito se permiten niveles de tensión y corriente más altos que en los Clase 2, debe tener medidas adicionales de seguridad que brinden protección contra el riesgo de choque eléctrico que se pudiera encontrar.

725-3. Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con los Artículos o las secciones que se indican en (a) hasta (j). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo se deben aplicar a los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3.

a) Número y tamaño de los conductores en una canalización. Véase 300-17.

b) Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 deben cumplir con 300-21.

c) Ductos, plenums y otros espacios de circulación del aire. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 instalados en ductos, plenums y otros espacios de circulación de aire deben cumplir con 300-22.

Excepción: Como se permite en 725-154(a).

d) Areas peligrosas (clasificadas). Cuando se instalen en áreas peligrosas (clasificadas), véanse los Artículos 500 al 516 y el Artículo 517, Parte D.

e) Charolas portacables. Cuando estén instalados en charolas portacables, véase el Artículo 392.

f) Circuitos de control de motores. Cuando se conecten en el lado de la carga de los dispositivos de protección de circuitos derivados de motores, como se especifica en 430-72(a).

g) Cable para charola de instrumentación. Véase el Artículo 727.

h) Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas. Las instalaciones deben cumplir con 300-7(a).

i) Soporte vertical para cables y conductores clasificados para fuego. Instalaciones verticales de cables y conductores del tipo “integridad de circuito” en una canalización o conductores y cables de sistemas de protección de circuitos eléctricos deberán ser instaladas conforme a 300-19.

j) Pasacables. Se debe instalar un pasacables cuando los cables emergen de una canalización utilizada para soporte mecánico o para protección, conforme a 300-15(c).

725-21. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de tableros diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe verse impedido por la acumulación de cables y alambres que evite la remoción de los paneles, incluso los paneles del plafón suspendido.

725-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de manera organizada y profesional. Los cables y conductores instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales se deben sostener por la estructura del edificio, de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Los cables se deben sostener con correas, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4 (d).

725-25. Cables abandonados. La parte accesible de los cables abandonados Clase 2, Clase 3 y PLTC se debe retirar. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, ésta debe tener la durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

725-30. Identificación de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se deben identificar en los lugares de terminación y empalme, de manera tal que se evite la interferencia involuntaria con otros circuitos durante pruebas y mantenimiento.

725-31. Equipo de control de seguridad

a) Circuitos de control remoto. Los circuitos de control remoto de los equipos de control de seguridad se deben clasificar como Clase 1, si la falla del equipo puede producir un riesgo directo de incendio o muerte. No se consideran equipos de control de seguridad los termostatos para cuartos, los reguladores de la temperatura del agua y otros controles similares utilizados junto con los equipos de calefacción y aire acondicionado.

b) Protección física. Cuando una avería en el circuito de control remoto de un equipo de control de seguridad pueda producir un riesgo como los descritos en 725-31(a), todos los conductores de dichos circuitos de control remoto deben estar instalados en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico ligero, cable del tipo MI, cable del tipo MC u otro tipo debidamente protegido contra los daños físicos.

725-35. Requisitos de los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Un circuito de control remoto, de señalización o de potencia limitada debe cumplir con las siguientes partes de este Artículo:

(1) Circuitos Clase 1: Las Partes A y B.

(2) Circuitos Clase 2 y Clase 3: Las Partes A y C.

B. Circuitos Clase 1

725-41. Clasificación de los circuitos Clase 1 y requerimientos de alimentación. Los circuitos Clase 1 se deben clasificar en, circuitos de potencia limitada Clase 1 cuando cumplen las limitaciones de potencia de (a), o en circuitos de control remoto y señalización Clase 1 cuando se usen para control remoto o señalización y cumplan las limitaciones de potencia de (b) siguientes:

a) Circuitos de potencia limitada Clase 1. Estos circuitos deben estar alimentados por una fuente con salida nominal no mayor que 30 volts y 1000 voltamperes.

1) Transformadores Clase 1. Los transformadores utilizados para alimentar circuitos de potencia limitada Clase 1 deben cumplir con las secciones aplicables de las Partes A y B del Artículo 450.

2) Otras fuentes de alimentación Clase 1. Las fuentes de alimentación, que no sean transformadores, deben estar protegidas por dispositivos contra sobrecorriente con capacidad no superior al 167 por ciento de los voltamperes de la fuente divididos entre la tensión nominal. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente no deben ser intercambiables con otros de mayor capacidad. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Para cumplir con la limitación de 1000 voltamperes establecida en 725-41(a), la salida máxima ($VA_{máx}$) de las fuentes de alimentación, que no sean transformadores, se debe limitar a 2500 voltamperes y el producto de la corriente máxima ($I_{máx}$) por la tensión máxima ($V_{máx}$) no debe superar los 10 000 voltamperes. Estos valores nominales se deben determinar puenteando cualquier dispositivo de protección contra sobrecorriente en el circuito.

$VA_{máx}$ es la salida máxima en voltamperes después de un minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente (si se usa) puenteado. Para determinar los $VA_{máx}$ no se debe desconectar la impedancia limitadora de corriente.

$I_{máx}$ es la corriente máxima de salida con cualquier carga no capacitiva, incluyendo un cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente (si se usa) puenteada. Al determinar la $I_{máx}$ no se debe desviar mediante su derivación la impedancia de limitación de corriente. Cuando se utilice una impedancia de limitación de corriente, aprobada para esa aplicación o que forme parte de un producto aprobado, en combinación con una fuente de almacenamiento de energía, por ejemplo una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida, se deben aplicar los límites de $I_{máx}$ después de 5 segundos.

$V_{máx}$ es la máxima tensión de salida independientemente de la carga, cuando se aplica la entrada nominal.

b) Circuitos de control remoto y señalización Clase 1. Estos circuitos no deben exceder 600 volts. No se exigirá limitar la potencia de salida de la fuente de alimentación.

725-43. Protección contra sobrecorriente de los circuitos Clase 1. La protección contra sobrecorriente para conductores 2.08 mm^2 (14 AWG) y mayores se debe proporcionar de acuerdo con la ampacidad de dichos conductores, sin aplicar factores de corrección y ajuste de ampacidad de 310-15 al cálculo de la ampacidad. La protección contra sobrecorriente no debe ser mayor de 7 amperes para conductores de 0.824 mm^2 (18 AWG) ni de 10 amperes para los de 1.31 mm^2 (16 AWG).

Excepción: Cuando otros Artículos de esta NOM exijan o permitan otra protección contra sobrecorriente.

NOTA: Por ejemplo, ver 430-72 para motores, 610-53 para grúas y montacargas y 517-74 (b) y 660-9 para equipos de rayos X.

725-45. Ubicación del dispositivo contra sobrecorriente de un circuito Clase 1. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados tal como se especifica en (a), (b), (c), (d) o (e) siguientes.

a) Punto de alimentación. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben estar ubicados en el punto donde el conductor que se va a proteger recibe la alimentación.

b) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores de circuitos Clase 1 sean derivados, sin protección contra sobrecorriente en la derivación, cuando el dispositivo contra sobrecorriente que protege el conductor del circuito esté dimensionado para proteger al conductor en derivación.

c) Derivaciones del circuito derivado. Los conductores de un circuito Clase 1 de 2.08 mm^2 (14 AWG) y mayores que estén derivados desde el lado carga del dispositivo o dispositivos de protección contra sobrecorriente de un circuito controlado de iluminación y fuerza requieren sólo protección de cortocircuito y falla a tierra y se permite protegerlos mediante dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito derivado cuando la capacidad nominal de tales dispositivos sea máximo del 300 por ciento de la ampacidad del conductor del circuito Clase 1.

d) Lado del primario del transformador. Se permitirá que los conductores de un circuito Clase 1 alimentados por el secundario de un transformador monofásico con un secundario de sólo 2 hilos (una sola tensión), estén protegidos por la protección contra sobrecorriente instalada en el lado primario del transformador, siempre que dicha protección cumpla lo establecido en 450-3 y no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad del conductor del secundario, por la relación de tensión del secundario al primario del transformador. Los conductores del secundario de un transformador diferente a uno de 2 hilos no se deben considerar como protegidos por la protección contra sobrecorriente del primario.

e) Lado de entrada de una fuente electrónica de alimentación. Se permitirá que los conductores de un circuito Clase 1 alimentados por la salida de una fuente electrónica de alimentación, aprobada, monofásica, diferente a un transformador, que tenga sólo una salida de 2 hilos (una sola tensión) para conectarse con circuitos Clase 1, estén protegidos mediante la protección contra sobrecorriente proporcionada en el lado de entrada de la fuente electrónica de alimentación, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad de los conductores del circuito Clase 1 por la relación de la tensión de salida a la de entrada de la fuente electrónica de alimentación. Las salidas de una fuente electrónica de alimentación, diferentes a las de 2 hilos (una sola tensión), no deben considerarse protegidas por la protección contra sobrecorriente del primario.

725-46. Métodos de alambrado para circuitos Clase 1. Los circuitos Clase 1 se deben instalar de acuerdo con la Parte A del Artículo 300 y con los métodos de alambrado de los Artículos adecuados del Capítulo 3.

Excepción 1: Se permitirá aplicar las disposiciones de 725-48 hasta 725-51 en las instalaciones de los circuitos Clase 1.

Excepción 2: Los métodos permitidos o exigidos por otros artículos de esta NOM se deben aplicar a la instalación de circuitos Clase 1.

725-48. Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización. Se permitirá instalar circuitos Clase 1 junto con otros circuitos según se especifica en 725-48(a) y (b).

a) Dos o más circuitos Clase 1. Se permitirá que los circuitos Clase 1 ocupen el mismo cable, charola portacables, envolvente o canalización, independientemente de si los circuitos individuales son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la máxima tensión de cualquier conductor que haya en el cable, charola portacables, envolvente o canalización.

b) Circuitos Clase 1 con circuitos de suministro de fuerza. Sólo se permitirá que los circuitos Clase 1 se instalen con conductores de suministro de fuerza como se especifica en (1) hasta (4) siguientes.

1) En un cable, envolvente o canalización. Se permitirá que los circuitos Clase 1 y los circuitos de suministro de fuerza ocupen el mismo cable, envolvente o canalización únicamente cuando el equipo alimentado esté funcionalmente asociado.

2) En centros de control ensamblados en fábrica o en el sitio. Se permitirá que los circuitos Clase 1 y los circuitos de suministro de fuerza se instalen en centros de control ensamblados en fábrica o en sitio.

3) En un pozo de visitas. Se permitirá que los circuitos Clase 1 y los circuitos de suministro de fuerza se instalen como conductores subterráneos en un pozo de visitas, siempre que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores del circuito de suministro de fuerza o los conductores del circuito Clase 1 están en un cable con recubrimiento metálico o un cable tipo UF.

(2) Además del aislamiento del alambre, los conductores del circuito Clase 1 estén separados permanentemente de los conductores de suministro de fuerza por un material continuo no conductor y fijo firmemente, como por ejemplo una tubería flexible.

(3) Los conductores estén permanente y eficazmente separados de los de suministro de fuerza y asegurados firmemente a bastidores, aisladores u otros soportes aprobados.

4) En charolas portacables. Las instalaciones en charolas portacables deben cumplir con (1) ó (2) siguientes.

(1) Los conductores del circuito Clase 1 y los conductores de suministro de fuerza no asociados funcionalmente con los conductores del circuito Clase 1, deben estar separados por una barrera fija y sólida de un material compatible con la charola portacables.

(2) Se permitirá que los conductores del circuito Clase 1, y los conductores de suministro de fuerza no asociados funcionalmente con los conductores del circuito Clase 1, estén instalados en una charola portacables sin barreras, si todos los conductores están instalados con cables multiconductores separados de los tipos AC, MC, MI o TC, y todos los conductores en los cables están aislados a 600 volts.

725-49. Conductores de los circuitos Clase 1

a) Tamaño y uso. Se permitirá usar conductores de tamaños 0.824 mm^2 (18 AWG) y 1.31 mm^2 (16 AWG) siempre que las cargas que alimentan no superen las ampacidades de los conductores dadas en 402-5, y estén instalados en una canalización, un envolvente aprobado o en un cable aprobado. Los conductores de tamaño mayor de 1.31 mm^2 (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que las ampacidades dadas en 310-15. Los cordones flexibles deben cumplir lo dispuesto en el Artículo 400.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser para 600 volts. Los conductores de tamaño mayor de 1.31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG) y 1.31 mm^2 (16 AWG) deben ser de los Tipos FFH-2, KF-2, KFF-2, PAF, PAFF, PF, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFFN, TFN, ZF o ZFF. Se permitirá usar conductores con aislamiento de otros tipos y de otros espesores, siempre que estén aprobados para usarlos en circuitos Clase 1.

725-51. Número de conductores en charolas portacables y canalizaciones, y factores de ajuste de ampacidad

a) Conductores de los circuitos Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos Clase 1, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con 300-17. Sólo se deben aplicar los factores de ajuste de ampacidad de 310-15(b)(3)(a) si dichos conductores conducen cargas continuas en exceso del 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor.

b) Conductores de suministro de fuerza y de circuitos Clase 1. Cuando, según lo permitido en 725-48, en una canalización haya conductores de circuitos Clase 1 y para suministro de fuerza, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con 300-17. Los factores de ajuste de ampacidad de 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar del siguiente modo:

(1) A todos los conductores, cuando los conductores del circuito Clase 1 conduzcan cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y el número total de conductores sea más de tres.

(2) Sólo a los conductores de suministro de fuerza, cuando los conductores del circuito Clase 1 no conduzcan cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y el número total de conductores de alimentación sea más de tres.

c) Conductores de circuitos Clase 1 en charolas portacables. Cuando haya conductores de circuitos Clase 1 instalados en charolas portacables, éstos deben cumplir lo establecido en 392-22 y 392-80(a).

725-52. Circuitos que se extienden más allá de un edificio. Si los circuitos Clase 1 salen en forma aérea más allá de un edificio, también deben cumplir los requisitos del Artículo 225.

C. Circuitos Clase 2 y Clase 3

725-121. Fuentes de alimentación para circuitos Clase 2 y Clase 3.

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito Clase 2 o Clase 3 debe ser como se especifica en (1), (2), (3), (4) ó (5) siguientes.

NOTA 1: En la Figura 725-121 se indica la relación entre las fuentes de alimentación Clase 2 o Clase 3, su alimentación, y los circuitos Clase 2 o Clase 3.

NOTA 2: En las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10 se establecen los requisitos para las fuentes de alimentación aprobadas Clase 2 y Clase 3.

(1) Un transformador aprobado para Clase 2 o Clase 3.

(2) Una fuente de alimentación aprobada para Clase 2 o Clase 3.

(3) Otro equipo aprobado y marcado para identificar la fuente de alimentación Clase 2 o Clase 3.

Excepción 1 para (3): No se exigirá que los termopares estén aprobados como fuente de alimentación Clase 2.

Excepción 2 para (3): Los circuitos de potencia limitada de equipos aprobados cuando tales circuitos tengan niveles de energía con valor nominal en o por debajo de los límites establecidos en las Tablas 11(a) y 11(b) del Capítulo 10.

NOTA: Ejemplos de otros equipos aprobados son:

(1) Un circuito impreso aprobada para uso como fuente de alimentación para circuitos Clase 2 o Clase 3 si forma parte de un conjunto aprobado.

(2) Una impedancia limitadora de corriente aprobada para ese propósito o que forma parte de un producto aprobado, utilizada junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida.

(3) Un termopar.

(4) Un circuito secundario de comunicaciones de impedancia limitada o de corriente/tensión limitado de equipos de control industrial.

(4) Los circuitos de potencia limitada de los equipos de tecnología de la información aprobados

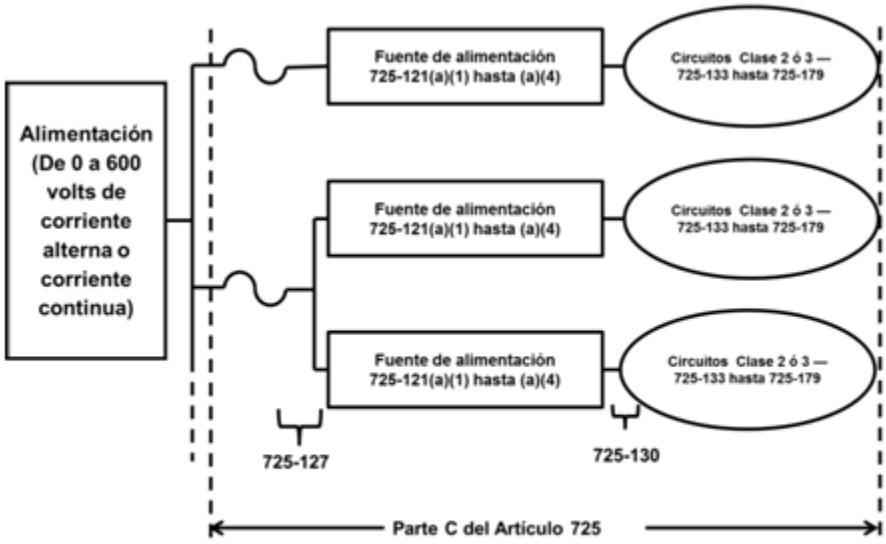


Figura 725-121.- Circuitos Clase 2 y Clase 3

NOTA. Estos circuitos son normalmente los que se usan para interconectar equipos de tecnología de la información con el propósito de intercambiar información (datos).

(5) Una pila seca (zinc-carbón, alcalina, de mercurio, óxido de plata, níquel-cadmio o litio son algunas de las pilas secas) se debe considerar una fuente de alimentación Clase 2 intrínsecamente limitada, siempre que su tensión sea de 30 volts o menos y que su capacidad sea igual o menor que la disponible en las pilas No. 6 de zinc y carbón conectadas en serie (⅛. de ampere continuo).

b) Interconexión de fuentes de alimentación. No se deben conectar en paralelo ni interconectar de ningún otro modo las salidas de las fuentes de alimentación Clase 2 ó Clase 3, a menos que estén aprobadas para ello.

725-124. Marcado del circuito. El equipo que alimenta a los circuitos debe tener una marca duradera, plenamente visible que indique que cada circuito es Clase 2 ó Clase 3.

725-127. Métodos de alambrado en el lado fuente de las fuentes de alimentación Clase 2 ó Clase 3. Los conductores y equipos en el lado fuente de las fuentes de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos correspondientes de los Capítulos 1 a 4. Los transformadores u otros dispositivos que se alimenten desde circuitos de alumbrado o de fuerza deben estar protegidos por dispositivos contra sobrecorriente de máximo 20 amperes.

Excepción: Se permitirá que los terminales de entrada de un transformador u otra fuente de alimentación que alimenten a un circuito Clase 2 o Clase 3, sean de tamaño menor que 2.08 mm^2 (14 AWG) pero no menor que 0.824 mm^2 (18 AWG), si no tienen más de 305 milímetros de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en 725-49 (b).

725-130. Materiales y métodos de alambrado en el lado carga de la fuente de alimentación Clase 2 ó Clase 3. Se permitirá que los circuitos Clase 2 y Clase 3 en el lado de la carga de la fuente de alimentación se instalen usando métodos de alambrado y materiales, de acuerdo con lo establecido en (a) o (b) siguientes.

a) Métodos de alambrado y materiales Clase 1. La instalación se debe hacer de acuerdo con 725-46.

Excepción 1: No se deben aplicar los factores de ajuste de ampacidad dados en 310-15 (b)(3)(a).

Excepción 2: Se permitirá que los circuitos Clase 2 y Clase 3 se reclasifiquen e instalen como circuitos Clase 1, si se eliminan las marcas exigidas en 725-124 para Clase 2 y Clase 3, y todo el circuito se instala usando los métodos de alambrado y los materiales de acuerdo con la Parte B, Circuitos Clase 1.

NOTA: Los circuitos Clase 2 y Clase 3 reclasificados e instalados como circuitos Clase 1 ya no son circuitos Clase 2 ó Clase 3, independientemente de que sigan conectados a una fuente de alimentación Clase 2 ó Clase 3.

b) Métodos de alambrado Clase 2 y Clase 3. Los conductores en el lado carga de la fuente de alimentación deben estar aislados cumpliendo como mínimo los requisitos de 725-179 y se deben instalar de acuerdo con 725-133 y 725-154.

Excepción 1: Según se especifica en 620-21 para ascensores y equipos similares.

Excepción 2: Se permitirá que otros métodos de alambrado y materiales, instalados según los requisitos de 725-3 amplíen o reemplacen los conductores y cables descritos en 725-179 y permitidos por 725-130(b).

Excepción 3: Se permitirá usar conductores Clase 2, desnudos como parte de un sistema de protección contra intrusión, cuando se instale de acuerdo con las instrucciones del fabricante del sistema.

725-133. Instalación de los conductores y equipos en cables, compartimientos, charolas portacables, envolventes, pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones para circuitos Clase 2 y Clase 3. Los conductores y equipos para circuitos Clase 2 y Clase 3 se deben instalar de acuerdo con 725-136 hasta 725-143.

725-136. Separación entre los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

a) Generalidades. Los cables y conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 no deben colocarse en cables, compartimientos, charolas portacables, envolventes, pozos de inspección, cajas de salida, cajas de dispositivos ni canalizaciones o accesorios similares con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, y circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que así lo permita algún inciso de (b) hasta (i) siguientes:

b) Separados por barreras. Se permitirá que los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen junto con conductores de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estén separados por una barrera.

c) Canalizaciones dentro de envolventes. Se permitirá instalar los circuitos Clase 2 y Clase 3 en envolventes pero dentro de una canalización que los separe de los circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizada por una red de potencia media.

d) Sistemas asociados dentro de los envolventes. Se permitirá que los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 en compartimientos, envolventes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares se instalen con los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos Clase 2 y Clase 3, y donde aplican (1) ó (2).

(1) Los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media se enruten de modo que mantengan una separación mínima de 6 milímetros de los cables y conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3.

(2) Los conductores del circuito que operen a 150 volts o menos a tierra y cumplan además con uno de los siguientes requisitos:

a. Que los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen usando cables de los tipos CL3, CL3R o CL3P o cables substitutos permitidos, siempre que los conductores del cable del circuito Clase 3 que se prolonguen más allá de la cubierta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6 milímetros o por una manga no conductora o una barrera no conductora.

b. Que los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 se instalen como un circuito Clase 1, de acuerdo con 725-41.

e) Envolventes con una sola abertura. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 que entren en compartimentos, envolventes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, con los circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos Clase 2 ó Clase 3. Cuando los conductores de un circuito Clase 2 y Clase 3 deban entrar en un envolvente con una sola abertura, se permitirá que lo hagan a través de un accesorio sencillo (tal como una "T") siempre que los conductores estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y fijo firmemente, como una tubería flexible.

f) Pozos de visita. Se permitirá instalar conductores de circuitos subterráneos de Clase 2 y Clase 3 en un pozo de visita con circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizada por una red de potencia media, si se cumple una de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizada por una red de potencia media, estén dentro de un cable con recubrimiento metálico o un cable del Tipo UF.

(2) Los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén permanente y eficazmente separados de los conductores de los otros circuitos mediante una barrera no conductora continua y fija firmemente, tal como una tubería flexible, adicional al aislamiento o recubrimiento del alambre.

(3) Los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén permanente y eficazmente separados de los conductores de los otros circuitos y asegurados firmemente a soportes, aisladores u otros soportes aprobados.

g) Charolas portacables. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 en charolas portacables, donde los conductores de los circuitos de alumbrado, Clase 1, y de alarma contra incendios de potencia no limitada estén separados mediante una barrera fija sólida de un material compatible con el de la charola portacables, o cuando los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén instalados en cable del tipo MC.

h) En los fosos de elevadores. En los fosos de elevadores, los conductores de los circuitos Clase 2 ó Clase 3 se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero. Para ascensores o equipos similares, se permitirá que estos conductores se instalen como se indica en 620-21.

i) Otras aplicaciones. Para otras aplicaciones, los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 deben estar separados como mínimo 5 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) Cuando: (a) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media o (b) todos los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 estén instalados en una canalización o armadura metálica, cable armado, cables con armadura no metálica o cable de Tipo UF.

(2) Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media estén separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 por una barrera continua, no conductora y fija firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

725-139. Instalación de conductores de distintos circuitos en el mismo cable, envolvente, charola o canalización

a) Dos o más circuitos Clase 2. Se permitirá instalar los conductores de dos o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envolvente o canalización.

b) Dos o más circuitos Clase 3. Se permitirá instalar los conductores de dos o más circuitos Clase 3 en el mismo cable, envolvente o canalización.

c) Circuitos Clase 2 con circuitos Clase 3. Se permitirá instalar los conductores de uno o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envolvente o canalización con conductores de circuitos Clase 3, siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 que haya en el cable, envolvente o canalización sea como mínimo el exigido para los conductores de los circuitos Clase 3.

d) Circuitos Clase 2 y Clase 3 con circuitos de comunicaciones.

1) Clasificados como circuitos de comunicaciones. Se permitirá instalar los conductores de los circuitos Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos Clase 2 y Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y se deben instalar de acuerdo con los requisitos del Artículo 800. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicaciones.

2) Cables combinados. Se permitirá que los cables construidos con conductores individuales aprobados Clase 2, Clase 3 y de comunicaciones, instalados dentro de la misma cubierta estén clasificados como cables de comunicaciones. La clasificación de resistencia nominal al fuego de los cables combinados se debe determinar por el desempeño del cable compuesto.

e) Cables Clase 2 o Clase 3 con cables de otros circuitos. Se permitirá que en el mismo envolvente, charola portacables o canalización haya cables con cubierta de circuitos Clase 2 ó Clase 3 con cables con cubierta de cualquiera de los siguientes circuitos:

(1) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada que cumplan lo establecido en el Artículo 760.

(2) Cables de fibra óptica, conductores o no conductores, que cumplan lo establecido en el Artículo 770.

(3) Circuitos de comunicaciones que cumplan lo establecido en el Artículo 800.

(4) Sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión que cumplan lo establecido en el Artículo 820.

(5) Cables de comunicaciones de banda ancha alimentados desde una red de baja potencia, de conformidad con el Artículo 830.

f) Conductores o cables Clase 2 o Clase 3 y circuitos de sistemas de audio. No se permitirá que los circuitos de sistemas de audio descritos en 640-9(c), e instalados usando métodos de alambrado Clase 2 ó Clase 3, de conformidad con 725-133 y 725-154, se instalen en el mismo cable o canalización con conductores o cables Clase 2 o Clase 3.

725-141. Instalación de conductores de circuitos que se extienden más allá de un edificio. Cuando los conductores de los circuitos Clase 2 o Clase 3 se extienden más allá de un edificio y estén tendidos de modo que puedan entrar en contacto accidental con conductores de alumbrado o de fuerza que funcionen a más de 300 volts a tierra, o estén expuestos a las descargas atmosféricas en los tramos que haya entre los edificios de un mismo inmueble, también se deben aplicar los siguientes requisitos:

(1) Los establecidos en 800-44, 800-50, 800-53, 800-93, 800-100, 800-170(a) y 800-170(b), cuando los conductores no sean coaxiales.

(2) Los establecidos en 820-44, 820-93 y 820-100 para conductores coaxiales.

725-143. Soporte de los conductores. Los conductores de los circuitos Clase 2 ó Clase 3 no deben sujetarse con abrazaderas, cinta o cualquier otro medio a cualquier tubo conduit u otra canalización como un medio de soporte. Se permitirá que estos conductores se instalen según lo permite 300-11 (b)(2).

725-154. Aplicaciones de los cables aprobados Clase 2, Clase 3 y PLTC. Los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC deben cumplir cualquiera de los requisitos descritos en los incisos (a) hasta (i) siguientes

a) Plenums. Los cables instalados en plenums, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser de los tipos CL2P o CL3P. Se permitirán los cables y alambres aprobados e instalados de acuerdo con lo establecido en 300-22. Se permitirá instalar canalizaciones aprobadas de señalización de plenums en otros espacios usados para aire ambiental, tal como se describe en 300-22(c). En estas canalizaciones únicamente se permitirá instalar cable de los tipos CL2P o CL3P.

b) Pozos verticales. Los cables instalados en ductos verticales deben ser como se describe en cualquiera de (1), (2) ó (3) siguientes:

(1) Los cables instalados en trayectorias verticales y que atraviesen más de un piso o los instalados en trayectorias verticales en un ducto deben ser de los tipos CL2R o CL3R. Las penetraciones en los pisos que requieran cables de los tipos CL2R o CL3R deben tener solamente cables adecuados para uso en ductos verticales o en plenums. Se permitirá instalar canalizaciones aprobadas de señalización en ductos verticales y canalizaciones aprobadas de señalización en plenums en un

ducto de un piso a otro. En estas canalizaciones únicamente se permitirá instalar cables de los tipos CL2R, CL3R, CL2P o CL3P.

(2) Otros cables como los tratados en la Tabla 725-154(g) y otros métodos de alambrado aprobados de acuerdo con el Capítulo 3, deben estar instalados en canalizaciones metálicas o ubicadas en un pozo a prueba de incendios con cortafuegos en cada piso.

(3) En viviendas unifamiliares y bifamiliares se permitirá usar cables de los Tipos CL2, CL3, CL2X y CL3X. Se permitirá usar canalizaciones aprobadas de señalización de uso general con cables de los tipos CL2, CL3, CL2X y CL3X.

NOTA: Con respecto a los requisitos de los cortafuegos para penetraciones en el piso, ver 300-21.

c) Charolas portacables. Los cables instalados en charolas portacables en exteriores deben ser del tipo PLTC. Los cables instalados en charolas portacables, en interiores deben ser de los tipos PLTC, CL3P, CL3R, CL3, CL2P, CL2R y CL2.

Con estas charolas portacables se permitirá el uso de canalizaciones aprobadas de señalización de uso general, canalizaciones aprobadas de señalización en ductos verticales y canalizaciones aprobadas de señalización en plenums.

NOTA: Para los cables permitidos en charolas portacables, ver 800-154.

d) Establecimientos industriales. En establecimientos industriales donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas estarán a cargo de la instalación, se permitirá el cable del tipo PLTC, conforme a (1) ó (2) siguientes:

(1) Cuando el cable no esté sometido a daño físico, el cable del tipo PLTC que cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable del tipo MC y esté identificado como PLTC-ER para ese uso, se permitirá que esté expuesto entre la charola y el equipo o dispositivo de utilización. El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daño físico, por medio de protección mecánica como por ejemplo puntales, ángulos o canales. El cable debe estar soportado y asegurado a intervalos no mayores de 2.00 metros.

(2) Se permitirá instalar de manera expuesta cable Tipo PLTC, armado o con funda metálica, conforme a 725-179(e), El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daños físicos, por medio de protección mecánica como por ejemplo puntales, ángulos o canales. El cable se debe asegurar a intervalos no mayores de 2.00 metros.

e) Otro alambrado dentro de edificios. Los cables instalados dentro de edificios en lugares distintos a los cubiertos en (a) hasta (d) anteriores, deben ser cualquiera de los descritos en (1) hasta (6) siguientes:

1) General. Se permitirán cables tipo CL2 o CL3.

2) En canalizaciones u otros métodos de alambrado. Se permitirá instalar cables tipo CL2X o CL3X en una canalización o de acuerdo con otros métodos de alambrado de los que trata el Capítulo 3.

3) Espacios no ocultos. Se permitirá instalar cables tipo CL2X o CL3X en espacios no ocultos cuando la longitud expuesta del cable no exceda de 3.00 metros.

4) Viviendas unifamiliares y bifamiliares. En viviendas unifamiliares y bifamiliares se permitirá instalar cables de menos de 6 milímetros de diámetro, tipo CL2X y CL3X.

5) Viviendas multifamiliares. En espacios no ocultos de viviendas multifamiliares se permitirá instalar cables de menos de 6 milímetros de diámetro, tipo CL2X y CL3X.

6) Bajo alfombras. Se permitirá instalar cables y alambres de comunicaciones tipo CMUC bajo las alfombras.

f) Marcos de conexión. Se deben utilizar conductores o cables de los Tipos CL2 o CL3 para marcos de conexión.

g) Sustituciones de los cables Clase 2 y Clase 3. Se permitirán las sustituciones de los cables Clase 2 y Clase 3 indicados en la Tabla 725-154(g) e ilustrados en la Figura 725-154(g). Cuando se instalan cables sustitutos, se deben aplicar los requisitos de alambrado del Artículo 725, Partes A y C.

NOTA: Para más información sobre los cables de los Tipos CMP, CMR, CM y CMX, ver 800-179.

Tabla 725-154(g).- Sustituciones de los cables

Tipo de Cable	Sustituciones permitidas
CL3P	CMP
CL2P	CMP, CL3P
CL3R	CMP, CL3P, CMR

CL2R	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R
PLTC	
CL3	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC
CL2	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3
CL3X	CMP, CL3P, CMR, CL3R, CMG, CM, PLTC, CL3, CMX
CL2X	CMP, CL3P, CL2P, CMR, CL3R, CL2R, CMG, CM, PLTC, CL3, CL2, CMX, CL3X

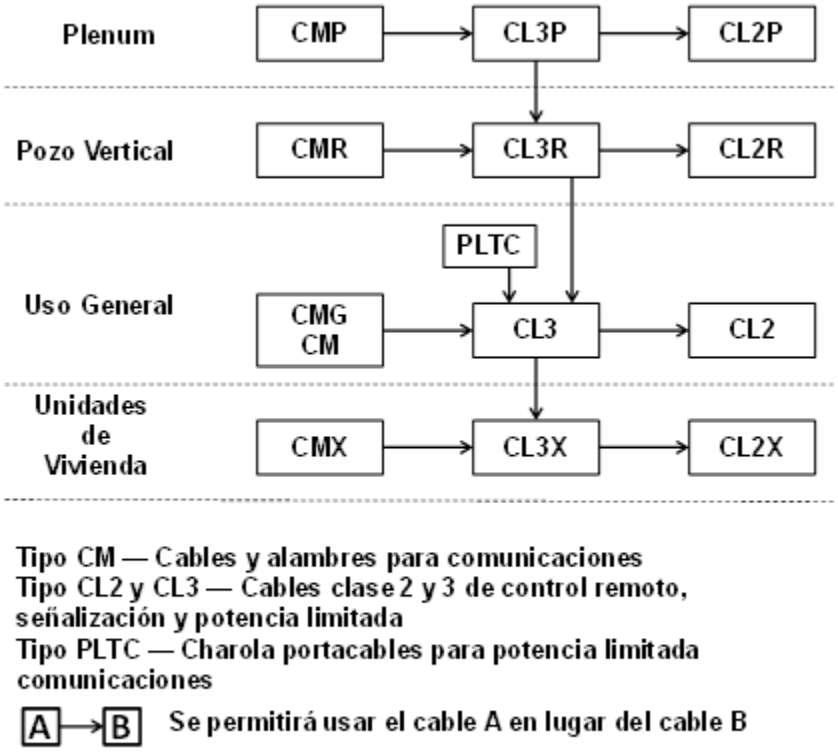


Figura 725-154(g).- Jerarquía de la sustitución de cables

h) Cables Clase 2, Clase 3, PLTC de integridad del circuito (CI) o sistemas de protección del circuito eléctrico. Se permitirá el uso de cable de integridad del circuito (CI) o un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico en sistemas de potencia limitada, para su uso en sistemas de control remoto, de señalización o de potencia limitada que alimentan circuitos críticos para garantizar la integridad del circuito para una operación continua durante un tiempo específico bajo condiciones de incendio.

i) Circuitos Termocople. Se permite que los conductores de los cables Tipo PLTC utilizados para circuitos termocople Clase 2 sean de cualquiera de los materiales usados como extensión en los termocoples.

D. Requisitos de aprobación

725-179. Aprobación y marcado de los cables Clase 2, Clase 3 y Tipo PLTC. Los cables Clase 2, Clase 3 y PLTC, y las canalizaciones no metálicas de señalización, instalados como métodos de alambrado dentro de edificios, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios según 725-179(a) hasta (k) y deben estar marcados según 725-179(l).

a) Tipos CL2P y CL3P. Los cables de los tipos CL2P y CL3P para plenums, deben estar aprobados como adecuados para su uso en plenums, ductos y otros espacios de circulación de aire ambiental; además, deben

estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

NOTA: Un método para definir un cable que es de baja producción de humo y resistente al fuego consiste en que el cable presente en la prueba una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos y una densidad óptica promedio de 0.15 o menos; una distancia de propagación de la flama de máxima de 1.50 metros.

b) Tipos CL2R y CL3R. Los cables para ductos verticales, tipos CL2R y CL3R deben estar marcados como tipos CL2R Y CL3R, y deben estar aprobados como adecuados para su uso en trayectorias verticales dentro de fosos o de piso a piso, además, deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego para que no transmitan las llamas de un piso a otro.

c) Tipos CL2 y CL3. Los cables de los tipos CL2 y CL3 deben estar marcados como tipos CL2 y CL3 y estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales, plenums, ductos y otros espacios utilizados para la circulación del aire ambiental; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

d) Tipos CL2X y CL3X. Los cables de uso limitado de los tipos CL2X y CL3X deben estar marcados como tipos CL2X Y CL3X y estar aprobados como adecuados para uso en viviendas y en canalizaciones, y además, estar aprobados como resistentes a la propagación de las llamas.

e) Tipo PLTC. Los cables de potencia limitada con recubrimiento no metálico para charolas, tipo PLTC deben estar aprobados como adecuados para usarlos en charolas portacables y deben consistir en un ensamble de fábrica de dos o más conductores aislados en una cubierta no metálica. Los conductores aislados deben ser de tamaños 0.325 mm^2 (22 AWG) hasta 3.31 mm^2 (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre (sólido o trenzado) y el aislamiento sobre los conductores debe tener valor nominal de 300 volts. El núcleo del cable debe ser alguno de los siguientes: (1) dos o más conductores paralelos, (2) uno o más grupos de ensambles de conductores trenzados o en paralelo o (3) una combinación de los anteriores. Se permitirá aplicar sobre el núcleo del cable, sobre grupos de conductores o sobre ambos, una pantalla metálica o una pantalla de hoja metalizada con alambre de puesta a tierra (drain wire). El cable debe estar aprobado como resistente a la propagación del fuego. La cubierta exterior debe ser de un material no metálico y resistente a la humedad y a la luz del sol. El cable del tipo PLTC usado en un lugar mojado debe estar aprobado para su uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

Excepción 1: No se exigirá que tenga una cubierta exterior no metálica cuando se aplique sobre la cubierta no metálica un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico continuo y corrugado o una armadura de cinta entrelazada. En los cables con recubrimiento metálico sin cubierta exterior no metálica, la información requerida por 310-120 debe estar ubicada sobre la cubierta no metálica bajo el recubrimiento.

Excepción 2: Se permitirá que los conductores en los cables PLTC usados para circuitos de termopares Clase 2 sean de cualquiera de los materiales que se utilicen para el alambre de extensión de los termopares.

f) Cable de integridad del circuito (CI) o sistemas de protección del circuito eléctrico. Los cables usados para la garantizar la integridad de los circuitos críticos deben estar aprobados como cables de integridad del circuito (CI). Los cables que se especifican en 725-154(a), (b), (d)(1) y (e) y que se usan para la integridad del circuito, deben tener una clasificación adicional utilizando el sufijo "-CI". Se debe considerar que los cables que forman parte de un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico cumplen los requisitos de integridad.

g) Tensión de los cables Clase 2 y Clase 3. Los cables Clase 2 deben tener tensión nominal no menor a 150 volts. Los cables Clase 3 deben tener una tensión nominal no menor a 300 volts.

h) Conductores individuales Clase 3. Los conductores individuales Clase 3 usados como otro alambrado dentro de los edificios no deben tener un tamaño menor que 0.824 mm^2 (18 AWG) y deben ser del tipo CL3. Se permitirán los tipos de conductores descritos en 725-49 (b) que también están aprobados como tipo CL3.

NOTA: Un método para definir la resistencia a la propagación del fuego es que al someter los cables a la prueba de flama vertical para cables en charolas portacables, éstos no propaguen el fuego hasta la parte superior de la charola portacables. Otro método para definir la resistencia a la propagación del fuego es medir si el daño sufrido por el cable (longitud de la parte carbonizada) no supera 1.5 metros cuando se le somete a la prueba de flama vertical para charolas portacables.

i) Canalizaciones de señalización en plenums. Estas canalizaciones deben estar aprobadas como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

j) Canalizaciones de señalización en ductos verticales. Estas canalizaciones deben estar aprobadas como poseedoras de características adecuadas de resistencia al fuego, capaces de prevenir la propagación del fuego de un piso a otro.

k) Canalizaciones de señalización de uso general. Estas canalizaciones deben estar aprobadas como resistentes a la propagación del fuego.

l) Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con 310-120(a)(2), (a)(3), (a)(4) y (a)(5) y la Tabla 725-179. Las tensiones nominales no se deben marcar en los cables.

NOTA: Si se marcara la tensión nominal en los cables se podría mal interpretar como sugiriendo que los cables podrían ser adecuados para aplicaciones Clase 1 de alumbrado eléctrico y de fuerza.

Excepción: Se permitirá que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando estén aprobados para varias aplicaciones y las condiciones de aprobado de alguna de ellas así lo exijan.

Tabla 725-179.- Marcado de los cables

Marcado del cable	Tipo
CL3P	Cable Clase 3 en plenums
CL2P	Cable Clase 2 en plenums
CL3R	Cable Clase 3 en ductos verticales
CL2R	Cable Clase 2 en ductos verticales
PLTC	Cable de potencia limitada en charolas portacables
CL3	Cable Clase 3
CL2	Cable Clase 2
CL3X	Cable Clase 3 para propósitos limitados
CL2X	Cable Clase 2 para propósitos limitados

NOTA: Los tipos de cables Clase 2 y Clase 3 están relacionados en orden descendente en cuanto a su valor nominal de resistencia al fuego. Los cables Clase 3 están relacionados por encima de los Clase 2, puesto que se pueden utilizar en sustitución de los cables Clase 2.

ARTICULO 727

CABLES DE INSTRUMENTACION EN CHAROLAS TIPO ITC

727-1. Alcance. Este Artículo trata del uso, la instalación y las especificaciones de construcción del cable de instrumentación en charolas, aplicables a los circuitos de instrumentación y control que operan a 150 volts o menos y 5 amperes o menos.

727-2. Definición.

Cable de instrumentación en charolas, tipo ITC. Ensamble montado en fábrica de dos o más conductores aislados, con o sin conductor o conductores de puesta a tierra y forrado con un recubrimiento no metálico.

727-3. Otros Artículos. Además de las disposiciones de este Artículo, la instalación del cable tipo ITC debe cumplir con los demás Artículos aplicables de esta NOM.

727-4. Usos permitidos. Se permitirá usar cable tipo ITC en establecimientos industriales donde las condiciones de supervisión y mantenimiento aseguren que la instalación es atendida sólo por personas calificadas y en las siguientes condiciones:

(1) En charolas portacables.

(2) En canalizaciones.

(3) En lugares peligrosos, tal como lo permiten 501-10, 502-10, 503-10, 504-20, 504-30, 504-80 y 505-15.

(4) Con un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico corrugado continuo o con una armadura de cinta entrelazada sobre el recubrimiento no metálico, de acuerdo con 727-6. El cable se debe soportar y asegurar a intervalos que no superen 1.80 metros.

(5) Un cable, sin cubierta o armadura metálica, que cumpla con los requisitos de compresión e impacto del cable del tipo MC y esté identificado para ese uso como ITC-ER, se permitirá que esté expuesto. El cable debe estar soportado de manera continua y protegido contra daño físico, por medio de protección mecánica como por ejemplo puntales, ángulos o canales. El cable debe estar soportado y asegurado a intervalos no mayores de 1.80 metros.

(6) Como cable aéreo sobre un cable mensajero.

(7) Directamente enterrados cuando estén identificados para ese uso.

(8) Bajo pisos falsos en cuartos que contienen equipos de control de procesos industriales y en cuartos de bastidores de distribución donde estén dispuestos de tal forma que se eviten daños a los cables.

(9) Bajo pisos falsos en cuartos que contienen equipos de tecnología de la información, de acuerdo con 645-5 (e)(5)(c).

727-5. Usos no permitidos. No se deben instalar cables tipo ITC en circuitos que operen a más de 150 volts o más de 5 amperes.

La instalación de cable Tipo ITC con otros cables debe estar sujeta a las disposiciones establecidas en los Artículos específicos para los otros cables. Cuando los artículos específicos no contengan las disposiciones establecidas para la instalación con cable tipo ITC, no se permitirá la instalación del cable tipo ITC con los otros cables.

No se deben instalar cables tipo ITC con circuitos Clase 1 de alumbrado o de fuerza, que no sean de potencia limitada, ni con circuitos de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando terminen dentro de equipos o cajas de empalme y las separaciones se mantengan mediante barreras aislantes u otros medios.

Excepción 2: Cuando se aplique un recubrimiento o armadura metálicos sobre el recubrimiento no metálico del cable tipo ITC.

727-6. Construcción. Los conductores aislados de los cables Tipo ITC deben ser de tamaños entre 0.325 mm^2 (22 AWG) y 3.31 mm^2 (12 AWG). El material de los conductores debe ser cobre o aleación para termopar. El aislamiento de los conductores debe tener valor nominal de 300 volts. Se permitirá el blindaje.

Los cables deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego. La cubierta exterior debe ser resistente a la humedad y a la luz del sol.

Cuando se aplique un recubrimiento metálico liso, un recubrimiento metálico continuo y corrugado o una armadura de cinta trenzada sobre el recubrimiento no metálico, no se exigirá aplicar una cubierta exterior no metálica.

727-7. Marcado. Los cables deben estar marcados de acuerdo con 310-120(a)(2), (a)(3), (a)(4) y (a)(5). La tensión nominal no se debe marcar en los cables.

727-8. Ampacidad permisible. La ampacidad permisible para los conductores debe ser de 5 amperes, excepto para los conductores de 0.325 mm^2 (22 AWG) la cual debe ser de 3 amperes.

727-9. Protección contra la sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente no debe exceder 5 amperes para conductores de 0.519 mm^2 (20 AWG) y mayores, y de 3 amperes para los conductores de 0.325 mm^2 (22 AWG).

727-10. Curvas o dobleces. Las curvas en los cables del Tipo ITC se deben hacer de manera que no se dañe el cable.

ARTICULO 760

SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIOS

A. Generalidades

760-1. Alcance. Este Artículo trata de la instalación del alambrado y de los equipos de los sistemas de alarma contra incendios, incluidos todos los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios.

NOTA 1: Los sistemas de alarma contra incendios incluyen la detección del fuego y notificación de la alarma, puestos de guardia, flujo de agua de los rociadores automáticos y sistemas de supervisión de los mismos. Los circuitos controlados y alimentados por el sistema de alarma contra incendios, incluyen los circuitos de control para las funciones de los sistemas de seguridad del edificio, mandar los ascensores a pisos predefinidos, parar los ascensores, apertura de puertas, control de las compuertas y puertas corta

humos, control de las puertas y compuertas cortafuegos y parar los ventiladores, pero únicamente cuando estos circuitos estén alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios.

NOTA 2: Los circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3 se definen en el Artículo 725.

760-2. Definiciones.

Cable abandonado de alarma contra incendios. Cable instalado de alarma contra incendios que no termina en un equipo, diferente de un conector, y que no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

Circuito de alarma contra incendios. Parte del sistema de alambrado entre el lado carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o de la alimentación de potencia limitada y el equipo conectado en todos los circuitos alimentados y controlados por el sistema de alarma contra incendios. Los circuitos de la alarma contra incendios se clasifican bien sea como de potencia no limitada o de potencia limitada.

Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendios: Cable empleado en sistemas de alarma contra incendios con el fin de asegurar la continuidad del funcionamiento de los circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada: Circuito de alarma contra incendios alimentado por una fuente que cumple lo establecido en 760-41 y 760-43.

760-3. Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir las disposiciones de (a) hasta (k). Sólo aquellas secciones del Artículo 300 referenciadas en este Artículo se deben aplicar a los sistemas de alarma contra incendio.

a) Propagación del fuego o productos de combustión. Véase 300-21.

b) Plenums, ductos y otros espacios de ventilación. Véase 300-22, cuando los sistemas estén instalados en ductos, plenums u otros espacios usados para circulación de aire ambiental.

Excepción: Lo permitido en 760-53 (b)(1) y (b)(2) y 760-154(a).

c) Areas peligrosas (clasificadas). Cuando se instalen en áreas peligrosas (clasificadas), los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir los Artículos 500 a 516 y el 517 Parte D.

d) Areas con ambientes corrosivos, mojados o húmedos. Cuando se instalen en áreas con ambientes corrosivos, mojados o húmedos, los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en 110-11, 300-6 y 310-10 (g).

e) Circuitos de control del edificio. Cuando los circuitos de control del edificio (por ejemplo: mandar los ascensores a pisos predefinidos, parada de los ventiladores) estén asociados con el sistema de alarma contra incendios, deben cumplir lo establecido en el Artículo 725.

f) Cables de fibra óptica. Cuando se utilicen cables de fibra óptica en los circuitos de alarma contra incendios, se deben instalar cumpliendo lo establecido en el Artículo 770.

g) Instalación de los conductores con otros sistemas. Las instalaciones deben cumplir lo establecido en 300-8.

h) Canalizaciones o mangas expuestas a diferentes temperaturas. Las instalaciones deben cumplir con 300-7(a).

i) Soporte vertical para cables y conductores clasificados para fuego. Instalaciones verticales de cables y conductores del tipo “integridad de circuito” en una canalización, o conductores y cables de sistemas de protección de circuitos eléctricos, deberán ser instaladas conforme a 300-19.

j) Número y tamaño de cables y conductores en canalizaciones. Las instalaciones deben cumplir con 300-17.

k) Pasacables. Se debe instalar una pasacables cuando los cables emergen de una canalización utilizada para soporte mecánico o para protección, conforme a 300-15(c).

760-21. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe ver impedido por la acumulación de conductores y cables que dificulten o eviten quitar los paneles, incluso los de los plafones.

760-24. Ejecución mecánica del trabajo. Los circuitos de alarmas contra incendios se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables y los conductores instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales se deben sostener por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Dichos cables se deben sostener con flejes, grapas, ganchos, amarres de cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4 (d).

760-25. Cables abandonados. La parte accesible de los cables abandonados de alarmas contra incendios se debe retirar. Cuando los cables están identificados con una etiqueta para su uso futuro, ésta debe tener la durabilidad suficiente para tolerar el ambiente involucrado.

760-30. Identificación del circuito de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben estar identificados en los lugares de terminación y de empalme de manera que ayude a prevenir las falsas alarma contra incendios durante la prueba y mantenimiento de otros sistemas.

760-32. Circuitos de alarma contra incendios que se prolongan más allá de un edificio. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, que se extienden más allá de un edificio y que estén instalados en exteriores, deben cumplir los requisitos de instalación del Artículo 800, Partes B, C y D o cumplir con los requisitos de instalación de la Parte A del Artículo 300. Los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada que se extienden más allá de un edificio y que estén instalados en exteriores deben cumplir los requisitos de instalación de la Parte A del Artículo 300 y las secciones aplicables de la Parte A del Artículo 225.

760-35. Requisitos de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios deben cumplir lo establecido en (a) y (b) siguientes.

a) Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada. Ver las Partes A y B.

b) Circuitos de alarma contra incendio de potencia limitada. Ver las Partes A y C.

B. Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada

760-41. Requisitos de la fuente de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada.

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir lo establecido en los Capítulos 1 a 4, y la tensión de salida no debe ser mayor a 600 volts. Se debe permitir que el desconectador del circuito de alarma contra incendio sea asegurado en la posición de “encendido”.

b) Circuito derivado. El circuito derivado que alimenta los equipos de alarma de incendio no deberá alimentar ninguna otra carga. La ubicación del dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito derivado deberá ser permanentemente identificada en la unidad de control de la alarma de incendio. Los medios de desconexión del circuito deberán tener una identificación de color rojo, sólo serán accesibles a personal calificado, y deberán identificarse como “CIRCUITO DE ALARMA DE INCENDIO”. La identificación de color rojo no deberá dañar los dispositivos de protección de sobrecorriente u ocultar las marcas del fabricante. Este circuito derivado no debe ser alimentado a través de interruptores de circuito contra fallas a tierra ni interruptores de circuito contra fallas por arco.

NOTA: Véase la Excepción a 210-8(a)(5) con respecto a los contactos en sótanos no terminados en unidades de vivienda que alimentan los sistemas de alarma contra incendios.

760-43 Protección contra sobrecorriente del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los conductores tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) y mayores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con su ampacidad, sin aplicar los factores de corrección y ajustes de ampacidad de 310-15 para el cálculo de dicha ampacidad. La protección contra sobrecorriente no debe superar 7 amperes para los conductores de tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG), ni de 10 amperes para los de 1.31 mm^2 (16 AWG).

Excepción: Cuando otros Artículos de esta NOM permitan o exijan otra protección contra sobrecorriente.

760-45. Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente de un circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe estar ubicado en el punto de conexión del conductor a la red de alimentación.

Excepción 1: Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente del conductor de mayor tamaño protege también al de menor tamaño.

Excepción 2: Conductores del secundario de transformadores. Se permitirá que los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada, alimentados desde el secundario de un transformador monofásico de 2 hilos (una sola tensión), estén protegidos por el dispositivo contra sobrecorriente proporcionado en el lado primario del transformador (lado fuente), siempre que esa protección cumpla lo establecido en 450-3 y no se exceda del valor determinado al multiplicar la ampacidad de los conductores del secundario por la relación de transformación del transformador. No se deben considerar protegidos por el dispositivo contra sobrecorriente del primario los conductores del secundario de un transformador que no sea de 2 hilos.

Excepción 3: Conductores de salida de una fuente electrónica de alimentación. Se permitirán que los conductores del circuito de potencia no limitada alimentados por la salida de una fuente electrónica de alimentación, monofásica aprobada, diferente de un transformador, y que tenga sólo una salida de 2 hilos (una sola tensión) para conectarse a circuitos de potencia no limitada, estén protegidos mediante el dispositivo de

protección contra sobrecorriente proporcionado en el lado de entrada de la fuente electrónica de alimentación, siempre que esta protección no exceda el valor determinado al multiplicar la ampacidad del conductor de circuito de potencia no limitada por la relación de la tensión de salida a la de la entrada. Las salidas de una fuente electrónica de alimentación, diferentes a las de 2 hilos (una sola tensión) conectadas a circuitos de potencia no limitada, no se deben considerar como protegidas por la protección contra sobrecorriente en la entrada de la fuente electrónica de alimentación.

NOTA: Un ejemplo de fuente de alimentación de potencia no limitada que cumple con los requisitos de 760-41 es una fuente electrónica de alimentación, monofásica, aprobada, cuya salida alimenta un circuito de 2 hilos (una sola tensión).

760-46. Alambrado de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada. La instalación de los circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir con lo establecido en 110-3 (b), 300-7, 300-11, 300-15, 300-17, 300-19(b) y otros Artículos aplicables del Capítulo 3.

Excepción 1: Lo establecido en 760-48 hasta 760-53.

Excepción 2: Cuando otras secciones de esta NOM exijan otros métodos.

760-48. Conductores de diferentes circuitos en el mismo cable, envolvente o canalización.

a) Circuitos Clase 1 con circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Se permitirá que los circuitos Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada ocupen el mismo cable, envolvente o canalización, independientemente de si los circuitos individuales son de corriente continua o de corriente alterna, siempre que todos los conductores estén aislados para la tensión máxima de cualquier conductor en la envolvente o canalización.

b) Circuitos de alarma contra incendios con circuitos de alimentación. Sólo se permitirá que los conductores de los circuitos de alimentación y de alarma contra incendios ocupen el mismo cable, envolvente o canalización cuando estén conectados al mismo equipo.

760-49. Conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada.

a) Tamaños y uso. En los sistemas de alarma contra incendios sólo se permitirá utilizar conductores de cobre. Se permitirá utilizar conductores de tamaños 0.824 mm^2 (18 AWG) y 1.31 mm^2 (16 AWG) siempre que las cargas que alimentan no superen las ampacidades de la Tabla 402-5 y estén instalados en una canalización, un envolvente o un cable aprobados. Los conductores de tamaño mayor a 1.31 mm^2 (16 AWG) no deben alimentar cargas mayores que la ampacidad dada en 310-15, cuando sea aplicable.

b) Aislamiento. El aislamiento de los conductores debe ser para 600 volts. Los conductores con tamaño mayor a 1.31 mm^2 (16 AWG) deben cumplir con lo establecido en el Artículo 310. Los conductores de tamaños 1.31 mm^2 (16 AWG) y 0.824 mm^2 (18 AWG) deben ser tipos KF-2, KFF-2, PAFF, PTFF, PF, PFF, PGF, PGFF, RFH-2, RFHH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2, TF, TFF, TFN, TFFN, ZF o ZFF. Se permitirá utilizar conductores con aislamiento de otro tipo y de otro espesor, siempre que estén aprobados para uso en circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada.

NOTA: Para indicaciones sobre los usos de los tipos de conductores véase la Tabla 402-3.

c) Material de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción para (b) y (c): Se permitirá usar alambres tipos PAF y PTF sólo para aplicaciones a alta temperatura, entre 90 °C y 250 °C.

760-51. Número de conductores en canalizaciones y charolas portacables y factores de ajuste de ampacidad.

a) Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada y Clase 1. Cuando en una canalización sólo haya conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada y Clase 1, el número de conductores se debe determinar según 300-17. Los factores de ajuste de ampacidad dados en 310-15(b)(3)(a) deben aplicarse si dichos conductores llevan cargas continuas en exceso del 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor.

b) Conductores de alimentación y de circuitos de alarma contra incendios. Cuando en una canalización esté permitido instalar conductores de circuitos de alimentación y de alarma contra incendios, según lo establecido en 760-48, el número de conductores se debe determinar de acuerdo con 300-17. Los factores de ajuste de ampacidad dados en 310-15 (b)(3)(a) se deben aplicar como sigue:

(1) A todos los conductores, cuando los del circuito de alarma contra incendios conducen cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor y cuando el número total de conductores es más de tres.

(2) Sólo a los conductores del circuito de alimentación, cuando los conductores del circuito de alarma contra incendios no conducen cargas permanentes mayores al 10 por ciento de la ampacidad de cada conductor, y cuando el número de conductores de alimentación sea más de tres.

c) Charolas portacables. Cuando los conductores del circuito de alarma contra incendios estén instalados en charolas portacables, deben cumplir con 392-22 y 392-80(a).

760-53. Cables multiconductores de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Se permitirá usar cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada, que cumplan los requisitos de 760-176 en circuitos de alarma contra incendios que funcionen a 150 volts o menos y se deben instalar de acuerdo con (a) y (b) siguientes:

a) Método de alambrado del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables multiconductores de un circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada se deben instalar de acuerdo con (1), (2) y (3) siguientes:

1) En canalizaciones, expuestos en plafones y paredes, o tendido en espacios ocultos. Los empalmes de los cables o terminaciones deben hacerse en accesorios aprobados, cajas, envolventes, dispositivos de alarma contra incendios, o equipo de utilización. Cuando estén expuestos, los cables deben estar soportados adecuadamente e instalados de modo que cuenten con la máxima protección contra daños físicos mediante los elementos del edificio, como zócalos, marcos de las puertas, cornisas, etc. Cuando estén instalados máximo a 2.10 metros del piso, los cables deben estar sujetados adecuadamente a intervalos no mayores a 45 centímetros.

2) A través de pisos o paredes. Los cables deberán ser instalados en canalizaciones metálicas o tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, cuando pasen a través de un piso o de una pared hasta una altura de 2.10 metros sobre el piso, a menos que estén adecuadamente protegidos por los elementos del edificio como se detalla en el inciso (1) anterior o a menos que se suministre un medio de resguardo sólido equivalente.

3) En fosos de ascensores. Cuando estén instalados en fosos de ascensores, los cables deberán ser instalados, en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero.

Excepción: Lo establecido en 620-21 para ascensores y equipos similares.

b) Aplicaciones de los cables aprobados de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. El uso de cables de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada debe cumplir lo establecido de (1) hasta (4) siguientes:

1) Ductos. Los cables multiconductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada tipos NPLFP, NPLFR y NPLF no se deben instalar expuestos en ductos.

NOTA: Ver 300-22 (b).

2) Otros espacios usados para aire ambiental. Los cables instalados en otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser del tipo NPLFP.

Excepción 1: Los cables tipos NPLFR y NPLF instalados de acuerdo con 300-22(c).

Excepción 2: Otros métodos de alambrado permitidos por 300-22(c) y los conductores que cumplan lo establecido en 760-49(c).

Excepción 3: Se permitirá instalar cable tipo NPLFP-CI para servir como cable con clasificación nominal de integridad del circuito de 2 horas.

3) Tramos verticales. Los cables instalados en ductos verticales que atraviesen más de un piso o los instalados en ductos verticales o dentro de fosos deben ser tipo NPLFR. Cuando se exija que los cables que pasen a través del piso sean tipo NPLFR, sólo se deben usar cables adecuados para su uso en secciones verticales o en plenums.

Excepción 1: Los cables tipo NPLF u otros cables, especificados en el Capítulo 3, que cumplan lo establecido en 760-49(c) y estén encerrados en canalizaciones metálicas.

Excepción 2: Los cables del Tipo NPLF ubicados en un foso a prueba de incendios que tenga cortafuegos en cada piso.

NOTA: Véase 300-21 sobre los requisitos de cortafuegos en las penetraciones a pisos.

Excepción 3: Se permitirá instalar cable tipo NPLFP-CI para servir como cable con clasificación nominal de integridad del circuito de 2 horas.

4) Otro alambrado dentro de edificios. Los cables instalados en lugares de edificios distintos a los mencionados en los incisos anteriores (1), (2) y (3) deben ser tipo NPLF.

Excepción 1: Los métodos de alambrado del Capítulo 3 con conductores que cumplan lo establecido en 760-49(c).

Excepción 2: Se permitirá usar cables tipos NPLFP o NPLFR.

Excepción 3: Se permitirá instalar cable tipo NPLFR-CI para servir como cable con clasificación nominal de integridad del circuito de 2 horas.

C. Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada

760-121. Fuentes de alimentación para los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

a) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser como se especifica en (1), (2) ó (3) siguientes:

NOTA 1: En las Tablas 12(a) y 12(b) del Capítulo 10 se dan los requisitos de fuentes de alimentación de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada aprobadas.

NOTA 2: Véase la Excepción a 210-8(a)(5), con respecto a los contactos en sótanos no terminados en unidades de vivienda que alimentan los sistemas de alarma contra incendios

(1) Un transformador aprobado para su uso en un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada o Clase 3.

(2) Una fuente de alimentación aprobada para circuito de alarma contra incendios de potencia limitada o Clase 3.

(3) Equipo aprobado y marcado para identificar la fuente de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

NOTA: Otros equipos aprobados son, por ejemplo, tableros de control de alarma contra incendios con fuente de alimentación incorporada; una placa de circuito (circuito electrónico) aprobada para usarse como fuente de alimentación de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, si forma parte de un ensamble aprobado; una impedancia limitadora de corriente aprobada para ese propósito o como parte de un producto aprobado, utilizado junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como una batería de acumuladores, para limitar la corriente de salida.

b) Circuito derivado. El circuito derivado que alimenta los equipos de alarma de incendio no deberá alimentar ninguna otra carga. La ubicación del dispositivo de protección de sobrecorriente del circuito derivado deberá ser permanentemente identificada sobre la unidad de control de la alarma de incendio. Los medios de desconexión del circuito deberán tener una identificación de color rojo, sólo serán accesibles a personal calificado, y deberán identificarse como “CIRCUITO DE ALARMA CONTRA INCENDIO”. La identificación de color rojo no deberá dañar los dispositivos de protección de sobrecorriente u ocultar las marcas del fabricante. Este circuito derivado no debe ser alimentado a través de interruptores del circuito contra fallas a tierra ni interruptores del circuito contra fallas por arco.

760-124. Marcado de circuitos. Los equipos que alimentan los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar marcados de modo duradero en un lugar claramente visible, para señalar cada circuito que es un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

NOTA: Cuando se reclasifique un circuito de potencia limitada a uno de potencia no limitada, ver 760-130(a), Excepción 3.

760-127. Métodos de alambrado en el lado fuente de la fuente de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada. Los conductores y equipos del lado fuente de la fuente de alimentación se deben instalar de acuerdo con los requisitos apropiados de la Parte B de este Artículo y de los Capítulos 1 a 4 de esta NOM. Los transformadores u otros dispositivos alimentados desde los conductores de alimentación, deben estar protegidos por un dispositivo contra sobrecorriente a una corriente nominal no mayor a 20 amperes.

Excepción: Se permitirá que los terminales de entrada de un transformador o de otra fuente de alimentación que suministre corriente a un circuito de alarma contra incendio de potencia limitada, sean de

tamaño menor a 2.08 mm^2 (14 AWG), pero no menor a 0.824 mm^2 (18 AWG), si no tienen más de 30 centímetros de longitud y tienen un aislamiento que cumpla lo establecido en 760-49 (b).

760-130. Materiales y métodos de alambrado en el lado carga de las fuentes de alimentación del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada. Se permitirá instalar los circuitos de alarma contra incendios en el lado de la carga de la fuente de alimentación utilizando los materiales y métodos de alambrado que se especifican en los siguientes incisos (a) o (b) o una combinación de ambos.

a) Materiales y métodos de alambrado para circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada. La instalación debe realizarse de acuerdo con lo establecido en 760-46 y los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

Excepción 1: No se deben aplicar los factores de ajuste de ampacidad establecidos en 310-15 (b)(3)(a).

Excepción 2: Se permitirá conductores y cables multiconductores descritos e instalados de acuerdo con 760-49 y 760-53.

Excepción 3: Se permitirá reclasificar los circuitos de potencia limitada e instalarlos como de potencia no limitada si se eliminan las marcas exigidas por 760-124, y todo el circuito se instala utilizando los métodos de alambrado y los materiales de la Parte B, Circuitos de alarma contra incendio de potencia no limitada.

NOTA: Los circuitos de potencia limitada, reclasificados e instalados como circuitos de potencia no limitada, dejan de ser de potencia limitada, sin importar que continúen conectados a una fuente de potencia limitada.

b) Materiales y métodos de alambrado para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. Los conductores y los cables de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada descritos en 760-179 se deben instalar como se indica en (1), (2) ó (3) siguientes y en 300-7. Los dispositivos deben instalarse de acuerdo con lo establecido en 110-3 (b), 300-11(a) y 300-15.

1) En canalizaciones, expuestos en plafones y paredes, o jalado en espacios ocultos. Los empalmes de los cables o terminaciones deben hacerse en accesorios aprobados, cajas, envolventes, dispositivos de alarma contra incendios, o equipo de utilización. Cuando estén expuestos, los cables deben estar soportados adecuadamente e instalados de modo que cuenten con la máxima protección contra daños físicos mediante los elementos del edificio, como zócalos, marcos de las puertas, cornisas, etc. Cuando estén instalados máximo a 2.10 metros del piso, los cables deben estar sujetados adecuadamente a asegurados firmemente de una manera aprobada, y a intervalos no mayores a 45 centímetros.

2) A través de pisos o paredes. Los cables deberán ser instalados en canalizaciones metálicas o tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, cuando pasen a través de un piso o pared hasta una altura de 2.10 metros sobre el piso, a menos que estén adecuadamente protegidos por los elementos del edificio como se detalla en el inciso (1) anterior o a menos que se suministre un medio sólido de resguardo equivalente.

3) En fosos de ascensores. Cuando estén instalados en fosos de ascensores, deben estar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero.

Excepción: Lo establecido en 620-21 para elevadores y equipos similares.

760-133. Instalación de conductores y equipos en cables, compartimentos, charolas portacables, envolventes, pozos de visita, cajas de salida, cajas de dispositivos y canalizaciones para circuitos de potencia limitada. Los conductores y equipos para los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar de acuerdo con 760-136 hasta 760-143.

760-136. Separación de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media

1) Generalidades. Los cables y conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada no deben instalarse en cables, charolas portacables, compartimentos, envolventes, pozos de visitas, cajas de salida, cajas de dispositivos, canalizaciones o accesorios similares con conductores de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, o de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que sea permitido en (b) hasta (g) siguientes:

b) Separados por barreras. Se permitirá que los cables de circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen junto con circuitos Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estén separados por una barrera.

c) Canalizaciones dentro de envolventes. En los envolventes se permitirá instalar los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada en una canalización que los separe de los de los circuitos Clase

1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

d) Sistemas asociados dentro de los envolventes. Se permitirá que los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada en compartimientos, envolventes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares se instalen con circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, cuando estos se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada, y se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, se instalan de manera que mantengan una separación de como mínimo 6 milímetros de los cables y conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada.

(2) Los conductores del circuito operen a 150 volts o menos a tierra y cumplan además uno de los siguientes requisitos:

a. Que los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen usando cables tipo FPL, FPLR o FPLP o cables substitutos permitidos, siempre que los conductores de los cables de potencia limitada que se prolonguen más allá de la cubierta estén separados de todos los demás conductores por una distancia mínima de 6 milímetros o por una manga no conductora o una barrera no conductora.

b. Que los conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada se instalen como circuitos de potencia no limitada, de acuerdo con 760-46.

e) Envolventes con una sola abertura. Se permitirá instalar los conductores de circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada que entren en compartimentos, envolventes, cajas de salida, cajas de dispositivos o accesorios similares, con circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, si se introducen únicamente para conectarse a los equipos conectados a circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada o a otros circuitos controlados por el sistema de alarma contra incendios al cual se conectan los otros conductores en el envolvente. Si los conductores de los circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada deben entrar en un envolvente con una sola abertura, se permitirá que lo hagan a través de un accesorio individual (como una "T") siempre que estén separados de los conductores de los demás circuitos por un elemento no conductor, continuo y fijo firmemente, como una tubería flexible.

f) En fosos de ascensores. En los fosos de los ascensores, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada se deben instalar en tubo conduit metálico pesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos o tubo conduit metálico ligero. Para elevadores o equipos similares, se permitirá que estos conductores se instalen como se indica en 620-21.

g) Otras aplicaciones. Para otras aplicaciones, los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada deben estar separados como mínimo a 5 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) Cuando (a) todos los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media o (b) todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, están instalados en una canalización, cable con recubrimiento metálico, con armadura metálica, con recubrimiento no metálico o cable del tipo UF.

(2) Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados permanentemente de todos los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada por una barrera continua, no conductora y fija firmemente, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, adicional al aislamiento de los conductores.

760-139. Instalación de conductores de distintos circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Clase 2, Clase 3 y circuitos de comunicaciones en el mismo cable, envolvente, charola portacables o canalización.

a) Dos o más circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. Se permitirá instalar los conductores y cables de dos o más circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, circuitos de comunicaciones o circuitos Clase 3 en el mismo cable, envolvente, charola portacables o canalización.

b) Circuitos Clase 2 con circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. Se permitirá instalar los conductores de uno o más circuitos Clase 2 en el mismo cable, envolvente, charola portacables o canalización con conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, siempre que el aislamiento de los conductores de los circuitos Clase 2 que haya en el cable, envolvente o canalización sea por lo menos el exigido por los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

c) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia y cables del circuito de la alarma contra incendios de potencia limitada. Se permitirán en el mismo envolvente, charola portacables o canalización, circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia con cables del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

d) Circuitos de sistemas de audio y circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada. No se permitirá instalar los circuitos de los sistemas de audio descritos en 640-9(c) e instalados con métodos de alambrado Clase 2 o Clase 3, de acuerdo con 725-133 y 725-154, en el mismo cable, charola portacables o canalización con los conductores o cables de potencia limitada.

760-142. Tamaño del conductor. Sólo se permite utilizar conductores con tamaño 0.131 mm^2 (26 AWG) cuando estén empalmados con un conector certificado como adecuado para usar con conductores tamaño 0.131 mm^2 (26 AWG) hasta 0.212 mm^2 (24 AWG) o mayor y que terminen en equipos, o cuando los conductores de tamaño 0.131 mm^2 (26 AWG) terminen en un equipo certificado como adecuado para conductores de ese tamaño. Los conductores sencillos no deben tener un tamaño inferior a 0.824 mm^2 (18 AWG).

760-143. Soporte de los conductores. Los conductores del circuito de alarma contra incendios de potencia limitada no deben sujetarse con abrazaderas o cinta ni cualquier otro medio al exterior de cualquier tubo conduit u otra canalización para utilizarla como medio de apoyo.

760-145. Detectores de fuego de línea continua portadora de corriente.

a) Aplicación. En los circuitos de potencia limitada se permitirá utilizar detectores de fuego de línea continua aprobados, incluidas las tuberías de cobre aisladas de los detectores accionados neumáticamente, empleados tanto para la detección como para la transmisión de corrientes de señalización.

b) Instalación. Los detectores de fuego del tipo de línea continua deben instalarse cumpliendo lo establecido en 760-124 hasta 760-130 y 760-133.

760-154. Aplicaciones de cables aprobados tipo PLFA. Los cables del PLFA deben cumplir los requisitos descritos en (a), (b) o (c) siguientes o cuando se hacen sustituciones del cable tal como se indica en (d).

a) Plenums. Los cables instalados en plenums, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental deben ser tipo FPLP. Se permitirán los cables tipos FPLP, FPLR y FPL instalados de modo que cumplan lo establecido en 300-22. Se permitirá instalar cables del tipo FPLP-CI como cable con clasificación nominal para mantener la integridad del circuito durante 2 horas.

b) Ductos verticales. Los cables instalados en ductos verticales deben ser como los descritos en los numerales (1), (2) ó (3) siguientes:

(1) Los cables instalados en ductos verticales y que atraviesen más de un piso o los instalados en trayectorias verticales en un foso deben ser del tipo FPLR. Cuando se requieran cables tipo FPLR para penetraciones en piso sólo se deben usar cables adecuados para ductos verticales o en plenums. Se permitirá instalar cables del tipo FPLR-CI para proporcionar un cable con clasificación nominal para mantener la integridad del circuito durante 2 horas.

(2) Otros cables se deben instalar en canalizaciones metálicas o en un foso a prueba de incendios que tenga cortafuegos en cada piso.

(3) En las viviendas unifamiliares y bifamiliares se permitirá usar cables del tipo FPL.

NOTA: Véase 300-21 para los requisitos de cortafuegos en las penetraciones del piso.

c) Otro alambrado dentro de los edificios. Los cables instalados en lugares de edificios distintos a los referidos en los incisos (a) o (b) anteriores, deben ser como se describen en (c)(1), (c)(2), (c)(3) o (c)(4). Se

permitirá instalar cable del tipo FPL-CI tal como se describe en (c)(1), (c)(2), (c)(3) o (c)(4) como cable con clasificación nominal para mantener la integridad del circuito durante 2 horas.

1) Generalidades. Se permitirá cable del tipo FPL.

2) En canalizaciones. Se permitirá que los cables se instalen en canalizaciones.

3) Espacios no ocultos. Se permitirá instalar los cables especificados en el Capítulo 3 de esta NOM y que cumplan los requisitos de 760-179(a) y (b) en espacios no ocultos, cuando la longitud expuesta del cable no sea mayor a 3.00 metros.

4) Sistemas portátiles de alarma contra incendios. Se permitirá que los sistemas portátiles de alarmas contra incendios que protegen los escenarios o estudios cuando no están en uso, utilicen métodos de alambrado de acuerdo con 530-12.

d) Sustituciones del cable de alarma contra incendios. Se permitirán las sustituciones del cable de alarma contra incendios indicadas en la Tabla 760-154(d) y que se ilustran en la Figura 760-154(d). Cuando se instalan los cables sustitutos, se deben aplicar los requisitos de alambrado del Artículo 760, Partes A y C.

Tabla 760-154(d).- Sustituciones de los cables

Tipo de cable	Referencias	Sustituciones permitidas
FPLP	760-154(a)	CMP
FPLR	760-154(b)	CMP, FPLP, CMR
FPL	760-154(c)	CMP, FPLP, CMR, FPLR, CMG, CM

D. Requisitos de aprobación

760-176. Aprobado y marcado de los cables de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada que se instalen como alambrado dentro de los edificios, deben estar aprobados de acuerdo con 760-176(a) y (b), y como resistentes a la propagación del fuego según 760-176(c) hasta (f) y estar marcados según 760-176(g). El cable utilizado en lugares mojados debe estar aprobado para su uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

a) Materiales de los conductores de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado de tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG) o mayor.

b) Conductores aislados. Los conductores aislados deben tener un valor nominal para 600 volts. Los conductores aislados de tamaño 2.08 mm^2 (14 AWG) y mayores deben ser de uno de los tipos indicados en la Tabla 310-104(a) o uno identificado para este uso. Los conductores aislados de tamaños 0.824 mm^2 (18 AWG) y 1.31 mm^2 (16 AWG) deben estar de acuerdo con lo especificado en 760-49.

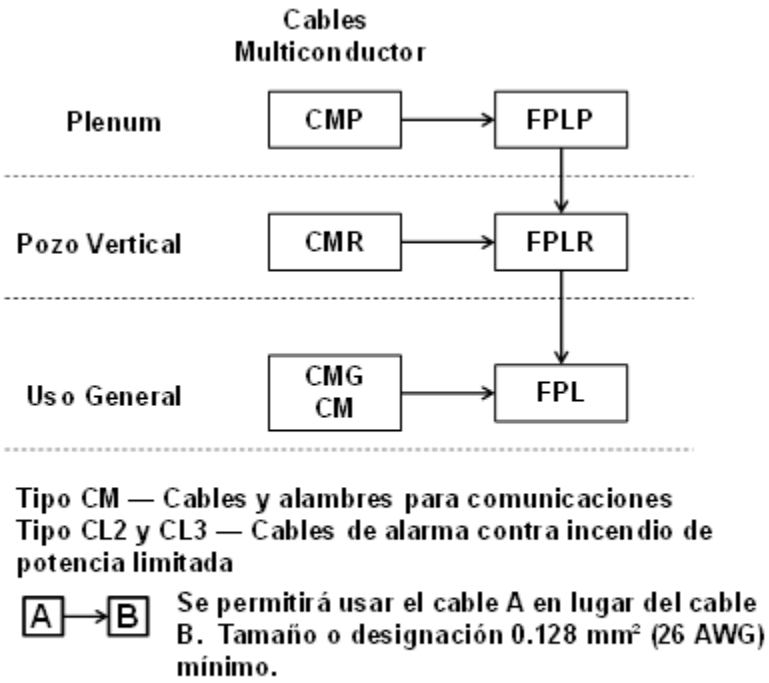


Figura 760-154(d).- Jerarquía de la sustitución de los cables

NOTA: Véase 800-179 para más información sobre los cables de comunicaciones (CMP, CMR, CMG y CM).

c) Tipo NPLFP. Los cables de alarma contra incendios de potencia no limitada del tipo NPLFP para uso en otros espacios usados para aire ambiental deben estar aprobados para su uso en estos lugares, tal como se describe en 300-22(c) y también deben estar aprobados como poseedores de características para una adecuada resistencia al fuego y baja producción de humo.

NOTA: Un método para definir que un cable es de baja producción de humo y que un cable es resistente al fuego consiste en que el cable exhiba una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 metros o menos.

d) Tipo NPLFR. Los cables del circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada del tipo NPLFR para ductos verticales, deben estar aprobados para ser instalados en una trayectoria vertical, en un foso o de piso a piso y deben también estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y capaces de prevenir la propagación de las llamas de un piso a otro.

e) Tipo NPLF. Los cables tipo NPLF para alarmas contra incendio de potencia no limitada deben estar aprobados para uso en alarmas contra incendio de uso general, excepto en ductos verticales, plenums, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

f) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables usados con el fin de garantizar la integridad de circuitos críticos deben estar aprobados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables especificados en 760-176(c), (d) y (e) y que se usen para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional empleando el sufijo "-CI". Se debe considerar que los cables que forman parte de un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico cumplen los requisitos de integridad.

g) Marcado de los cables de circuito de alarma contra incendios de potencia no limitada. Los cables multiconductores de alarma contra incendios de potencia no limitada se deben marcar de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-176(g). Se permitirá que los cables de alarma contra incendios de potencia no

limitada estén marcados con la tensión nominal máxima de 150 volts. Los cables aprobados para integridad del circuito deben estar identificados con el sufijo “CI”, según se define en 760-176(f).

NOTA: Los tipos de cables están aprobados en orden descendente según la clasificación de resistencia nominal contra el fuego.

760-179. Aprobado y marcado de cables PLFA y de los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada.

Los cables tipo FPL instalados como alambrado dentro de edificios deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego y otros criterios de acuerdo con (a) hasta (h) y deben estar marcados según (i) siguientes. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada deben estar aprobados de acuerdo con 760-179(j). El cable utilizado en lugares mojados debe estar aprobado para uso en lugares mojados o tener un recubrimiento metálico impermeable a la humedad.

a) Materiales de los conductores. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado.

b) Tamaño de los conductores. El tamaño de los conductores en un cable multiconductor no debe ser menor a 0.131 mm^2 (26 AWG). Los conductores individuales no deben ser de tamaño menor a 0.824 mm^2 (18 AWG).

c) Valor nominal. Los cables deben tener una tensión nominal mínimo de 300 volts.

d) Tipo FPLP. Los cables de alarmas contra incendios de potencia limitada para plenums tipo FPLP deben ser adecuados para instalarlos en plenums, ductos y otros espacios para aire ambiental, y también deben estar aprobados como poseedores de características para una adecuada resistencia al fuego y baja producción de humo.

e) Tipo FPLR. Los cables de alarma contra incendios de potencia limitada para ductos verticales tipo FPLR, deben estar aprobados como adecuados para instalarlos en trayectorias verticales en un foso o de piso a piso, y deben también estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego capaces de prevenir la propagación de las llamas de un piso a otro.

f) Tipo FPL. Los cables de alarma contra incendios de potencia limitada tipo FPL deben estar aprobados como adecuados para uso en alarmas contra incendio de uso general excepto en ductos verticales, plenums, ductos y otros espacios utilizados para aire ambiental y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

g) Cable de integridad (CI) del circuito de alarma contra incendio o sistema de protección del circuito eléctrico. Los cables usados con el fin de garantizar la integridad de circuitos críticos deben estar aprobados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables especificados en 760-179(d), (e), (f) y (h) y que se usen para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo “-CI”. Se debe considerar que los cables que forman parte de un sistema aprobado de protección del circuito eléctrico cumplen los requisitos de supervivencia.

h) Cables coaxiales. Se permitirá que los cables coaxiales empleen un alambre conductor central de acero recubierto de cobre de conductividad del 30 por ciento, y deben estar aprobados como cables tipos FPLP, FPLR o FPL.

i) Marcado de cables. Los cables se deben marcar de acuerdo con lo establecido en la Tabla 760-179(i). En los cables no se debe marcar su tensión nominal. Los cables aprobados para integridad del circuito deben identificarse con el sufijo CI, según se define en (g).

NOTA: Si se marcara la tensión en los cables, éste se podría interpretar mal, como sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de alumbrado, de fuerza y Clase 1.

Excepción: Se permitirá que la tensión nominal esté marcada en los cables cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se requiera por uno o más de las aprobaciones.

NOTA: Los cables identificados en (d), (e) y (f) que cumplan con los requisitos para la integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo “CI” (por ejemplo, FPLP-CI, FPLR-CI y FPL-CI).

j) Detectores de incendio del tipo de línea continua aislada. Los detectores de incendio del tipo de línea continua aislada, deben ser clasificados de acuerdo con (c), aprobados como resistentes a la propagación del fuego según (d) hasta (f), marcados de acuerdo con (i) y el compuesto de la cubierta exterior debe tener un alto grado de resistencia a la abrasión.

Tabla 760-179(i).- Marcados de cables

Marcados del cable	Tipo de cable

FPLP	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada en plenums
FPLR	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada en ductos verticales
FPL	Cable de alarma contra incendios de potencia limitada

ARTICULO 770

CABLES Y CANALIZACIONES PARA FIBRA OPTICA

NOTA: El término general conductor de puesta a tierra como se ha utilizado previamente en este Artículo es reemplazado por el término conductor de unión o por el término conductor del electrodo de tierra, según sea aplicable, para reflejar con mayor precisión la aplicación y la función del conductor.

A. Generalidades

770-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a la instalación de cables de fibra óptica, canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables. Este Artículo no abarca la construcción de cables de fibra óptica ni de canalizaciones para fibra óptica.

770-2. Definiciones. Ver el Artículo 100. Para los propósitos de este Artículo, se aplican las siguientes definiciones adicionales.

Cable de fibra óptica abandonado. Cable de fibra óptica instalado que no termina en un equipo, diferente de un conector, y no está identificado para su uso futuro con una etiqueta.

NOTA: Ver el Artículo 100 con respecto a la definición de Equipo.

Cable de fibra óptica compuesto. Un cable que contiene fibras ópticas y conductores eléctricos portadores de corriente.

Cable conductor de fibra óptica. Conjunto ensamblado en fábrica de una o más fibras ópticas con cubierta, que contiene elementos conductivos no portadores de corriente, como por ejemplo: elementos metálicos para agregar resistencia mecánica, barreras metálicas para el vapor y armadura metálica o recubrimiento metálico.

NOTA: Ver el Artículo 100 con respecto a dos definiciones diferentes de Expuesto.

Cable no conductor de fibra óptica. Conjunto ensamblado en fábrica de una o más fibras ópticas con cubierta, que no contiene elementos metálicos ni otros materiales eléctricamente conductores.

Cable de fibra óptica. Ensamble hecho en fábrica de una o más fibras ópticas, que tiene una cubierta externa, que transmite luz para control, señalización, y comunicaciones.

Canalización para fibra óptica. Canal cerrado de materiales no metálicos diseñado para soportar cables de fibra óptica en plenums, ductos verticales y aplicaciones de propósito general.

NOTA: Ver el Artículo 100 con respecto a la definición de Canalización.

Ensamble enrutador de cables. Un sólo canal o canales múltiples conectados, así como los accesorios correspondientes, que forman un sistema estructurado que se utiliza para soportar, proteger y enrutar una gran cantidad de hilos y cables, por lo general alambres y cables de comunicaciones, cables de fibra óptica y cables (Clase 2 y Clase 3) asociados con la tecnología de la información y equipo de comunicaciones.

Expuesto (a contacto accidental). Cable de fibra óptica conductivo que se encuentra en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, se puede producir contacto entre elementos conductivos no portadores de corriente del cable y un circuito eléctrico.

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio en el cual el cable emerge de una pared externa, de una placa de concreto en el piso, o de un tubo conduit metálico pesado (tipo RMC) o un tubo conduit metálico semipesado (tipo IMC) conectado mediante un conductor de puesta a tierra a un electrodo, de acuerdo con 770-100(b).

Recubrimiento del cable. Cubierta sobre el ensamble de fibra óptica que incluye una o más cubiertas y puede incluir uno o más elementos metálicos o elementos de resistencia mecánica.

770-3. Otros Artículos. Las instalaciones de cables de fibra óptica y sus canalizaciones, deben cumplir lo establecido en (a) y (b) siguientes. Sólo aquellas secciones del Capítulo 2 y del Artículo 300 referenciadas en este Artículo se deben aplicar a los cables de fibra óptica y a las canalizaciones para fibra óptica.

a) Areas peligrosas (clasificadas). Se permite instalar cables de fibra óptica aprobados en áreas peligrosas (clasificadas). Los cables deben ser sellados de acuerdo con los requisitos de 501-15, 502-15, 505-16 ó 506-16, lo que sea aplicable.

b) Cables compuestos: Cables compuestos de fibra óptica serán clasificados como cables eléctricos de acuerdo al tipo de conductores eléctricos. Deberán ser construidos, aprobados, y marcados de acuerdo con el Artículo apropiado para cada tipo de cable eléctrico.

770-12. Ductos internos para cables de fibra óptica. Se permitirá instalar canalización para fibra óptica aprobada para plenums, canalización para fibra óptica aprobada para ductos verticales o canalización para fibra óptica aprobada para uso general, seleccionadas de acuerdo con las disposiciones de 770-154, como ductos internos en cualquier tipo de canalización permitida en el Capítulo 3.

770-21. Acceso a equipos eléctricos detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no se debe impedir por la acumulación de cables de fibra óptica que dificulten o eviten quitar los paneles, incluso los de los plafones suspendidos.

770-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los cables de fibra óptica se deben instalar de manera ordenada y profesional. Los cables instalados expuestos en la superficie de plafones y paredes laterales deben estar soportados por la estructura del edificio de modo que el cable no se dañe durante el uso normal del edificio. Dichos cables se deben asegurar usando accesorios de fijación incluyendo flejes, grapas, ganchos, amarres para cable o accesorios similares diseñados e instalados de modo que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(d) y 300-11.

770-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de fibra óptica abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

770-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalaciones de cables de fibra óptica y de canalizaciones para fibra óptica en espacios huecos, ductos verticales y ductos de ventilación o circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de las penetraciones de los cables de fibra óptica y de las canalizaciones para fibra óptica a través de paredes, divisiones, pisos o plafones con resistencia nominal al fuego deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego.

NOTA: Los directorios de materiales eléctricos para la construcción publicados por los laboratorios de prueba calificados contienen muchas restricciones de aprobado de la instalación, necesarias para mantener la clasificación de resistencia nominal al fuego de los ensambles cuando se hacen penetraciones o aberturas. Las normas de construcción también contienen restricciones sobre las penetraciones de las membranas en los lados opuestos de un ensamble para pared con clasificación de resistencia nominal al fuego. Un ejemplo es la separación horizontal mínima de 60 centímetros que generalmente se aplica entre las cajas instaladas en los lados opuestos de la pared. En las normas de edificio, directorios de resistencia contra el fuego y aprobaciones de producto se pueden encontrar ayudas para cumplir con lo especificado en esta sección.

B. Cables en el exterior y entrando a los edificios.

770-48. Cables afuera y entrando a los edificios.

a) Cables conductores y no conductores. Se permitirá instalar cables de fibra óptica conductores y no conductores aprobados, en espacios de edificios distintos de: ductos verticales, plenums ductos usados para aire ambiental, y otros espacios usados para aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no supere los 15.00 metros y el cable entre en el edificio desde el exterior y termine en un envolvente.

NOTA 1: Por lo general se utilizan cajas de empalme o de terminación, tanto metálicas como de plástico, como envolventes para empalme o terminación de los cables de fibra óptica.

NOTA 2: Véase 770-2 con respecto a la definición de punto de entrada.

b) Cables no conductores en canalizaciones. Se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores en el exterior de la planta entren en el edificio desde el exterior y estén tendidos en sistemas de canalizaciones instalados de acuerdo con cualquiera de los siguientes Artículos del capítulo 3: Artículo 342, tubo conduit Metálico semipesado Tipo IMC; Artículo 344, tubo conduit metálico pesado Tipo RMC; Artículo 352, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo Tipo PVC; y Artículo 358, tubo conduit metálico ligero Tipo EMT.

C. Protección

770-93. Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica que entran al edificio o terminan en el exterior de éste, deben cumplir con lo dispuesto en (a) o (b) siguientes.

a) Que entran al edificio. En las instalaciones donde un cable de fibra óptica esté expuesto al contacto con conductores de circuitos de alumbrado o de fuerza, y el cable entre al edificio, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 770-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de fibra óptica está expuesto al contacto con los conductores de fuerza o de alumbrado eléctrico y el cable termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos no portadores de corriente deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 770-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

D. Métodos de puesta a tierra

770-100. Puesta a tierra y unión del cable de entrada. Cuando se requiera, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran en los edificios deben estar unidos y puestos a tierra tal como se especifica en (a) hasta (d) siguientes:

a) Conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra.

1) Aislamiento. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado y se permitirá que sea aislado, forrado o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre o de otro material conductor resistente a la corrosión, trenzado o sólido.

3) Tamaño. El tamaño del conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser inferior al 2.08 mm^2 (14 AWG). Debe tener una ampacidad no menor que la del elemento puesto a tierra. No se exigirá que el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra sea de un tamaño superior al 13.3 mm^2 (6 AWG).

4) Tendido en línea recta. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe tender en una línea lo más recta que sea posible.

5) Daños físicos. Cuando sea necesario, el conductor de unión y el conductor del electrodo de puesta a tierra deberán estar protegidos contra daños físicos. Cuando estos conductores estén instalados en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben estar unidos a los conductores contenidos o a la misma terminal o electrodo al cual se conecta el conductor.

b) Electrodo. El conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar de acuerdo con (1), (2) ó (3) siguientes.

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión de intersistema. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión de intersistema como es requerido en 250-94, el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar conectado a la terminal de unión del intersistema.

NOTA: Ver Artículo 100 para la definición de terminación de unión de intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

(1) Al sistema del electrodo de puesta a tierra del edificio o estructura, tal como se indica en 250-50.

(2) Al sistema de tubería metálica interior de agua, puesta a tierra, a una distancia máxima de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica en 250-52.

(3) Al medio accesible de la acometida, afuera de las envolventes, tal como se indica en 250-94.

(4) La canalización metálica no flexible de la acometida.

(5) Al envolvente del equipo de acometida.

(6) Al conductor del electrodo de puesta a tierra o al envolvente metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra de la acometida, o

(7) Al conductor de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté puesto a tierra a un electrodo, tal como se indica en 250-32.

3) En edificios o estructuras sin terminal de unión de intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión de intersistemas ni un medio de puesta a tierra, tal como se describe en (b)(2) anterior, el conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos.

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).

(2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene un medio de puesta a tierra, como se describe en 770-100(b)(2) o (b)(3)(1), a cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(7) y (a)(8) o a una varilla o tubo cuya longitud no sea inferior a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrado, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente mojada y separado de los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas según se indica en 800-53 y por lo menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor y los conductores aéreos de pararrayos, no se deben utilizar como electrodos para los elementos metálicos no conductores de corriente.

c) Conexión al electrodo. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en 250-70.

d) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de cobre, de tamaño no menor a 13.3 mm^2 (6 AWG) o equivalente entre el electrodo de puesta a tierra y el sistema del electrodo de puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada cuando se utilizan electrodos separados.

Excepción: En casas móviles, tal como se indica 770-106 siguiente.

NOTA 1: Véase 250-60 con respecto al uso de los terminales aéreos (varillas pararrayos).

NOTA 2: La unión de todos los electrodos separados limita las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

770-106. Puesta a tierra y unión de los cables de entrada a casas móviles.

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

(1) Cuando no hay equipo de acometida de la casa móvil ubicado a una distancia no mayor que 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran a la casa móvil deben estar puestos a tierra de acuerdo con 770-100(b)(3).

(2) Cuando no hay un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra según 250-32 y ubicado a una distancia no mayor que 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, los elementos metálicos no portadores de corriente de los cables de fibra óptica que entran a la casa móvil deben estar puestos a tierra de acuerdo con 770-100(b)(3).

b) Unión. El electro de puesta a tierra debe estar unido al bastidor metálico o a la terminal de puesta a tierra disponible en la casa móvil, con un conductor de cobre de puesta a tierra de tamaño no menor a 3.31 mm^2 (12 AWG) bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando no hay equipo de acometida ni medios de desconexión para la casa móvil, tal como se indica en 770-106(a).

(2) Cuando la casa móvil es alimentada con cordón y clavija.

E. Métodos de instalación dentro de los edificios

770-110. Canalizaciones para cables de fibra óptica.

a) Tipos de canalización. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados en cualquier canalización que cumpla con (1) ó (2) siguientes:

1) Canalizaciones reconocidas en Capítulo 3. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados de acuerdo con el capítulo 3. Las canalizaciones serán instaladas de acuerdo con los requisitos del capítulo 3.

2) Otras canalizaciones permitidas. Se permitirá que cables de fibra óptica sean instalados en canalizaciones aprobadas para fibra óptica en plenum, canalizaciones aprobadas para comunicaciones en plenums, canalizaciones aprobadas para fibra óptica canalizaciones aprobadas para fibra óptica en ductos verticales, canalizaciones aprobados para comunicaciones en ductos verticales, canalizaciones aprobadas para fibra óptica de propósito general, o canalizaciones aprobadas para comunicaciones de propósito general, seleccionadas de acuerdo con 770-113, e instaladas de acuerdo con 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requisitos aplicables a tubos eléctricos no metálicos.

b) Ocupación de cables de fibra óptica en canalizaciones. La ocupación de cables de fibra óptica en canalizaciones deberá cumplir con (1) ó (2) siguientes:

1) Sin circuitos de alumbrado o fuerza. Cuando cables de fibra óptica estén instalados en canalización que no contenga circuitos de alumbrado o fuerza, no se deberán aplicar los requisitos de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10.

2) Cables no conductivos de fibra óptica con circuitos de alumbrado o fuerza. Cuando cables no conductivos de fibra óptica son instalados con circuitos de alumbrado o fuerza en una canalización, se aplicarán los requisitos de ocupación de los Capítulos 3 y 10.

770-113. Instalación de cables de fibra óptica y canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables. Instalación de cables de fibra óptica y canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables deben cumplir con (a) hasta (j) siguientes. La instalación de canalizaciones también debe cumplir con 770-12 y 770-110.

a) Aprobado. Canalizaciones y cables de fibra óptica, y ensambles enrutadores de cables instalados en edificios deberán ser aprobados**.**

Excepción: Cables de fibra óptica que cumplan con 770-48 no necesitan ser aprobados.

b) Ductos prefabricados utilizados para aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables en ductos, como se describe en 300-22(b) si estos cables tienen interacción directa con el sistema de distribución de aire:

(1) Cables tipo OFCP y OFNP hasta 1.2 metros

(2) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN Y OFC instalados en canalizaciones que están instaladas de acuerdo con 300-22(b)

c) Otros espacios utilizados para aire ambiental (plenums). Los siguientes cables y canalizaciones serán permitidos en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

(1) Cables tipo OFNP y OFCP

(2) Canalizaciones para fibra óptica en plenums

(3) Cables tipo OFNP y OFCP instalados en canalizaciones para fibra óptica en plenums o canalizaciones para comunicaciones en plenums.

(4) Cables tipo OFNP y OFCP y canalizaciones para fibra óptica en plenums soportados por charolas portacables metálicas o sistemas de charolas portacables.

(5) Cables tipos OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en canalizaciones que están instaladas de acuerdo con 300-22(c).

(6) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC y canalizaciones para fibra óptica en plenums, canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales y canalizaciones para fibra óptica de propósito general, suportadas por charolas portacables metálicas de fondo sólido con tapa metálica sólida en otros espacios usados para aire ambiental (plenums) como se describe en 300-22(c).

d) Ductos verticales — Cables, canalizaciones y ensambles enrutadores de cables en ductos verticales. Los siguientes cables, canalizaciones y ensambles enrutadores de cables serán permitidos en tendidos verticales para atravesar uno o más pisos y en tendidos verticales en un pozo:

(1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, y OFCR

(2) Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales y plenums.

(3) Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales

(4) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, y OFCR instalados en:

a. Canalizaciones para fibra óptica en plenums

b. Canalizaciones para comunicaciones en plenums

c. Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales

d. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales

e. Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales

NOTA: Véase 770-26 para requerimientos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

e) Ductos verticales — cables, canalizaciones en canalizaciones metálicas. Los siguientes cables y canalizaciones serán permitidos en canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso.

(1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC

(2) Canalizaciones para fibra óptica para plenums, pozos verticales, y de propósito general.

(3) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en:

a. Canalizaciones para fibra óptica en plenums

b. Canalizaciones para comunicaciones en plenums
c. Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales
d. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
e. Canalizaciones para fibra óptica de propósito general
f. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general

NOTA: Véase 770-26 para requerimientos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

f) Ductos verticales — cables, canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables en espacios a prueba de fuego. Los siguientes cables, canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables se permitirá que sean instalados en espacios verticales a prueba de fuego que tengan cortafuegos en cada piso:

(1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC
(2) Plenums, ductos verticales y canalizaciones para fibra óptica de propósito general
(3) Ductos verticales y ensambles enrutadores de cables de propósito general
(4) Cables instalados tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC en:
a. Canalizaciones para fibra óptica en plenums
b. Canalizaciones para comunicaciones en plenums
c. Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales
d. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
e. Canalizaciones para fibra óptica de propósito general
f. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
g. Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales
h. Ensambles enrutadores de cables de propósito general

NOTA: Véase 770-26 para requerimientos de cortafuegos en aberturas a través de pisos.

g) Ductos verticales en viviendas unifamiliares y bifamiliares. Los siguientes cables, canalizaciones y ensambles enrutadores de cables serán permitidos en viviendas unifamiliares y bifamiliares:

(1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC
(2) Canalizaciones para fibra óptica para plenums, pozos verticales y de propósito general
(3) Pozos verticales y ensambles enrutadores de cables de propósito general.
(4) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en:
a. Canalizaciones para fibra óptica en plenums
b. Canalizaciones para comunicaciones en plenums
c. Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales
d. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
e. Canalizaciones para fibra óptica de propósito general
f. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general
g. Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales
h. Ensambles enrutadores de cables de propósito general

h) Charolas portacables. Los siguientes cables y canalizaciones se permitirá que estén soportadas por charolas portables:

(1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC
(2) Canalizaciones para fibra óptica en plenums, ductos verticales y de propósito general
(3) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en:
a. Canalizaciones para fibra óptica en plenums
b. Canalizaciones para comunicaciones en plenums
c. Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales
d. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales
e. Canalizaciones para fibra óptica de propósito general
f. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general

i) Bastidores de distribución y marcos de conexión. Los siguientes cables, canalizaciones y ensambles enrutadores de cables se permitirá que sean instalados en bastidores de distribución y marcos de conexión:

(1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC

(2) Canalizaciones para fibra óptica en plenums, ductos verticales y de propósito general

(3) Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales o para propósito general

(4) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en:

a. Canalizaciones para fibra óptica en plenums

b. Canalizaciones para comunicaciones en plenums

c. Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales

d. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales

e. Canalizaciones para fibra óptica de propósito general

f. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general

g. Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales

h. Ensambles enrutadores de cables de propósito general

j) Otros lugares del edificio. Los siguientes cables, canalizaciones y ensambles enrutadores de cables se permitirá que sean instalados en lugares de un edificio, que no sean los considerados en los incisos (b) hasta (i) anteriores

(1) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC

(2) Canalizaciones para fibra óptica en plenums, ductos verticales y de propósito general

(3) Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales o para propósito general

(4) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en:

a. Canalizaciones para fibra óptica en plenums

b. Canalizaciones para comunicaciones en plenums

c. Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales

d. Canalizaciones para comunicaciones en ductos verticales

e. Canalizaciones para fibra óptica de propósito general

f. Canalizaciones para comunicaciones de propósito general

g. Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales

h. Ensambles enrutadores de cables de propósito general

(5) Cables tipo OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, y OFC instalados en algún tipo de canalización reconocida en Capítulo 3

770-114. Puesta a tierra. Los elementos conductivos no portadores de corriente de cables de fibra óptica deben ser unidos a un bastidor o envolvente de equipo puesto a tierra, o puesto a tierra de acuerdo con los métodos de puesta a tierra especificados en 770-100(b)(2).

770-133. Instalación de fibras ópticas y conductores eléctricos.

a) Con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Cuando los cables de fibra óptica están dentro del mismo cable compuesto para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, que operen a 600 volts o menos, se permitirá que estén instalados únicamente cuando las funciones de la fibra óptica y de los conductores eléctricos estén asociadas.

Se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores ocupen la misma canalización o charola portacables con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, que operen a 600 volts o menos. No se permitirá que los cables de fibra óptica conductores ocupen la misma canalización o charola portacables, con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, tipo ITC o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Se permitirá que las fibras ópticas en cables de fibra óptica compuestos que tengan únicamente conductores de corriente para circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 con valor nominal para 600 volts o menos, ocupen el mismo gabinete, charola portacables, caja de salida, panel, canalización u otro envolvente

de terminación junto con conductores para circuitos de alumbrado, de fuerza, o Clase 1 que operen a 600 volts o menos.

No se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores ocupen el mismo gabinete, caja de salida, panel, o envolvente similar que aloje a las terminaciones eléctricas de un circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Se permitirá la ocupación del mismo gabinete, caja de salida, panel o envolvente similar cuando los cables de fibra óptica no conductores estén asociados funcionalmente con el circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 2: Se permitirá la ocupación del mismo gabinete, caja de salida, panel o envolvente similar cuando los cables de fibra óptica no conductores se instalan en centros de control ensamblados en fábrica o en campo.

Excepción 3: Unicamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá que los cables de fibra óptica no conductores estén con circuitos que operen a más de 600 volts.

Excepción 4: Unicamente en establecimientos industriales, donde las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que la instalación será atendida únicamente por personas calificadas, se permitirá la instalación de fibras ópticas en cables de fibra óptica compuestos que tengan conductores portadores de corriente que operen a más de 600 volts.

Excepción 5: Si todos los conductores de los circuitos de alumbrado eléctrico, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los cables de fibra óptica por una barrera permanente o una división aprobada.

b) Con cables de comunicación. Las fibras ópticas se permitirán en el mismo cable, y los cables de fibra óptica conductores y no conductores se permitirán en la misma charola portacables, envolvente, canalización o ensamble enrutador de cables, junto con cualquiera de los conductores siguientes:

(1) Clase Circuitos de comunicaciones, de conformidad con las Partes A y D del Artículo 800.

(2) Antenas comunales de televisión y sistemas de distribución de, radio de conformidad con las Partes A y D del Artículo 820.

(3) Circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, de conformidad con las Partes A y D del Artículo 830.

c) Con otros circuitos. Las fibras ópticas se permitirán en el mismo cable, y los cables de fibra óptica conductivos y no conductivos se permitirán en la misma charola portacables, envolvente, o canalización con cualquiera de los conductores siguientes:

(1) Circuitos de control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de potencia limitada, de conformidad con las Partes A y C del Artículo 725.

(2) Sistemas de alarma contra incendios de potencia limitada, de conformidad las Partes A y C del Artículo 760.

d) Soporte de los cables. Las canalizaciones se deben utilizar para el uso proyectado. Los cables de fibra óptica no deben sujetarse con flejes o con cinta ni con cualquier otro medio de sujeción al exterior de cualquier tubo conduit u otra canalización como medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los tramos aéreos de los cables de fibra óptica estén unidos al exterior de un mástil del tipo canalización proyectado para la sujeción y el soporte de dichos cables.

770-154. Aplicaciones de cables de fibra óptica y canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables aprobados. Aplicaciones permitidas y no permitidas de cables de fibra óptica, canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables aprobados, deben cumplir con cualquiera de los requisitos indicados en la Tabla 770-154(a). Las aplicaciones permitidas deberán sujetarse a los requisitos de instalación de 770-110 y 770-113. Se permitirá sustitución por cable de fibra óptica como se indica en la tabla 770-154(b) y como se ilustra en la figura 770-154.

Tabla 770-154(a).- Aplicaciones canalizaciones y cable de fibra óptica aprobados, y ensambles enrutadores de cables aprobados en edificios.

Aplicaciones		Cables, canalizaciones, y ensambles enrutadores de cables tipo							
		OFNP, OFCP	OFNR, OFCR	OFNG, OFCG, OFN, OFC	Ensambles enrutadores de cables para ductos verticales	Ensambles enrutadores de cables para propósito general	Canalizaciones de fibra óptica para plenums	Canalizaciones de fibra óptica para ductos verticales	Canalizaciones de fibra óptica para propósito general
En Ductos prefabricados como se describen en 300-22(b)	En ductos prefabricados	S*	N	N	N	N	N	N	N
	En canalizaciones que cumplen con 300-22(b)	S*	S*	Y*	N	N	S*	S*	S*
En otro espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c)	En otros espacios usados para aire ambiental	S*	N	N	N	N	S*	**N**	**N**
	En canalizaciones metálicas que cumplen 300-22(c)	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*
	En canalizaciones para comunicaciones y fibra óptica para plenum	S*	N	N	N	N			
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	S*	N	N	N	N	S*	N	N
	Soportado por charolas portables metálicas	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*
En ductos verticales	En tendidos verticales	S*	S*	N	S*	N	S*	S*	N
	En canalizaciones metálicas	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*
	En espacios a prueba de fuego	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*
	Canalizaciones para comunicaciones y fibra óptica en plenums	S*	S*	N	N	N			
	Canalizaciones para comunicaciones y fibra óptica en ductos verticales	S*	S*	N	N	N			
	Ensambles enrutadores de cables en ductos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N	N
	En viviendas	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*
Dentro de edificios que no haya espacios para manejo de aire y ductos verticales	General	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*
	Soportado por charolas portacables	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*
	En bastidores de distribución y marcos de conexión	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*
	En alguna canalización reconocida en el capítulo 3	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*
	En canalizaciones para fibra óptica y comunicaciones en plenums	S*	S*	S*	N	N			
	En canalizaciones para fibra óptica y comunicaciones en ductos verticales, y ensambles enrutadores de cables en ductos verticales	S*	S*	S*	N	N			
	En canalizaciones para fibra óptica y comunicaciones de propósito general, y ensambles enrutadores de cables de propósito general	S*	S*	S*	N	N			

Una "N" en la tabla indica que el tipo de cable no se permite sea instalado en la aplicación. Una "S" indica que el cable se permite sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 770-110 y 770-113.

Parte E del Artículo 770 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla contiene las aplicaciones aprobadas para canalizaciones y cables de fibra óptica. La definición del punto de entrada se encuentra en el Artículo 770-2. Cables de entrada de fibra óptica que no provengan desde un tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado no se consideren en el edificio.

Para más información sobre las restricciones de la instalación de cables de fibra óptica en ductos prefabricados ver 770-113 (b).

Tabla 770-154(b).- Sustituciones de cables

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
OFNP	Ninguna
OFCP	OFNP
OFNR	OFNP
OFCR	OFNP, OFCP, OFNR
OFNG, OFN	OFNP, OFNR
OFCG, OFC	OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN

F. Requisitos de aprobación

770-179. Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica deben estar aprobados de acuerdo con 770-179(a) hasta (e) y se deben marcar de acuerdo con la Tabla 770-179. Los cables de fibra óptica deben tener una temperatura de operación de cuando menos 60 °C.

a) Tipos OFNP y OFCP. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores para plenums, tipos OFNP y OFCP deben estar aprobados como adecuados para su uso en plenums, ductos y otros espacios usados para aire ambiental y, además, deben estar aprobados como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja producción de humo.

b) Tipos OFNR y OFCR. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores para ductos verticales, tipos OFNR y OFCR, deben estar aprobados como adecuados para su uso en trayectorias verticales en un ducto vertical o de un piso a otro y también deben estar aprobados como poseedores de características de resistencia al fuego y capaces de evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

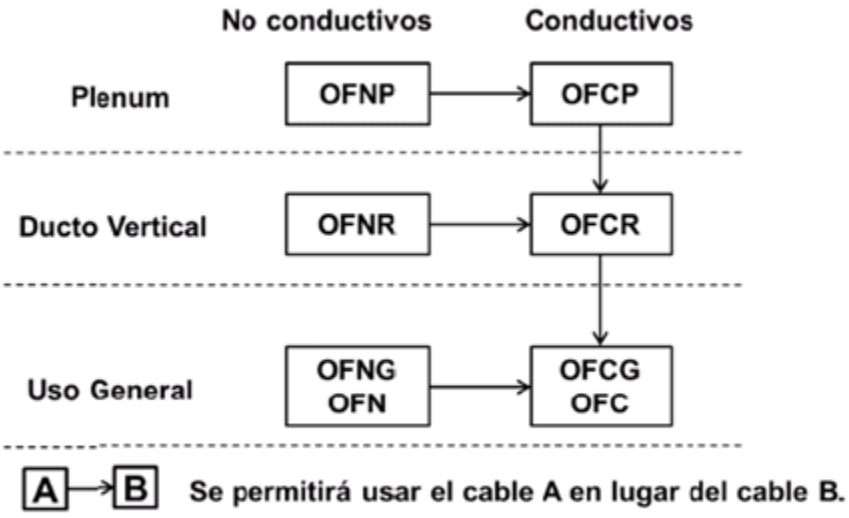


Figura 770-154.- Jerarquía de la sustitución de cables

c) Tipos OFNG y OFCG. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores de uso general, tipos OFNG y OFCG, deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales y plenums; además, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

d) Tipos OFN y OFC. Los cables de fibra óptica no conductores y conductores, tipos OFN y OFC, deben estar aprobados como adecuados para uso general, excepto en ductos verticales, plenums y otros espacios utilizados para aire ambiental, y además deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

NOTA: Los tipos de cables se enumeran en orden descendente con relación a su resistencia nominal al fuego. Dentro de cada resistencia nominal al fuego, el cable no conductor se enumera primero porque puede ser sustituto para el cable conductor.

e) Cables de fibra óptica de integridad del circuito (CI). Los cables adecuados para uso en sistemas para asegurar la integridad de los circuitos críticos y las rutas durante un tiempo determinado bajo condiciones de fuego deben ser, adicionalmente, aprobados como cable de integridad del circuito (CI). Los cables identificados en (a) hasta (d) anteriores que cumplan con los requisitos para integridad del circuito deben tener una clasificación adicional utilizando el sufijo "CI".

Tabla 770-179.- Marcado de cables

Marcado de cables	Tipo
OFNP	Cable no conductor de fibra óptica en plenum
OFCP	Cable conductor de fibra óptica en plenum
OFNR	Cable no conductor de fibra óptica en ducto vertical
OFCR	Cable conductor de fibra óptica en ducto vertical
OFNG	Cable no conductor de fibra óptica para propósito general
OFCG	Cable conductor de fibra óptica para propósito general
OFN	Cable no conductor de fibra óptica para propósito general
OFC	Cable conductor de fibra óptica para propósito general

770-182. Canalizaciones para fibra óptica y ensambles enrutadores de cables. Las canalizaciones para fibra óptica **y ensambles enrutadores de cables** deben estar aprobadas de acuerdo con (a) hasta (c) siguientes.

a) Canalizaciones para fibra óptica para plenums. Las canalizaciones para fibra óptica para plenums deben estar aprobadas como poseedoras de características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

NOTA: Un método para determinar si una canalización para fibra óptica es una canalización de baja producción de humo y resistente al fuego consiste en que la canalización muestre una densidad óptica de pico máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.52 metros o menos cuando se somete a prueba.

b) Canalizaciones para fibra óptica en ductos verticales y ensambles enrutadores de cables. Las canalizaciones para fibra óptica para ductos verticales deben estar aprobadas como poseedoras de características de resistencia al fuego que pueden evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

c) Canalizaciones para cable de fibra óptica de propósito general y ensambles enrutadores de cables. Las canalizaciones para cable de fibra óptica para uso general y ensambles enrutadores de cables deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

CAPITULO 8

SISTEMAS DE COMUNICACION

ARTICULO 800

CIRCUITOS DE COMUNICACIONES

A. Generalidades

800-1. Alcance. Este Artículo cubre los requerimientos para circuitos y equipos de comunicaciones.

NOTA 1: Ver 1.2.2(e) para instalaciones de circuitos y equipos de comunicaciones que no están cubiertos.

NOTA 2: Para mayor información sobre circuitos de control remoto, señalización y circuitos de potencia limitada, ver Artículo 725.

NOTA 3: Para mayor información sobre sistemas de alarma de fuego, véase el Artículo 760.

800-2. Definiciones. Véase el Artículo 100. Para propósitos de este Artículo, adicionalmente se aplican las siguientes definiciones:

Alambre: Ensamble hecho en fábrica de uno o más conductores aislados sin una cubierta común.

Cable: Ensamble hecho en fábrica de dos o más conductores aislados con cubierta general.

Cable de comunicaciones abandonado: Cable de comunicaciones instalado que no llega a: terminales en ambos extremos, a un conector u otro equipo y no está marcado con una etiqueta para uso futuro.

Cable de integridad del circuito de comunicaciones: Cable utilizado en sistemas de comunicaciones para asegurar la operación ininterrumpida de circuitos críticos durante un tiempo especificado bajo condiciones de incendio.

Canalización de comunicaciones: Un canal cerrado de materiales no metálicos, diseñado para contener alambre y cables de comunicaciones en plenums, cubo de servicios y aplicaciones de propósito general.

Circuito de comunicaciones: El circuito que transmite voz, audio, video, datos, servicios interactivos, telégrafo (excepto radio), el alambrado externo para alarma de fuego o alarma de robo desde el equipo de comunicaciones del suministrador del servicio, al equipo de comunicaciones del usuario hasta, incluyéndolo, el equipo terminal tal como un teléfono, una máquina de fax y una contestadora automática.

Cuadra: Manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

Expuesto (a contacto accidental): Circuito que está en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100 para otras dos definiciones de Expuesto.

Forro de cable: Cubierta sobre el ensamble del conductor que puede incluir una o más cubiertas metálicas, refuerzos o cubiertas.

Predios: El terreno y las edificaciones de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto de conexión de la red de la empresa de servicios y el usuario.

Punto de entrada: El punto de entrada a un edificio es el lugar donde los conductores o cables emergencia a través de un muro exterior, de una losa de concreto o de un tubo conduit metálico pesado o semipesado, conectado por un conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 800-100 (b).

800-3. Otros artículos

a). En áreas peligrosas (clasificadas). Los circuitos y equipos de comunicaciones instalados en un área peligrosa (clasificada) de acuerdo con 500-5 y 505-5 deben cumplir los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b). Alambrado en ductos para polvo, pelusas o remoción de vapor.- Aplican los requisitos de 300-22(a).

c). Equipos en otros espacios usados para manejar aire ambiental.- Aplican los requisitos de 300-22(c).

d). Sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por la red.- Para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por la red aplican los requisitos del Artículo 830.

e). Sistemas de comunicación de banda ancha alimentados de la instalación del edificio.- Para sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados de la instalación del edificio aplican los requisitos del Artículo 840.

f). Cable de fibra óptica.- Cuando se usa cable de fibra óptica, total o parcialmente, para proveer un circuito de comunicaciones dentro de un edificio, aplican los requisitos del Artículo 770 a la parte del circuito de comunicaciones instalada con fibra óptica.

g). Ensambles de enrutamiento de cables.- La definición en 770-2, las aplicaciones en 770-154 y las reglas de aplicación de 770-113 aplican en el Artículo 800.

800-18. Instalación del equipo. El equipo eléctricamente conectado a una red de comunicaciones debe ser aprobado de acuerdo con 800-170. La instalación del equipo también debe cumplir con 110-3b).

Excepción: El requisito de aprobación no se aplica al equipo de prueba destinado a conexión temporal a la red de telecomunicaciones por personal calificado, durante la instalación, mantenimiento o reparación de equipo o sistemas de telecomunicaciones.

800-21. Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos no debe impedirse por la acumulación de alambres y cables, que eviten la remoción de paneles, incluyendo los plafones suspendidos del techo.

800-24. Ejecución de los trabajos. Los circuitos y equipo de comunicaciones deben instalarse de manera ordenada, profesional y procurando identificar todo el alambrado. Los cables deben soportarse sobre la estructura del edificio de forma que no puedan dañarse por el uso normal del edificio. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(d) y 300-11.

800-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

800-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalación de cables y canalizaciones de comunicaciones en espacios huecos, fosos verticales y ductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de tal manera que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas alrededor de los cables y canalizaciones de comunicaciones a través de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación como resistentes al fuego, deben ser cortafuegos utilizando métodos aprobados para mantener la clasificación de resistencia al fuego.

B. Conductores en exteriores y en entrada a edificios

800-44. Cables y alambres aéreos de comunicaciones. Los conductores aéreos que entren en edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a). Sobre postes y claros. Cuando alambres y cables de comunicaciones, y conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los alambres y cables de comunicaciones deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los alambres y cables de comunicaciones no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir entre los alambres y cables de comunicación debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas de 0 a 750 volts, encima y paralelas a las acometidas aéreas de comunicación, deben tener una separación mínima de 30 centímetros en cualquier punto del claro, incluyendo el punto de fijación al edificio, siempre que los conductores de fase estén aislados y que se mantenga un libramiento de cuando menos 1.00 metro entre las dos acometidas en el poste.

b). Sobre azoteas. Los cables y alambres de comunicaciones deben tener una distancia vertical mínima de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos 46 centímetros si (a) los conductores de la acometida de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea no más de 1.20 metros; y (b) terminan en una canalización pasante o sobre el techo o soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción en el libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

800-47. Alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entran a edificios. Los alambres y cables subterráneos de comunicaciones que entren en los edificios, deben cumplir con (a) y (b) siguientes. Los requisitos de 310-10(c) no aplican para alambres y cables de comunicaciones.

a). Con conductores de alumbrado o fuerza. Los alambres y cables de comunicaciones subterráneos instalados en canalizaciones, registros o pozos de visita en los que haya conductores de alumbrado o fuerza, conductores de circuitos Clase 1 o de alarma contra incendios que no sean de potencia limitada, deben estar separados de estos conductores por medio de un muro divisorio de ladrillo, concreto o loseta o por medio de una barrera adecuada.

b). Distribución subterránea en la cuadra. Cuando todo el circuito de la calle sea subterráneo y el circuito dentro de la cuadra esté colocado de tal manera que no haya riesgo de contacto accidental con circuitos de alumbrado o fuerza de más de 300 volts a tierra, no deben aplicarse los requisitos de aislamiento indicados en 800-50(a) y (c), ni se exige colocar soportes aislantes para los conductores, ni se necesitan boquillas para la entrada de los conductores al edificio.

800-48. Cables no aprobados que entran a los edificios. Se permitirá que cables de comunicaciones no aprobados, externos a la instalación, sean instalados en cualquier espacio del edificio que no sea un pozo vertical y ductos, plenums u otros espacios para mover aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde el punto de entrada no sea mayor de 15.00 metros y el cable entre al edificio desde el exterior y termine en un envolvente o en un protector primario aprobado.

NOTA 1: Por lo general se utilizan cajas de empalme o de terminación, tanto metálicas como de plástico, como envolventes para empalmar o terminar los cables de teléfono.

NOTA 2: Esta sección limita la longitud del cable no aprobado exterior a la instalación a 15.00 metros, mientras que en 800-90(b) se exige que el protector primario esté ubicado lo más cerca posible del punto en el cual el cable entra al edificio. Por lo tanto, en las instalaciones que requieren un protector primario, puede no permitirse que el cable exterior a la fábrica se extienda 15 metros dentro del edificio, si es factible ubicar el protector primario a menos de 15 metros del punto de entrada.

NOTA 3: Véase 800-2 con respecto a la definición de punto de entrada.

800-50. Circuitos que necesitan protectores primarios. Los circuitos que requieren protectores primarios como los descritos en 800-90, deben cumplir los siguientes requisitos:

a). Aislamiento, alambres y cables. Los alambres y cables de comunicaciones sin pantalla metálica, tendidos desde el último soporte exterior del edificio hasta el protector primario, deben estar aprobados para este propósito de acuerdo con 800-173.

b). Sobre edificios. Los alambres y cables de comunicaciones, que cumplan lo establecido en 800-50(a), deben estar separados por lo menos 10 centímetros de los conductores de fuerza y alumbrado que no estén en una canalización o cable, o deben estar permanentemente separados de los conductores de los demás sistemas, además del aislamiento de los alambres, mediante una barrera no conductora, continua y fija firmemente, tal como un tubo de porcelana o tubería flexible. Los alambres y cables de comunicaciones que cumplan con lo indicado en 800-50(a), que se encuentren expuestos a contactos accidentales con conductores de alumbrado y fuerza operando a tensiones mayores de 300 volts a tierra y fijados a los edificios, deben separarse de la estructura del edificio mediante aisladores de vidrio, porcelana u otro material aislante.

c). Entrando a edificios. Cuando se instale un protector primario dentro del edificio, los alambres y cables de comunicaciones deben entrar al edificio ya sea por medio de una boquilla aislante, no absorbente y no combustible, o por medio de una canalización metálica. Puede omitirse la boquilla aislante en los alambre y cables de comunicaciones que entran, cuando: (1) son cables con pantalla metálica; (2) pasan a través de mampostería; (3) satisfacen los requisitos indicados en 800-50(a) y se omitan los fusibles según se dispone en 800-90(a)(1); o (4) cumplan con los requisitos especificados en 800-50(a) y se utilizan para extender circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra hasta el edificio. Las canalizaciones o boquillas deben entrar desde el exterior al edificio con una pendiente hacia arriba desde el exterior o, cuando esto no es posible, deben hacerse curvas de goteo en los conductores inmediatamente antes de que entren al edificio.

Las canalizaciones deben estar equipadas con una mufa de acometida aprobada. Se permite que entren a través de una canalización o boquilla más de un alambre o cable de comunicaciones. Los tubos conduit u otras canalizaciones metálicas colocadas adelante del protector deben estar puestos a tierra.

800-53. Conductores para las descargas atmosféricas. Siempre que sea posible, se debe mantener una separación mínima de 1.80 metros entre los alambres y cables de comunicaciones de los edificios y los conductores para las descargas atmosféricas.

C. Protección

800-90. Dispositivos de protección

a). Aplicación. Se debe instalar un protector primario aprobado en cada circuito que sea parcial o totalmente aéreo no confinado dentro de la cuadra. También se debe colocar un protector primario aprobado en cada circuito, aéreo o subterráneo, que esté situado en la cuadra en la que se ubique el edificio, que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza con tensiones mayores a 300 volts a tierra. Además, donde exista exposición a descargas atmosféricas, cada circuito que conecta las edificaciones en un predio, debe protegerse con un protector primario aprobado en cada extremo del circuito de conexión. La instalación de protectores primarios también debe cumplir lo establecido en 110-3(b).

NOTA 1: En un circuito no expuesto a contacto accidental con conductores de fuerza, la instalación de un protector primario de acuerdo con este Artículo, ayuda a proteger contra otros riesgos, tales como descargas atmosféricas y elevaciones anormales de tensión inducida por corrientes de falla en circuitos de fuerza próximos a los circuitos de comunicaciones.

NOTA 2: Se considera que los circuitos de conexión entre edificaciones están expuestos a las descargas atmosféricas, a menos que exista alguna de las siguientes condiciones:

(1) Circuitos en grandes áreas metropolitanas donde los edificios están juntos y son suficientemente altos para interceptar las descargas atmosféricas.

(2) Los tramos de cables de conexión entre edificios de 40.00 metros o menos, enterrados directamente o en tubo conduit subterráneo, donde una pantalla metálica continua del conductor o un tubo conduit metálico continuo que contenga al cable, esté conectado al sistema de electrodo de puesta a tierra de cada edificio.

(3) Las áreas que tengan un promedio de cinco días de tormenta por año o menos y la resistividad del terreno menor que 100 ohm-metro.

1) Protectores primarios sin fusibles. Puede utilizarse un protector primario del tipo sin fusibles, bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

a. Donde los conductores que entran a un edificio por medio de un cable con pantalla metálica puesta a tierra y si los conductores en el cable se funden sin peligro, para todas las corrientes mayores a la capacidad de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra del protector o del conductor puesto a tierra del protector.

b. Cuando se utilizan conductores aislados de acuerdo con 800-50(a) para extender los circuitos hasta un edificio desde un cable con un(os) elemento(s) del recubrimiento metálico puesto(s) a tierra efectivamente, y si los conductores del cable o sus extremos, o las conexiones entre los conductores aislados, expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra y los equipos de comunicaciones, se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.

c. Donde se utilicen conductores aislados de acuerdo con lo indicado en 800-50(a) o (b), para extender circuitos desde un cable que no tenga una(s) parte(s) de la pantalla metálica puesta a tierra hasta un edificio, si: (1) el protector primario está aprobado como adecuado para este propósito y para su aplicación con circuitos que se extienden desde un cable que no tenga un(os) elemento(s) metálico(s) en el recubrimiento, y (2) las conexiones de los conductores aislados, hacia las plantas expuestas al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, o los conductores de las plantas expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario, o de los conductores aislados asociados, y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.

d. Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-50(a) para extender en forma aérea los circuitos hasta un edificio, desde un circuito enterrado o subterráneo no expuesto, al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra.

e. Donde se utilicen conductores aislados, de acuerdo con lo indicado en 800-50(a) para extender los circuitos desde un cable con pantalla metálica puesta a tierra eficazmente hasta un edificio, y si: (1) la combinación de protector primario y los conductores aislados está listada como adecuada para ese propósito de aplicación con circuitos que se extienden desde un cable con el elemento del recubrimiento metálico puesto a tierra efectivamente, y (2) los conductores aislados se funden con seguridad cuando pasa cualquier corriente superior a la capacidad de conducción de corriente del protector primario y del conductor de puesta a tierra o del conductor puesto a tierra del protector primario.

2) Protectores primarios con fusibles. Cuando no se cumplan los requisitos indicados en 800-90(a)(1) de (a) hasta (e) se deben usar protectores primarios con fusibles. Un protector primario con fusibles debe consistir en un apartarrayos conectado entre cada conductor de fase y tierra, un fusible en serie con cada conductor de fase y una instalación de montaje adecuado. Las terminales del protector primario deben estar claramente marcadas para identificar las conexiones de fase, instrumento y tierra, según sea aplicable.

b) Ubicación. El protector primario debe instalarse dentro del edificio o estructura a la que sirve, o inmediatamente adyacente a ésta y tan cerca como sea posible del punto de entrada.

NOTA: Ver en 800-2 la definición de punto de entrada.

Para los propósitos de esta sección, se debe considerar que los protectores primarios instalados en el equipo de acometida de casas móviles a un máximo de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, o en el medio de desconexión de la casa móvil, conectado a un electrodo por un conductor de puesta a tierra de acuerdo con 250-32 y situado a máximo 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, cumplen los requisitos de esta sección.

NOTA: Seleccionando la ubicación del protector primario para lograr que el conductor de puesta a tierra del protector sea lo más corto posible, ayuda a eliminar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicación y otros sistemas metálicos.

c) Areas peligrosas (clasificadas). El protector primario no debe instalarse en áreas peligrosas (clasificadas), de acuerdo con lo definido en las secciones 500-5 y 505-5, ni en la proximidad de materiales fácilmente inflamables.

Excepción: Como se permite en 501-150, 502-150 y 503-150.

d). Protectores secundarios. Cuando se instale un protector secundario en serie con el alambre o cable interior de comunicaciones, entre el protector primario y el equipo, el protector debe estar aprobado para ese propósito de acuerdo con 800-170(b).

NOTA: Los protectores secundarios en circuitos expuestos al contacto accidental con conductores de fuerza o de alumbrado que funcionan a más de 300 volts a tierra, no están diseñados para usarse sin protectores primarios.

800-93. Puesta a tierra o interrupción de los elementos metálicos de la cubierta de los cables de comunicaciones. Los cables de comunicaciones que entran al edificio o que terminan en el exterior de éste, deben cumplir con lo dispuesto en (a) y (b) siguientes:

a) Entrando a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones entran a un edificio, los elementos metálicos de la cubierta del cable deben estar puestos a tierra tal como se especifica 800-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminando en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones termina en el exterior del edificio, los elementos metálicos de la cubierta del cable deben estar puestos a tierra tal como se especifica en 800-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se debe hacer lo más cerca posible al punto de terminación del cable.

D. Métodos de puesta a tierra

800-100. Puesta a tierra y unión del cable y del protector primario. El protector primario y los miembros metálicos de la cubierta del cable deben ser unidos y puestos a tierra deben ser unidos y puestos a tierra, como se indica en (a) hasta (d).

a) Conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado para este uso y se permitirá que sea aislado, recubierto o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión y puede ser alambre o cable.

3) Tamaño. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe ser de tamaño no menor que 2.08 mm^2 (14 AWG). El conductor debe tener una ampacidad no menor a los miembros metálicos de la cubierta puestos a tierra y los conductores protegidos del cable de comunicaciones. No se exigirá que el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra sea de tamaño mayor a 13.3 mm^2 (6 AWG).

4) Recorrido. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra del protector primario debe ser lo más corto posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de puesta a tierra del protector primario debe ser lo más corto posible y no exceder de 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares a la longitud del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las diferencias de potencial que se pueden desarrollar entre los sistemas de fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible lograr una longitud máxima total del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra del protector primario de 6.00 metros, se debe instalar por separado una varilla de tierra de comunicaciones que cumpla los criterios de dimensiones mínimas indicadas en 800-100(b)(3)(2); el protector primario debe estar conectado a la varilla de tierra de comunicaciones según 800-100(c) y la varilla de tierra de comunicaciones debe estar conectada al sistema del electrodo de puesta a tierra de la instalación de fuerza, de acuerdo con 800-100(d).

5) Recorrido en línea recta. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra se debe tender en una línea lo más recta que sea posible.

6) Daño físico. Cuando sea necesario, los conductores de unión o de electrodo de puesta a tierra, cuando están expuestos, deben estar protegidos contra daño físico. Cuando el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra esté dentro de una canalización metálica, ambos extremos de la canalización deben unirse al conductor contenido o a la misma terminal o electrodo al cual está conectado el conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) o (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con terminación de intersistemas de unión. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de intersistemas de unión, como se requiere en 250-94, el conductor de puesta a tierra debe estar conectado a dicha terminación.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

(1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, de acuerdo con lo indicado en 250-50;

(2) El sistema interior de tubería metálica de agua puesto a tierra, hasta una distancia máxima de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, tal como se indica en 250-52.;

(3) Un medio externo accesible de la acometida de energía, fuera de las envolventes como se indica en la excepción a 250-94;

(4) La canalización metálica no flexible de la acometida;

(5) La envolvente del equipo de la acometida;

(6) El conductor del electrodo de puesta a tierra o el conductor del electrodo de puesta a tierra de la envolvente metálica de la acometida; o

(7) El conductor de puesta a tierra o el electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura, que esté puesto a tierra a un electrodo tal como se indica en 250-32.Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor del electrodo de puesta a tierra (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Un dispositivo de unión se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa aunque éstas no sean removibles.

Para propósitos de esta sección, debe considerarse accesible el equipo de acometida o medio de desconexión de una casa móvil, como se describe en 800-90(b).

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, tal como se describe en 800-100(b)(2), el conductor del electrodo de puesta a tierra se debe conectar a cualquiera de los siguientes elementos.

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en las secciones 250-52(a)(1), (a)(2), (a)(3) o (a)(4).

(2) Si el edificio o estructura alimentada no tiene terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra, como se describe en las secciones 800-100(b)(2) o (b)(3)(a), a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en las secciones 250-52(a)(7) y (a)(8) o a un tubo o barra puesta a tierra cuya longitud no sea inferior a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrada, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente húmeda y separado de los conductores para las descargas atmosféricas según lo indica 800-53, y por lo menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor, ni los conductores terminales aéreos (conductores de la barra del pararrayos), se deben utilizar como electrodos para los protectores y miembros metálicos puestos a tierra.

c) Conexión de los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra, deben cumplir con lo establecido en 250-70.

d) Unión de electrodos. Un puente de unión de tamaño nominal no menor que 13.3 mm^2 (6 AWG) o equivalente debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema de electrodos para puesta a tierra en el edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos independientes

Excepción: En casas móviles conforme se indica en 800-106.

NOTA 1: Sobre el uso de varillas de apartarrayos, véase 250-60.

NOTA 2: Si se unen todos los electrodos independientes de puesta a tierra, se limitan las diferencias de potencial entre los electrodos y entre sus sistemas alambrado asociados.

800-106. Puesta a tierra y unión del protector primario en casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

(1) Cuando no haya un equipo de acometida situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el protector primario debe estar conectado a un conductor del electrodo de puesta a tierra o al electrodo de puesta a tierra, según 800-100(b)(3).

(2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con 250-32, y situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el protector primario debe estar conectado a un electrodo de puesta a tierra, según 800-100(b)(3).

b) Unión. La terminal o electrodo de puesta a tierra del protector primario debe unirse a la estructura metálica o mediante la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, mediante un conductor de cobre, con tamaño no menor que 3.31 mm^2 (12 AWG), de acuerdo con cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Donde no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil como en el inciso a) anterior; o

(2) Cuando la casa móvil está alimentada con cordón y clavija.

E. Métodos de alambrado dentro de edificios

800-110. Canalizaciones para alambres y cables de comunicaciones.

a). Tipos de canalizaciones. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en cualquier canalización que cumpla con (1) o (2) siguientes.

1) Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3.

2) Otras canalizaciones permitidas. Se permitirá que se instalen alambres y cables de comunicaciones en canalizaciones para comunicaciones en plenums, canalizaciones para comunicaciones aprobadas en pozos verticales o canalizaciones para comunicaciones de uso general seleccionadas de acuerdo con los requerimientos de 800-113, e instaladas de acuerdo con 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requerimientos para entubado eléctrico no-metálico.

b) Tablas de ocupación para alambres y cables de comunicaciones. Las tablas de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 9 no aplican para alambres y cables de comunicaciones.

800-113. Instalación de alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones. La instalación de alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones debe cumplir con (a) hasta (l) siguientes. La instalación de canalizaciones también debe cumplir con 800-110.

a) Aprobación. Los alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones instalados en edificios deben ser aprobados.

Excepción: No se requiere que sean aprobados los cables de comunicaciones que cumplan con 800-48.

b) Ductos fabricados usados para aire ambiental. Se permitirán los siguientes alambres y cables dentro de ductos fabricados usados para aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

(1) Hasta 1.25 metros de cable tipo CMP.

(2) Cable y alambres de comunicaciones tipos CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (Plenums). Se permitirán los siguientes alambres, cables y canalizaciones para comunicaciones en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

(1) Cable tipo CMP.

(2) Canalizaciones para comunicaciones en plenums.

(3) Cable tipo CMP instalados en canalizaciones para comunicaciones en plenums.

(4) Cable tipo CMP instalados en canalizaciones para comunicaciones en plenums soportadas por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas para cables.

(5) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX y alambres de comunicaciones instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).

(6) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX y canalizaciones para comunicaciones en plenums, canalizaciones verticales para comunicaciones y canalizaciones para comunicaciones de uso general, soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (plenums) como se describe en 300-22(c).

d) Pozos verticales — Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables y canalizaciones:

(1) Cables tipo CMP y CMR.

(2) Canalizaciones de comunicaciones en plenums y en trayectorias verticales.

(3) Cables tipo CMP y CMR instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

e). Pozos verticales — Cables y canalizaciones en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables y canalizaciones:

(1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX.

(2) Canalizaciones de comunicaciones en plenums, en trayectorias verticales y canalizaciones de comunicaciones de uso general.

(3) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

f) Pozos verticales — Cables y canalizaciones en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables y canalizaciones:

(1) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX.

(2) Canalizaciones de comunicaciones en plenums, en trayectorias verticales y canalizaciones de comunicaciones de uso general.

(3) Cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 800-26.

g). Pozos verticales —Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables y canalizaciones en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

(1) Cables tipo CMP, CMR, CMG y CM.

(2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro.

(3) Canalizaciones de comunicaciones en plenums, en trayectorias verticales y de uso general.

(4) Cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

h). Charolas porta cables. Se permitirá que charolas para cables soporten los siguientes alambres, cables y canalizaciones:

(1) Cables tipo CMP, CMR, CMG y CM.

(2) Canalizaciones de comunicaciones en plenums, en trayectorias verticales y de uso general.

(3) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

i). Bastidores de distribución y marcos de conexiones. Se permitirán los siguientes alambres, cables y canalizaciones en bastidores de distribución y marcos de conexiones:

(1) Cables tipo CMP, CMR, CMG y CM, y alambres de comunicaciones.

(2) Canalizaciones de comunicaciones en plenums, en trayectorias verticales y de uso general.

(3) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

j). Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen en otros lugares del edificio, diferentes a los cubiertos en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes alambres, cables y canalizaciones:

(1) Cables tipo CMP, CMR, CMG y CM.

(2) Un máximo de 3.00 metros de cable tipo CMX expuesto en espacios no ocultos.

(3) Canalizaciones de comunicaciones en plenums, en trayectorias verticales y de uso general.

(4) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

(5) Cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

b. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

(6) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

(7) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.

k). Unidades de vivienda multifamiliares. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda multifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (g) anteriores, los siguientes alambres, cables y canalizaciones:

(1) Cables tipo CMP, CMR, CMG y CM.

(2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro en espacios no ocultos.

(3) Canalizaciones de comunicaciones en plenums, en trayectorias verticales y de uso general.

(4) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

(5) Cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

b. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

(6) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

(7) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.

l). Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda de una familia y bifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (f) anteriores, los siguientes alambres, cables y canalizaciones:

(1) Cables tipo CMP, CMR, CMG y CM.

(2) Cable tipo CMX de menos de 6 milímetros de diámetro.

(3) Canalizaciones de comunicaciones en plenums, en trayectorias verticales y de uso general.

(4) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

(5) Cables tipo CMP, CMR, CMG, y CM instalados en:

a. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

b. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

(6) Alambres de comunicaciones y cables tipo CMP, CMR, CMG, CM y CMX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

(7) Alambres tipo CMUC bajo la alfombra y cables instalados bajo alfombra.

(8) Cables híbridos de fuerza y de comunicaciones aprobados de acuerdo con 800-179(i)

800-133. Instalación de los alambres, cables y equipos de comunicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones que van desde el protector a los equipos o, cuando no se exija el protector, los alambres y cables de comunicaciones que están asegurados al interior o al exterior del edificio, deben cumplir cuando sean aplicables, las secciones (a) hasta (c) siguientes.

a). Separación con otros conductores.

1) En canalizaciones, charola portacables, cajas, cables o envolventes.

a. **Fibra óptica y cables de comunicaciones**. Se permitirán cables de comunicaciones en la misma canalización, charola portacables, envolvente o ensamble de cables ruteadores donde vayan cualquiera de los siguientes cables:

(1) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 770.

(2) Antenas de televisión comunales y sistemas de distribución de radio de acuerdo con las partes A y D del Artículo 820.

(3) Circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja potencia alimentados por la red de acuerdo con las partes A y D del Artículo 820.

b. **Otros circuitos.** Se permitirán cables de comunicaciones en la misma canalización, charola portacables o envolvente donde vayan cualquiera de los siguientes cables:

(1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y D del Artículo 725.

(2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las partes A y C del Artículo 760.

c. **Circuitos de Clase 2 y Clase 3.** Los circuitos de Clase 1 no deben estar en el mismo cable de los circuitos de comunicaciones. Se permitirán conductores de circuitos de Clase 2 y Clase 3 en el mismo cable con conductores de circuitos de comunicaciones, en cuyo caso los circuitos de Clase 2 y Clase 3 se deben clasificar como circuitos de comunicaciones y cumplir los requisitos de este Artículo. Los cables deben estar aprobados como cables de comunicaciones.

Excepción: No se exigirá que los cables construidos de cables individualmente aprobados de Clase 2, Clase 3 y de comunicaciones, recubiertos por la misma cubierta, estén aprobados como cables de comunicaciones. La clasificación de resistencia al fuego de este cable compuesto estará determinada por el desempeño del cable compuesto.

d. **Circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media en canalizaciones, compartimientos y cajas.** Los conductores de comunicaciones no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los conductores de los circuitos de comunicaciones por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Los conductores de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar los equipos de comunicaciones. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envolvente manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los conductores de los circuitos de comunicaciones.

Excepción 3: Lo permitido en 620-36.

2) Otras aplicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los conductores de los circuitos de comunicaciones están alojados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables y alambres de comunicaciones estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, de Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del alambre.

b). Soportes de los conductores. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables o alambres de comunicaciones no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los claros aéreos de cables o alambres de comunicaciones estén sujetos al exterior de un mástil, tipo canalización, previsto para la sujeción y soporte de estos alambres y cables.

800-154. Aplicaciones de alambres, cables y canalizaciones de comunicaciones aprobadas. Las aplicaciones permitidas y no permitidas de cables, alambres y canalizaciones de comunicaciones aprobadas deben ser las indicadas en la Tabla 800-154(a). Las aplicaciones permitidas estarán sujetas a los requisitos de instalación de 800-110 y 800-113. Se permite la sustitución de cables de comunicaciones enlistados en la Tabla 800-154(b) e ilustrados en la Figura 800-154.

Tabla 800-154(a).- Aplicaciones de alambres, cables y canalizaciones de comunicaciones aprobados para su uso en edificios

Aplicaciones		Alambres, Cables y Tipo de Canalizaciones.									
		CMP	CMR	CMG CM	CMX	CMUC	Cables híbridos de energía y comunicaciones	Alambres de comunicación	Canalizaciones para comunicaciones en plenums	Canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	Canalizaciones de comunicaciones para uso general
En Ductos prefabricados como se describen en 300-22(b)	En ductos prefabricados	S*	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	En canalizaciones que cumplen con 300-22(b)	S*	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*	S*
En otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c)	En otros espacios usados para aire ambiental	S*	N	N	N	N	N	N	S*	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(c)	S*	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*	S*
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	S*	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	S*	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	Soportados por charolas con la base de metal y cubiertas de metal	S*	S*	S*	S*	N	N	N	S*	S*	S*
En pozos verticales	En tendidos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N	S*	S*	N
	En canalizaciones metálicas	S*	S*	S*	S*	N	N	N	S*	S*	S*
	En espacios a prueba de fuego	S*	S*	S*	S*	N	N	N	S*	S*	S*
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	S*	S*	N	N	N	N	N			N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N			N
	En ensambles de cable para ruteadores en pozos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N	N	N	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	S*	S*	S*	S*	N	S*	N	S*	S*	S*
Espacios dentro de edificios que no sean para manejo de aire y pozos verticales	General	S*	S*	S*	S*	N	N	N	S*	S*	S*
	En unidades de vivienda de una y dos familias	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N	S*	S*	S*
	En unidades de vivienda multifamiliar	S*	S*	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*
	En espacios no ocultos	S*	S*	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*
	Soportados por charolas portacables	S*	S*	S*	N	N	N	N	S*	S*	S*
	Bajo alfombra	N	N	N	N	S*	N	N	N	N	N
	En bastidores de distribución y marcos de conexiones	S*	S*	S*	N	N	N	S*	S*	S*	S*
	En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	S*	S*	S*	S*	N	N	S*	S*	S*	S*
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	S*	S*	S*	N	N	N	S*			
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales y ensambles de cable para ruteadores en pozos verticales	S*	S*	S*	N	N	N	S*			
	En canalizaciones para comunicaciones de propósito general y ensambles de cable para ruteadores de propósito general	S*	S*	S*	N	N	N	S*			

NOTA 1: Una "N" en la tabla indica que el tipo de cable no se permite sea instalado en la aplicación. Una "S *" indica que el cable se permite sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 800-110 y 800-113.

NOTA 2: Parte E del Artículo 800 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla contiene las aplicaciones aprobadas para alambres, cables y canalizaciones de comunicaciones para su uso en edificios. La definición del punto de entrada se encuentra en el Artículo 800-2. Cables de entrada de comunicaciones que no provengan de un conduit metálico pesado o conduit metálico semipesado no se consideran que estén dentro del edificio.

NOTA 3: Para más información sobre las restricciones de la instalación de cables de comunicación en ductos prefabricados ver 800-113(b).

Tabla 800-154(b).- Sustituciones de cables.

Tipo de cable	Sustituciones de cables permitidas
CMR	CMP
CMG, CM	CMP, CMR
CMX	CMP, CMR, CMG, CM

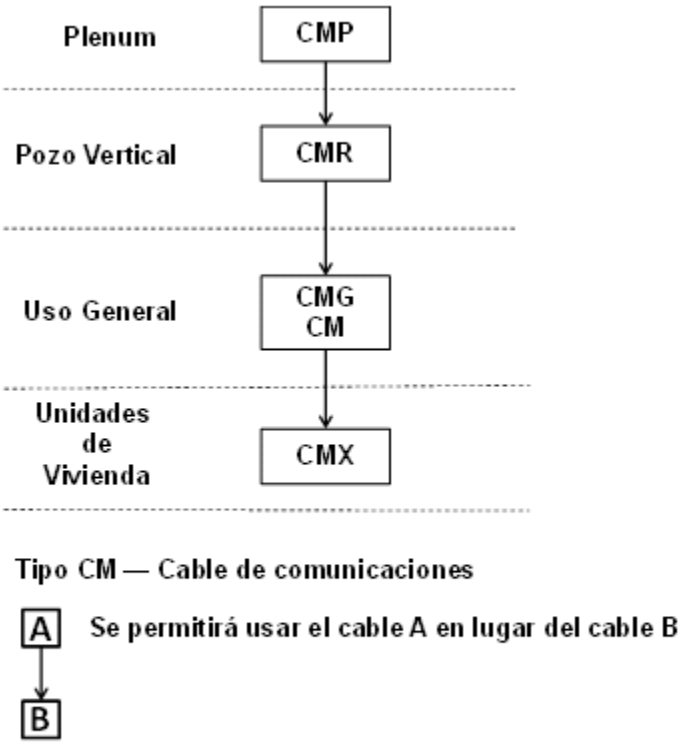


Figura 800-154.- Jerarquía de sustituciones de cables.

800-156. Salida para comunicaciones en unidades de vivienda. En construcciones de unidades de vivienda nuevas, se debe instalar cuando menos una salida para comunicaciones, en un área fácilmente accesible y cableada hasta el punto de entrega del suministrador del servicio.

F. Requisitos de aprobación

800-170. Equipo. El equipo de comunicaciones debe estar aprobado para conexión eléctrica a una red de telecomunicaciones.

a) Protectores primarios. Un protector primario debe constar de un apartarrayo conectado entre cada conductor de fase y tierra en un montaje adecuado. Los terminales del protector primario deben estar marcados de modo que indiquen fase y tierra, según sea aplicable.

b) Protectores secundarios. El protector secundario debe estar aprobado como adecuado para proporcionar un medio para limitar de manera segura las corrientes a menos de la ampacidad de los alambres y cables de comunicaciones aprobados para interiores, los conjuntos aprobados de cordones de línea de teléfono y los equipos terminales de comunicaciones aprobados que tienen puertos para alambres de línea de circuitos de comunicaciones externos.

Cualquier protección contra sobretensiones, apartarrayos o conexión de puesta a tierra se debe conectar en las terminales del lado del protector secundario limitador de corriente.

800-173. Alambre y cable de bajada. Los alambres y cables de comunicaciones sin armadura metálica, tendidos desde el último punto de soporte exterior hasta el protector primario, deben estar aprobados como adecuados para el propósito y tener una ampacidad tal como se especifica en las secciones 800-90(a)(1)(b) o (a)(1)(c).

800-179. Alambres y cables de comunicaciones. Los alambres y cables de comunicaciones deben estar aprobados de acuerdo con las secciones (a) hasta (i) siguientes y marcadas según la Tabla 800-179. Los conductores en los cables de comunicaciones, que no sean coaxiales, deben ser de cobre.

Los alambres y cables de comunicaciones deben ser para una tensión no inferior a 300 volts. El aislamiento para los conductores individuales, diferentes al conductor externo de un cable coaxial, debe ser para una tensión de 300 volts como mínimo. La tensión no se debe marcar en el cable ni en el alambre de comunicaciones bajo alfombra. Los alambres y cables de comunicaciones deben tener una designación de temperatura no menor a 60 ºC.

Excepción: Se permitirá que la tensión esté marcada en el cable cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se exija en una o más.

NOTA 1: Si se marcara la tensión en los cables, ésta podría malinterpretarse, sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en aplicaciones de alumbrado, de fuerza y de Clase 1.

NOTA 2: Véase 800-170 con respecto a los requisitos para aprobación de los equipos.

Tabla 800-179.- Marcado en cables

Marcado del cable	Tipo
CMP	Cable de comunicaciones en plenum
CMR	Cable de comunicaciones en pozo vertical
CMG	Cable de comunicaciones de usos generales
CM	Cable de comunicaciones de usos generales
CMX	Cable de comunicaciones de uso limitado
CMUC	Cable y alambre de comunicaciones para uso bajo alfombra

Los tipos de cable se enumeran en orden decreciente de resistencia al fuego.

a) Tipo CMP. El cable de comunicación tipo CMP instalados en plafones debe estar aprobado para uso en plafones, ductos, y otros espacios utilizados para manejar aire acondicionado, y además como poseedores de características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humo.

NOTA: Un método para determinar si el cable tiene baja producción de humo y su resistencia a la propagación del fuego, consiste en que el cable muestre una densidad óptica pico de máximo de 0.5 o menos, una densidad óptica promedio de 0.15 o menos y una distancia máxima de propagación de la llama de 1.50 metros o menos cuando se somete a prueba.

b) Tipo CMR. El cable de comunicaciones para pozos verticales tipo CMR debe estar aprobado como adecuado para uso en un pozo vertical o de piso a piso y también debe estar aprobado de tener características de resistencia fuego y baja emisión de humo.

c) Tipo CMG. El cable de comunicaciones tipo CMG para uso general debe estar aprobado como adecuado para uso en comunicaciones de propósito general, excepto en pozos verticales, plafones y también estar aprobado de tener las características de resistencia a la propagación del fuego y baja emisión de humo.

d) Tipo CM. El cable de comunicaciones tipo CM de usos generales debe estar aprobado como adecuado para usos generales de comunicaciones, con excepción de pozos verticales y plafones, además debe estar aprobado como resistente a la propagación del fuego.

e) Tipo CMX. El cable de comunicaciones de uso limitado tipo CMX debe estar aprobado como adecuado para uso en viviendas y para uso en canalizaciones, además debe estar aprobado como resistente a la propagación de la flama.

f) Cables y alambres de Tipo CMUC para instalarse bajo alfombra. El cable y alambre de comunicaciones tipo CMUC para instalación bajo alfombra debe estar aprobado para uso bajo alfombras y además como resistente a la propagación de la flama.

g) Cable de integridad del circuito (CI) de comunicaciones. Los cables adecuados para uso en sistemas de comunicaciones con el fin de garantizar la supervivencia de circuitos críticos durante un tiempo especificado y bajo condiciones de incendio deben estar aprobados como cable de integridad (CI) del circuito. Los cables identificados en las secciones 800-179(a) hasta (e) que cumplen los requisitos para integridad del circuito deben tener la clasificación adicional usando el sufijo "CI".

h) Alambres de comunicación. Los alambres de comunicaciones, tales como alambres de marcos de distribución y para puentes, deben estar aprobados como resistentes a la propagación del fuego.

i) Cables híbridos de energía y comunicaciones. Se permite instalar el cable híbrido de energía y comunicaciones aprobado, cuando el cable de fuerza es de Tipo NM o NM-B conforme con los requisitos del Artículo 334, y el cable para comunicaciones sea tipo CM, las cubiertas de los cables NM NM-B y CM sean para una tensión de 600 volts como mínimo y el cable híbrido esté aprobado como resistente a la propagación del fuego.

800-182. Canalizaciones para comunicaciones y ensambles de cables para ruteadores. Las canalizaciones para comunicaciones deben estar aprobadas de acuerdo con los incisos (a) hasta (c) siguientes.

a) Canalizaciones para comunicaciones en plenums. Se permitirán para uso en ductos, plenums y otros espacios usados para aire ambiental, las canalizaciones para comunicaciones en plenums aprobadas como canalizaciones para fibra óptica en plenums y también deben tener características adecuadas de resistencia al fuego y de baja producción de humo.

b) Canalizaciones para pozos verticales y ensambles de cables para ruteadores. Canalizaciones para pozos verticales y ensambles de cables para ruteadores deben estar aprobadas como poseedoras de características de resistencia al fuego adecuadas para evitar la propagación del fuego de un piso a otro.

c) Canalizaciones de comunicaciones para uso general y ensambles de cables para ruteadores. Las **c**analizaciones de comunicaciones para uso general y ensambles de cables para ruteadores deben estar aprobadas como resistentes a la propagación del fuego.

ARTICULO 810

EQUIPOS DE RADIO Y TELEVISION

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general “conductor de puesta a tierra” como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, “conductor de unión” o “conductor del electrodo de puesta a tierra”, según sea aplicable.

A. Generalidades

810-1. Alcance. Este Artículo se aplica a sistemas de antenas para equipos de recepción de radio y televisión, equipos transmisión y recepción de radioaficionados y de banda civil, y algunas características de seguridad del transmisor. Este Artículo trata sobre antenas tales como las de alambre enrollado, multi-elementos, de varilla vertical y parabólicas. También comprende el alambrado y cableado que las conecta a los equipos, pero no incluye equipos y antenas usados para acoplar la corriente portadora a los conductores de la línea de fuerza.

810-2. Definiciones. Ver Artículo 100 para definiciones aplicables a este Artículo.

810-3. Otros Artículos aplicables. El alambrado desde la fuente de suministro de energía a y entre los dispositivos conectados al sistema de alambrado interior y entre dichos dispositivos deben cumplir con los Capítulos 1 a 4, excepto por las modificaciones indicadas en las Partes A y B del Artículo 640. El alambrado para equipo de procesamiento, amplificación y reproducción de señales de audio debe cumplir con el Artículo 640. El cable coaxial que conecta las antenas a los equipos debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-4. Antenas comunales de televisión. Las antenas comunales deben cumplir con lo establecido en este Artículo. El sistema de distribución debe cumplir con lo establecido en el Artículo 820.

810-5. Supresores de ruido para radio. Los dispositivos que eliminan las interferencias de radio, los condensadores de interferencia o los supresores de ruido conectados a los conductores de alimentación, deben estar aprobados y no deben estar expuestos a daño físico.

B. Equipo receptor-Sistemas de antenas

810-11. Material. Las antenas y los conductores de entrada deben ser de cobre duro, bronce, aleación de aluminio, con núcleo de acero recubierto con cobre u otro material de alta resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.

Excepción: Se permite instalar alambre de cobre blando o semiduro para los conductores de entrada de antena cuando los tramos entre los puntos de soporte no son mayores de 10.00 metros.

810-12. Soportes. Las antenas exteriores y los conductores de entrada deben estar firmemente soportados. Ni las antenas ni los conductores de entrada se deben sujetar a los mástiles de acometida eléctrica, ni en postes o estructuras similares que soporten líneas abiertas de alumbrado o fuerza, o alambres para troles de más de 250 volts entre conductores. Los aisladores que sostengan a los conductores de la antena deben tener suficiente resistencia mecánica para sostenerlos con seguridad. Los conductores de entrada deben fijarse firmemente a las antenas.

810-13. Evitar contactos con conductores de otros sistemas. Las antenas exteriores y los conductores de entrada que vayan desde una antena hasta un edificio, no deben cruzar por encima de líneas abiertas de circuitos de alumbrado y fuerza y se deben mantener alejados de tales circuitos, con el fin de evitar la posibilidad de contactos accidentales. Cuando no se pueda evitar la proximidad con las líneas abiertas de alumbrado y fuerza o de las acometidas de instalaciones de menos de 250 volts entre conductores, la instalación debe realizarse de manera que se mantenga una distancia de seguridad no menor que 60 centímetros.

Cuando sea posible, los conductores de la antena se deben instalar de modo que no crucen por debajo de líneas abiertas de alumbrado o fuerza.

810-14. Empalmes. Los empalmes y juntas en los tramos de antena se deben hacer mecánicamente seguros con dispositivos de empalme aprobados o por otros medios que no debiliten de forma apreciable a los conductores.

810-15. Puesta a tierra. Los mástiles y las estructuras metálicas que sostienen las antenas deben ponerse a tierra de acuerdo con lo indicado en 810-21.

810-16. Tamaño de la antena de cable - Estación receptora

a) Tamaño nominal del cable de la antena. Los conductores de la antena instalados en el exterior de la estación receptora deben ser de un tamaño nominal no menor que lo indicado en la Tabla 810-16(a).

Tabla 810-16(a).- Tamaño de los conductores de antena exterior para estaciones receptoras

Material	Tamaño mínimo de los conductores, cuando la longitud máxima del tramo es:					
	Menor que 10 metros		De 10 a 45 metros		Mayor que 45 metros	
	mm²	AWG	mm²	AWG	mm²	AWG
Aleación de aluminio y cobre duro	0.650	19	2.08	14	3.31	12
Acero recubierto con cobre, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	0.519	20	1.03	17	2.08	14

b) Antenas autosoportadas. Las antenas exteriores, como las de varillas verticales, parabólicas o bipolares, deben ser de materiales resistentes a la corrosión y de resistencia mecánica adecuada para resistir las condiciones de carga del viento. Deben instalarse, lo más alejadas posible de conductores aéreos de los circuitos de alumbrado y de fuerza de más de 150 volts a tierra, con objeto de evitar la posibilidad de que, si cayera la antena o la estructura, se produzca un contacto accidental con los circuitos.

810-17. Tamaño de los conductores de entrada - Estación receptora. Los conductores de entrada de antenas exteriores para estaciones receptoras deben, para distintas longitudes máximas de tramos expuestos, tener un tamaño tal que tenga una resistencia a la tensión por lo menos igual que la de los conductores de antena especificados en 810-16. Cuando la entrada esté formada por dos o más conductores trenzados juntos dentro de la misma cubierta, o sean concéntricos, el tamaño del conductor para distintas longitudes máximas de los tramos expuestos debe ser tal, que la resistencia a la tracción de la combinación sea por lo menos tan grande como la de los conductores de antena especificados en 810-16.

810-18. Distancias de seguridad - Estaciones receptoras

a) Fuera de los edificios. Los conductores de entrada fijados a los edificios se deben instalar de forma que no puedan aproximarse, al moverse, a menos de 60 centímetros de los conductores de los circuitos de 250 volts o menos entre conductores, o a menos de 3.00 metros de los conductores de los circuitos de más de 250 volts entre conductores; se exceptúa el caso de circuitos cuya tensión eléctrica no exceda 150 volts entre conductores, si todos los conductores están fijados de tal modo que se asegure una distancia permanente, en

cuyo caso la distancia puede reducirse, pero no debe ser menor que 10 centímetros. La distancia de seguridad entre conductores de entrada y cualquier conductor que forme parte de un sistema de pararrayos, no debe ser menor que 1.80 metros. Los conductores subterráneos deben separarse al menos 30 centímetros de los conductores de cualquier circuito de fuerza, alumbrado, o Clase 1.

Excepción: Cuando los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1, o de entrada de antena son instalados en canalizaciones o cables con armadura metálica.

b) Antenas y cables de entradas - Interiores. Las antenas y conductores de antena en interiores no deben estar a menos de 5 centímetros de los conductores de otros sistemas de alambrado en el predio.

Excepción 1: Cuando tales conductores estén instalados en canalizaciones o en cable armado.

Excepción 2: Cuando estén permanentemente separados de tales conductores por medio de una cubierta aislante y continua fijada firmemente, como tubo de porcelana o tubería flexible.

c) En cajas u otras envolventes. Las antenas y conductores de antena en interiores pueden ocupar la misma caja o envolvente que los conductores de otros sistemas de alambrado cuando estén separados de esos otros conductores por una barrera instalada efectiva y permanentemente.

810-19. Circuitos de alimentación eléctrica utilizados como Antena - Estación receptora. Cuando se utiliza un circuito de alimentación eléctrica como antena, el dispositivo de acoplamiento entre la red eléctrica y el receptor de radio al circuito, debe estar aprobado para este uso.

810-20. Dispositivos para descarga de antenas - Estaciones receptoras

a) Donde se requiere. Cada conductor de entrada procedente de una antena exterior debe estar provisto de una unidad aprobada de descarga de antena.

Excepción: Cuando los conductores de entrada estén dentro de una pantalla metálica continua que esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 800-21, o están protegidos por una unidad de descarga de antena.

b) Ubicación. Las unidades de descarga de antenas se deben instalar fuera o dentro del edificio, entre el punto de entrada de los conductores de antena y el receptor de radio o los transformadores, y tan cerca como sea posible de la entrada de los conductores al edificio. Las unidades de descarga de antena no deben ubicarse cerca de materiales combustibles, ni en las áreas peligrosas (clasificadas) según lo definido en el Artículo 500.

c) Puesta a tierra. La unidad de descarga de antenas debe estar puesta a tierra conforme con lo establecido en 810-21.

810-21. Conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra - Estaciones receptoras. Los conductores de unión o conductores de electrodo de puesta a tierra deben cumplir con los incisos (a) a (k) siguientes:

a) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre, aluminio, acero recubierto con cobre, bronce u otro material resistente a la corrosión. No se deben usar conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre cuando estén en contacto directo con mampostería o con la tierra o expuestos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen en exteriores, los conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre no se deben instalar a una distancia menor que 45 centímetros del suelo.

b) Aislamiento. No se exigirá aislamiento en los conductores de unión o en los conductores de electrodo de puesta a tierra.

c) Soportes. Los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra deben asegurarse firmemente y pueden fijarse a las superficies donde deban instalarse, sin necesidad de usar soportes aislantes.

Excepción: Cuando no se puedan instalar soportes adecuados, el tamaño del conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra deben aumentarse proporcionalmente.

d) Protección mecánica. El conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra debe protegerse donde esté expuesto a daño físico. Cuando se instale un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor que contiene o a la misma terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de unión o el conductor de puesta a tierra.

e) Recorrido en línea recta. El conductor de unión y el conductor de electrodo de puesta a tierra para un mástil de antena o unidad de descarga de antena se deben instalar en línea recta tanto como sea factible.

f) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben conectarse como se requiere en (1) a (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminación de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminación de unión intersistemas como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminación de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminación de unión intersistemas, el conductor de puesta a tierra se debe conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes elementos:

(1) En el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura, como se describe en 250-50;

(2) Al sistema interno de tubería metálica de agua puesta a tierra, en el tramo de 1.50 metros desde la entrada del edificio, como se describe en 250-52;

(3) A los medios accesibles de acometida fuera del edificio de acuerdo con lo indicado en 250-94;

(4) A la canalización metálica de acometida;

(5) A la envolvente del equipo de acometida, o

(6) Al conductor del electrodo de puesta a tierra o a las envolventes metálicas del conductor del electrodo de puesta a tierra de acometida.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de unión (unión intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Un dispositivo de unión se debe montar en las partes no removibles y no se debe montar en una puerta o una tapa aunque éstas no sean removibles.

3) En edificios o estructuras sin terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura servida no tiene un medio de terminación de unión intersistemas, ni medios de puesta a tierra como los descritos en 810-21(f)(2), el conductor de puesta a tierra debe conectarse un electrodo como el descrito en 250-81.

g) Dentro o fuera del edificio. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se permite que se tienda dentro o fuera del edificio.

h) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 5.26 mm^2 (10 AWG) para cobre, 8.37 mm^2 (8 AWG) para aluminio y 1.03 mm^2 (17 AWG) para el acero recubierto con cobre o para bronce.

i) Tierra común. Puede utilizarse un solo conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra tanto como medio de protección como para propósitos de operación.

j) Unión de electrodos. Cuando se usen electrodos separados, se debe conectar un puente de unión de tamaño no-menor que 13.3 mm2 (6 AWG) de cobre o equivalente, entre el equipo de puesta a tierra del radio y televisión y el sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura servida.

k) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con 250-70.

C. Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil - Sistemas de antenas

810-51. Otras secciones aplicables. Los sistemas de antena de las estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil, además de cumplir con las disposiciones de esta Parte C, deben cumplir con lo estipulado en 810-11 a 810-15.

810-52. Tamaño de conductores de antena. Los conductores de antena para estaciones transmisoras y receptoras, deben ser de tamaño no menor que lo indicado en la Tabla 810-52.

Tabla 810-52.- Tamaño de los conductores para exteriores.

Material	Tamaño mínimo cuando la longitud máxima del tramo es:

	De 10 hasta 45 metros		Mayor que 45 metros	
	mm²	**AWG**	**mm²**	**AWG**
Cobre duro	2.08	14	5.26	10
Cobre con alma de acero, bronce u otro material de alta resistencia mecánica	2.08	14	3.31	12

810-53. Tamaño de los conductores de entrada. Los conductores de entrada para estaciones transmisoras deben tener, para distintas longitudes máximas de tramos, un tamaño por lo menos igual que el de los conductores para antena especificados en 810-52.

810-54. Distancias de seguridad en el edificio. Los conductores de antena para estaciones transmisoras fijados a los edificios, deben estar firmemente montados, dejando una distancia mínima de cuando menos 75 milímetros desde la superficie del edificio e ir montados sobre soportes aislantes no absorbentes, y equipados con aisladores que tengan una distancia de fuga y de distancia libre no menor que 75 milímetros. Los conductores de entrada fijados al edificio deben someterse también a estos requisitos.

Excepción: Cuando los conductores de entrada están encerrados en una pantalla metálica continua, permanente y puesta a tierra eficazmente, no se requiere cumplir con estos requisitos. Si la pantalla metálica está puesta a tierra, también se permite utilizarla como conductor.

810-55. Entrada al edificio. Los conductores de entrada de la antena de las estaciones de transmisión, excepto cuando están protegidos por una pantalla metálica continua puesta a tierra en forma permanente y efectiva, deben entrar a los edificios por uno de los métodos siguientes:

(1) A través de un tubo o pasacable aislante, no absorbente, no combustible y rígida;

(2) A través de una abertura provista para el propósito, en la que los conductores de entrada están fijados firmemente, dejando un claro de cuando menos 50 milímetros; o

(3) A través de un agujero perforado en el vidrio de una ventana.

810-56. Protección contra contactos accidentales. Los conductores de entrada a los transmisores de radio, deben ubicarse o instalarse de manera que se dificulte el contacto accidental con ellos.

810-57. Unidades de descarga de antenas - Estaciones transmisoras. Cada conductor de entrada de una antena exterior debe estar provisto de una unidad de descarga de la antena u otro medio adecuado para descargar la electricidad estática desde el sistema de la antena.

Excepción 1: Cuando los conductores de entrada estén protegidos por una armadura metálica continua que esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 810-58, no se exigirá un dispositivo de descarga de la antena ni otro medio adecuado.

Excepción 2: Cuando la antena esté puesta a tierra con un conductor de acuerdo con 810-58, no se exigirá un dispositivo de descarga de la antena ni otro medio adecuado.

810-58. Conductores de unión o conductores de electrodo de puesta a tierra - Estaciones transmisoras y receptoras de radioaficionados y banda civil. Los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra, deben cumplir con los incisos siguientes:

a) Otras secciones. Todos los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra de los equipos de transmisión y recepción de estaciones de radioaficionados y banda civil, deben cumplir con lo indicado en 810-21 (a) hasta (k).

b) Tamaño del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra para protección. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra para protección de estaciones transmisoras debe ser de un tamaño mínimo igual que el conductor de entrada de la antena, pero en ningún caso de tamaño menor que 5.26 mm^2 (10 AWG) de cobre, bronce o acero recubierto con cobre.

c) Tamaño del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra para funcionamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra para el funcionamiento de estaciones transmisoras no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm^2 (14 AWG) de cobre o su equivalente.

D. Instalaciones interiores - Estaciones transmisoras

810-70. Separación con otros conductores. Todos los conductores dentro del edificio deben instalarse cuando menos a 10 centímetros, de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, fuerza o señalización.

Excepción 1: Conforme con lo indicado en el Artículo 640.

Excepción 2: Cuando estén separados de otros conductores por medio de canalizaciones o por algún material no conductor fijo firmemente, como un tubo de porcelana o tubo flexible.

810-71. Generalidades. Los transmisores deben cumplir con los incisos (a) hasta (c) siguientes:

a) Envolvente. El transmisor debe estar dentro de una envolvente o malla metálica, o separado del espacio destinado al personal encargado del funcionamiento, por una barrera u otro medio equivalente, cuyas partes metálicas estén puestas a tierra efectivamente.

b) Puesta a tierra de los controles. Todas las manijas metálicas y controles accesibles al personal encargado del funcionamiento deben estar conectadas al conductor de puesta a tierra de equipo si el transmisor es alimentado por el sistema de alambrado del inmueble o puestas a tierra con un conductor de acuerdo a 810-21.

c) Bloqueo de puertas. Todas las puertas de acceso deben estar provistas de bloqueos que desconecten todos las tensiones mayores a 350 volts entre conductores, cuando se abra cualquier puerta de acceso.

ARTICULO 820

SISTEMAS DE DISTRIBUCION

DE ANTENAS COMUNITARIAS DE RADIO Y TELEVISION

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general “conductor de puesta a tierra” como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, “conductor de unión” o “conductor del electrodo de puesta a tierra”, según sea aplicable.

A. Generalidades

820-1. Alcance. Los requisitos de este Artículo deben aplicarse a los cables coaxiales de distribución de señales de radiofrecuencia, usualmente empleados en los sistemas de antenas comunales de televisión (CATV).

NOTA: Ver 1.2.2(e) para instalaciones de antenas comunales de televisión y sistemas de distribución de señales de radio no cubiertas.

820-2. Definiciones. Véase el Artículo 100. Para los propósitos de este Artículo, se aplican además las definiciones siguientes.

Cable coaxial. Ensamble cilíndrico compuesto por un conductor centrado dentro de un tubo o una pantalla metálicos, separado por un material dieléctrico y, por lo general, cubierto por una cubierta aislante.

Cable coaxial abandonado. Cable coaxial instalado que no termina en un equipo que no sea un conector coaxial, y no identificado para su uso futuro con una etiqueta.

NOTA: Véase en Artículo 100 la definición de equipo.

Expuesto (a contacto accidental). Un circuito que se encuentra en una posición tal, que en caso de falla de los soportes y del aislamiento, puede dar como resultado el contacto con otro circuito.

NOTA: Véase el Artículo 100, para otras dos definiciones de Expuesto.

Inmuebles. El terreno y las edificaciones de un usuario, localizados en el lado del usuario del punto límite entre la red de la empresa de servicios y el usuario.

Punto de entrada. Punto dentro de un edificio por donde el cable emerge de un muro exterior, de un piso de concreto o de un tubo conduit metálico pesado o tubo conduit metálico semipesado conectados por un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con 820-100(b).

820-3. Otros Artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir con (a) hasta (g).

a) Lugares (clasificados) peligrosos. Los equipos de antenas comunales instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Instalación y uso. Se debe aplicar 110-3.

c) Instalaciones de cables de fibra óptica, conductores y no conductores. Se aplican los requisitos del Artículo 770.

d) Circuitos de comunicaciones. Se aplican los requisitos del Artículo 800.

e) Sistemas de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red de comunicaciones. Se aplican los requisitos del Artículo 830.

f) Sistemas de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red del inmueble. Se aplican los requisitos del Artículo 840.

g) Métodos de alambrado alternos. Se permite reemplazar los métodos de alambrado del Artículo 820 por los del Artículo 830.

NOTA: El uso de los métodos de alambrado del Artículo 830 facilita la actualización de las instalaciones del Artículo 820 a aplicaciones de banda ancha alimentadas por la red de comunicaciones.

h) Ensamble de cable ruteador. Aplican al Artículo 820 la definición en 770-2, las aplicaciones en 770-154, las reglas de instalación en 770-113.

820-15. Limitaciones de energía. El cable coaxial puede ser utilizado para suministrar energía a baja potencia a equipos directamente asociados con los sistemas de distribución de radiofrecuencia, siempre que la tensión no sea mayor de 60 volts y donde la corriente de alimentación provenga de un transformador u otro dispositivo que tenga características de limitación de potencia.

La potencia se debe bloquear desde los dispositivos de la red en el inmueble, en que no están proyectados para ser alimentados a través de un cable coaxial.

820-21. Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe impedirse por una acumulación de cables y alambres que dificulten el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

820-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los sistemas de antenas comunales, de televisión y de distribución de señales de radio y deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables coaxiales instalados expuestos sobre la superficie del techo o de las paredes, se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(d) y 300-11.

820-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables coaxiales abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

820-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las instalación de canalizaciones para cables coaxiales y sistemas de antenas comunales de televisión en espacios huecos, fosos verticales o conductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación de resistencia nominal al fuego, abiertas para pasar canalizaciones de cables coaxiales y sistemas de antenas comunales de televisión, deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

B. Cables coaxiales en el exterior y entrando a edificios

820-44. Cables coaxiales aéreos. Los cables coaxiales aéreos, antes del punto de puesta a tierra como se define en 820-93, deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes (a) hasta (e):

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables coaxiales y conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables coaxiales deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables coaxiales no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables coaxiales debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas o cables de entrada coaxiales desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto inicial de fijación al edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada de manera que se evite la posibilidad de un contacto accidental.

Excepción. Cuando no se pueda evitar la proximidad a los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada, la instalación debe tener un libramiento mínimo de 30 centímetros de cualquier conductor de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada. Los requisitos de libramiento aplican en todos los puntos a lo largo de la bajada de servicio y se debe aumentar a 1.00 metro en el poste.

b). Sobre azoteas. Los cables coaxiales deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si: 1) los conductores de acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y 2) terminan en un mástil tipo canalización u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

c) En mástiles. Se permite sostener los cables coaxiales aéreos en un mástil tipo canalización situado encima de la azotea, que no contenga, ni sostenga conductores de circuitos de alumbrado o fuerza.

d) Entre edificios. Los cables coaxiales que vayan de un edificio a otro, así como sus soportes y accesorios de fijación, deben ser adecuados para ese propósito y deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas a las que puedan verse sometidos.

Excepción: Cuando un cable coaxial no tenga suficiente resistencia mecánica para ser autosoportado, debe estar soportado por un cable mensajero que, junto con sus herrajes o accesorios de fijación, sea adecuado para ese fin y tenga una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que pueda verse sometido.

e) Sobre los edificios. Cuando los cables coaxiales estén fijados a edificios, deben estar amarrados firmemente de manera que queden separados de otros conductores, como se indica a continuación en (1), (2) y (3):

1) Alumbrado o fuerza. El cable coaxial debe tener una separación de por lo menos 10 centímetros de los conductores de alumbrado o de fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no estén dentro de una canalización o cable, o estar permanentemente separados de los conductores de otro sistema por medio de un material no conductor continuo y firmemente fijado, adicional al aislamiento de los alambres.

2) Otros sistemas de comunicaciones. El cable coaxial debe instalarse de forma que no interfiera innecesariamente durante el mantenimiento a otros sistemas. En ningún caso los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, deben causar abrasión en los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de cualquier otro sistema.

3) Conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas. Cuando sea posible, se debe mantener una separación no menor que 1.80 metros entre los cables coaxiales y los conductores del sistema de protección contra descargas atmosféricas.

820-47. Cables coaxiales entrando a edificios. Los cables coaxiales entrando a edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Sistemas subterráneos con conductores de alumbrado y fuerza. Los cables coaxiales subterráneos instalados en ductos, pedestales, registros, o pozos de visita conteniendo conductores de fuerza, alumbrado o circuitos Clase 1, deben estar en una sección permanentemente separada de tales conductores mediante una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. El cable coaxial directamente enterrado debe estar separado por lo menos 30 centímetros de cualquier conductor de circuitos de alumbrado, de fuerza o Clase 1.

Excepción 1: Cuando los conductores de acometida o cables coaxiales estén instalados en canalizaciones o tengan armaduras metálicas.

Excepción 2: Cuando los conductores de circuitos derivados de fuerza, alumbrado, o alimentadores y conductores de circuitos Clase 1 estén instalados en canalización o en cables con pantalla o armadura metálica, o tipos UF o USE; o los cables coaxiales tienen una armadura metálica o están instalados en una canalización.

820-48. Cables entrando a edificios. Se permitirá instalar cables coaxiales no aprobados en cualquier espacio del edificio que no sea pozo vertical, plenums para manejo de aire ambiental, ductos para manejo de aire ambiental y otros espacios para manejar aire ambiental, cuando la longitud del cable dentro del edificio, medida desde su punto de entrada, no supere los 15.00 metros y el cable entre en el edificio desde el exterior y termine en un bloque de puesta a tierra.

C. Protección

820-93. Puesta a tierra de la pantalla conductora exterior de un cable coaxial. Los cables coaxiales que entran a los edificios o se fijan a ellos deben cumplir con (a) o (b) siguientes. Cuando el blindaje conductor externo de un cable coaxial esté puesto a tierra, no se exigirá ningún otro dispositivo de protección. Para los propósitos de esta sección, se debe considerar que la puesta a tierra ubicada en el equipo de acometida de las casas móviles, situado dentro de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, o en el medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil de acuerdo con 250-32 y situado dentro de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil a la que alimenta, cumplen los requisitos de esta sección.

NOTA: Seleccionando la ubicación de la puesta a tierra para lograr la longitud mínima posible del conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los sistemas de antena comunal de televisión y otros sistemas metálicos.

a) Entrada a los edificios. En las instalaciones en las que el cable coaxial entra al edificio, el blindaje conductor externo debe estar puesto a tierra de acuerdo con 820-100. La puesta a tierra debe estar lo más cerca que sea posible al punto de entrada.

b) Terminación fuera del edificio. En las instalaciones en las que el cable coaxial termina fuera del edificio, el blindaje conductor externo debe estar puesto a tierra de acuerdo con 820-100. La puesta a tierra debe estar lo más cerca que sea posible al punto de fijación o de terminación.

c) Ubicación. Cuando se instala, el protector primario aprobado se debe aplicar en cada uno de los cables de antenas comunales de televisión y de distribución de señales de radio externos al inmueble. El protector primario debe ubicarse lo más cerca que sea factible al punto de entrada del cable en cualquier lado o ser integral con el bloque de puesta a tierra.

d) Lugares peligrosos (clasificados). Cuando se usa un protector primario o un equipo que brinde la función de protección primaria, éste no se debe ubicar en ningún lugar peligroso (clasificado), como se define en 500-5 y 505-5 ni en la cercanía de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en 501-150, 502-150 y 503-150.

D. Métodos de puesta a tierra

820-100. Conductores de unión y conductores de electrodo de puesta a tierra. La pantalla del cable coaxial debe estar unida o puesta a tierra como se especifica en los incisos (a) hasta (d) siguientes:

Excepción: Para los sistemas de comunicaciones utilizando cable coaxial confinado dentro de los inmuebles y aislado del exterior, se permitirá que la pantalla sea puesta a tierra mediante una conexión a un conductor de puesta a tierra de equipo como se describe en 250-118. Se permitirá la conexión a un conductor de puesta a tierra de equipo a través de un contacto puesto a tierra utilizando un conductor dedicado de puesta a tierra. No se permitirá el uso de un cordón y clavija para la conexión de un conductor de puesta a tierra de equipo.

a) Conductor de unión y conductor de electrodo de puesta a tierra.

1) Aislamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe estar aprobado y se permitirá que sea aislado, cubierto o desnudo.

2) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser cobre u otro material conductivo resistente a la corrosión, cableado o sólido.

3) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm^2 (14 AWG) y debe tener ampacidad no menor que la del conductor exterior del cable coaxial. No se requerirá que el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra sea de tamaño mayor que 13.3 mm^2 (6 AWG).

4) Longitud. El conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible sin exceder 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de alumbrado y fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas. **Excepción:** En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible cumplir con la longitud máxima del conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra de 6.00 metros, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra separado, tal como se especifica en las secciones 250-52(a)(5), (a)(6) o (a)(7), el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra separado de acuerdo con 250-70 y el electrodo de puesta a tierra separado se debe conectar al sistema del electrodo de puesta a tierra de la alimentación de acuerdo con 820-100(d).

5) Tendido en línea recta. El conductor de unión o el conductor de electrodo puesta a tierra deben instalarse, tanto como sea posible, en línea recta.

6) Protección mecánica. Cuando están expuestos a daño físico, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben protegerse adecuadamente. Cuando se instale un conductor de unión o un conductor de electrodo de puesta a tierra en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización deben estar unidos al conductor de puesta a tierra que contiene o a la misma terminal o electrodo al que vaya conectado el conductor de unión o el conductor puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) o (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión intersistemas, como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminal de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se deben conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes:

(1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-50;

(2) El sistema interior de tuberías metálicas de agua, dentro de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, acorde a 250-52;

(3) Los medios accesibles externos de la envolvente de acometida conforme con lo establecido en la excepción de 250-94;

(4) La canalización metálica no flexible de acometida;

(5) La envolvente de los equipos de acometida;

(6) El conductor de electrodo de puesta a tierra o la envolvente metálica del conductor de electrodo de puesta a tierra de acometida, o

(7) Al conductor de electrodo de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que está conectado a un electrodo, como se especifica en 250-32.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión de intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Dicho dispositivo se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa aunque éstas no sean removibles.

Para los propósitos de esta sección, se deben considerar como accesibles el equipo de acometida de una casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en 820-93.

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentados no tiene una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra como se describe en el inciso (1) anterior, el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse a cualquiera de los siguientes:

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(1) hasta (a)(4), o

(2) Si el edificio o estructura alimentada no tienen una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(1) o (b)(2), se debe conectar a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en 250-52(a)(5), (a)(7) y (a)(8).

c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con 250-70.

d) Unión de los electrodos. Un puente de unión de tamaño no menor que 13.3 mm^2 (6 AWG) de cobre o equivalente, se debe conectar entre el electrodo de puesta a tierra del sistema de antena de televisión comunal y el sistema de electrodos de puesta a tierra de la alimentación del edificio o estructura alimentada, cuando se usan electrodos separados.

Excepción: En casas móviles conforme con lo establecido en 820-106.

NOTA 1: Para el uso de varillas pararrayos, véase 250-60.

NOTA 2: Si se unen todos los electrodos de puesta a tierra independientes, se limitan las diferencias de potencial entre los electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

e) Dispositivos de protección del blindaje. Se permitirá poner a tierra el blindaje de un cable coaxial de acometida por medio de un dispositivo protector que no interrumpa el sistema de puesta a tierra dentro del inmueble.

820-103. Puesta a tierra de equipos. El equipo desenergizado y envolventes de equipo energizados por el cable coaxial deben considerarse puestos a tierra cuando estén conectados a la pantalla metálica del cable.

820-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) y (2) siguientes:

1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a no más de 9.00 metros desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, o puesta a tierra del apartarrayos, se debe conectar a un conductor de electrodo de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en 820-100(b)(3).

2) Cuando no haya un medio de desconexión puesto a tierra de la casa móvil acorde con 250-32 a no más de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, se debe conectar a un electrodo de puesta a tierra, de acuerdo con lo establecido en 820-100(b)(3).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra de la pantalla del cable coaxial, la terminal de puesta a tierra del apartarrayos o el electrodo de puesta a tierra, deben conectarse a la estructura metálica o a la terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor, de cobre de tamaño no menor que 3.31 mm^2 (12 AWG), bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando no haya equipo de acometida o medio de desconexión en la casa móvil como lo indicado en (a) anterior; o

(2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón y clavija.

E. Métodos de instalación dentro de edificios

820-110. Canalizaciones para cables coaxiales.

a) Tipos de canalizaciones. Se permitirá que se instalen cables coaxiales en cualquier canalización que cumpla con (1) o (2) siguientes.

1) Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que se instalen cables coaxiales en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3. Las canalizaciones deben ser instaladas con los requisitos del Capítulo 3.

2) Otras canalizaciones permitidas. Se permitirá que se instalen cables coaxiales en canalizaciones para comunicaciones en plenums, canalizaciones para comunicaciones aprobadas en pozos verticales o canalizaciones para comunicaciones de uso general seleccionadas de acuerdo con los requerimientos de 820-113, e instaladas de acuerdo con 362-24 hasta 362-56, cuando apliquen los requerimientos para entubado eléctrico no-metálico.

b) Tablas de ocupación cables coaxiales. Las tablas de ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10 no aplican para cables coaxiales.

820-113. Instalación de cables coaxiales. La instalación de cables coaxiales debe cumplir con (a) hasta (k) siguientes. La instalación de canalizaciones también debe cumplir con 820-110.

a) Aprobación. Los cables coaxiales instalados en edificios deben ser aprobados.

Excepción: No se requiere que sean aprobados los cables coaxiales que cumplan con 800-48.

b) Ductos fabricados usados para aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables dentro de ductos fabricados usados para aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

(1) Hasta 1.25 metros de cable tipo CATVP.

(2) Cable tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (Plenums). Se permitirán los siguientes cables en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

(1) Cable tipo CATVP.

(2) Cable tipo CATVP en canalizaciones para comunicaciones en plenums.

(3) Cable tipo CATVP soportados por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas portacables.

(4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).

(5) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (plenums) como se describe en 300-22(c).

d) Pozos verticales — Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables:

(1) Cables tipo CATVP y CATVR.

(2) Cables tipo CATVP y CATVR instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

e) Pozos verticales — Cables en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

(1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.

(2) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

f) Pozos verticales — Cables y canalizaciones en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

(1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.

(2) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

g) Pozos verticales — Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

(1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.

(2) Cable tipo CATVX de menos de 10 milímetros de diámetro.

(3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

h) Charolas portacables. Se permitirá que charolas portacables soporten los siguientes cables:

(1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.

(2) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

i) Bastidores de distribución y marcos de conexiones. Se permitirán los siguientes cables en bastidores de distribución y marcos de conexiones:

(1) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX.

(2) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

j) Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen en otros lugares del edificio diferente a los cubiertos en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes cables y ensambles de cable ruteador:

(1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.

(2) Un máximo de 3.00 metros de cable tipo CATVX expuesto en espacios no ocultos.

(3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

(4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

k) Unidades de vivienda de una y dos familias y multifamiliares. Se permitirá que se instalen en unidades de vivienda multifamiliares en ubicaciones diferentes a las cubiertas en los incisos (b) hasta (i) anteriores, los siguientes cables y ensambles de cable ruteador:

(1) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV.

(2) Cable tipo CATVX de menos de 10 milímetros de diámetro.

(3) Cables tipo CATVP, CATVR y CATV instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

(4) Cables tipo CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados en una canalización del tipo reconocido en el Capítulo 3.

820-133. Instalación de cables coaxiales y equipos. Después del punto de puesta a tierra, como se define en 820-93, la instalación del cable coaxial debe cumplir con las secciones (a) y (b) siguientes.

a) Separación con otros conductores.

1) En canalizaciones, ensambles de ruteadores, charolas portacables, cajas y envolventes.

a. Fibra óptica y cables de comunicaciones. Se permitirán cables coaxiales en la misma canalización, charola portacables o envolvente o ensamble de cables ruteadores con cables blindados donde vayan cualquiera de los siguientes cables:

(1) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 770.

(2) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las partes A y D del Artículo 800.

(3) Circuitos de comunicaciones de banda ancha de baja potencia alimentados por la red de acuerdo con las partes A y D del Artículo 830.

b. **Otros circuitos.** Se permitirán cables coaxiales en la misma canalización, charola portacables o envolvente con cables blindados donde vayan cualquiera de los siguientes cables:

(1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.

(2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las partes A y C del Artículo 760.

c. **Circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.** Los cables coaxiales no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, o de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están separados de todos los cables coaxiales por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Los conductores de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar el equipo de distribución del sistema de cables coaxiales. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envolvente manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los cables coaxiales.

2) Otras aplicaciones. Los cables coaxiales deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada, y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media.

Excepción 1: Cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los cables coaxiales están alojados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables coaxiales estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del cable.

b) Soportes de los cables coaxiales. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables coaxiales no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

Excepción: Se permitirá que los claros aéreos de cables coaxiales estén sujetos al exterior de un mástil, tipo canalización, previsto para la sujeción y soporte de estos cables.

820-154 Aplicaciones de cables para antenas de televisión comunales aprobadas. Las aplicaciones permitidas y no permitidas de cables coaxiales aprobados deben ser las indicadas en la Tabla 820-154(a). Las aplicaciones permitidas estarán sujetas a los requisitos de instalación de 820-113. Se permite la sustitución de cables coaxiales enlistados en la Tabla 820-154(b) e ilustrados en la Figura 820-154.

NOTA: Los cables sustitutos en la Tabla 820-154(b) y en la Figura 820-154 son solamente cables tipo coaxial.

Tabla 820-154(b).- Uso y sustituciones permitidas de cable coaxial

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
CATVP	CMP, BLP
CATVR	CATVP, CMP, CMP, BMR, BLP, BLR
CATV	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CMG, CM, BMR, BM, BLP, BLR, BL
CATVX	CATVP, CMP, CATVR, CMR, CATV, CMG, CM, BMR, BM, BLP, BLR, BL, BLX

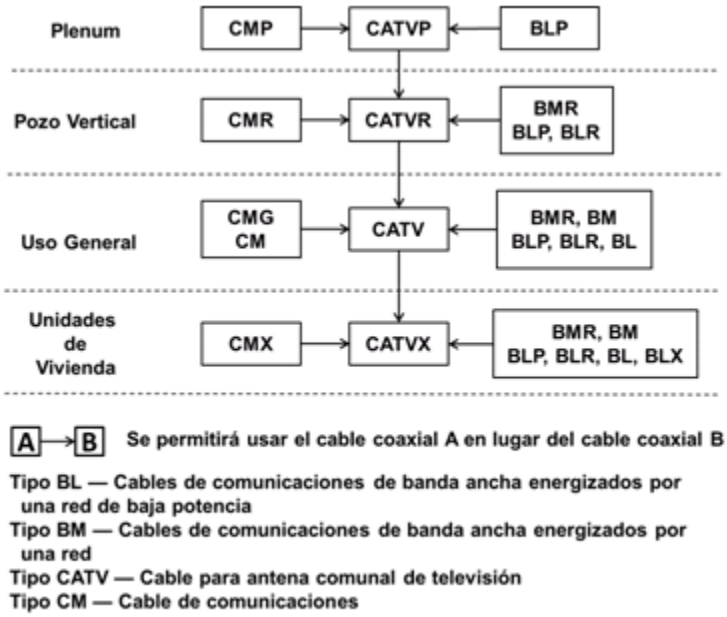


Figura 820-154.- Jerarquía de sustitución de cables

F. Requisitos de aprobación.

820-179. Cables coaxiales. Los cables coaxiales en un edificio deben estar aprobados como adecuados para este uso de acuerdo con los incisos (a) hasta (d) siguientes y deben identificarse conforme con lo indicado en Tabla 820-179. La tensión nominal del cable no debe marcarse en el cable.

NOTA: Las marcas de la tensión en el cable pueden interpretarse erróneamente, sugiriendo que pueden ser adecuados para uso en circuitos Clase 1, de fuerza o de alumbrado.

Excepción: Se permitirá que la tensión esté marcado en el cable cuando el cable tenga múltiples aprobaciones y el marcado de la tensión se exija en una o más.

Tabla 820-179.- Marcado en cables coaxiales

Marcado del cable	Tipo
CATVP	Cable CATV para plenums
CATVR	Cable CATV para pozos verticales
CATV	Cable CATV
CATVX	Cable CATV de uso limitado

Los tipos de cable están aprobados en orden descendente en cuanto a su clasificación de resistencia al fuego.

a) Tipo CATVP. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVP para plenums debe estar aprobado como adecuado para usarse en plenums, ductos y otros espacios usados para aire ambiental, y también estar aprobados con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos.

b) Tipo CATVR. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVR para pozo vertical debe estar aprobado para uso en tendidos verticales o de piso a piso y también aprobado con características de resistencia al fuego capaz de evitar la propagación del fuego de piso a piso.

Tabla 820-154(a).- Aplicaciones de cables coaxiales aprobados para su uso en edificios

Aplicaciones		Tipos de cable			
		CATVP	CATVR	CATV	CATVX
En ductos prefabricados como se describe en 300-22(b)	En ductos prefabricados como se describe en 300-22(b)	Y*	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(b)	Y*	Y*	Y*	Y*
En otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c)	En otros espacios usados para aire ambiental (Plenums) como se describe en 300-22(c)	Y*	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(c)	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	Y*	N	N	N
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	Y*	N	N	N
	Soportados por charolas con la base de metal y cubiertas de metal	Y*	Y*	Y*	Y*
En pozos verticales	En tendidos verticales	Y*	Y*	N	N
	En canalizaciones metálicas	Y*	Y*	Y*	Y*
	En espacios a prueba de fuego	Y*	Y*	Y*	Y*
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	Y*	Y*	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	Y*	Y*	N	N
	En ensambles de cable para ruteadores en pozos verticales	Y*	Y*	N	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	Y*	Y*	Y*	Y*
Espacios dentro de edificios que no sean para manejo de aire y pozos verticales	General	Y*	Y*	Y*	Y*
	En unidades de vivienda de una y dos familias	Y*	Y*	Y*	Y*
	En unidades de vivienda multifamiliar	Y*	Y*	Y*	Y*
	En espacios no ocultos	Y*	Y*	Y*	Y*

Aplicaciones	Tipos de cable			
	CATVP	CATVR	CATV	CATVX
Soportados por charolas portacables	Y*	Y*	Y*	N
En bastidores de distribución y marcos de conexiones	Y*	Y*	Y*	N
En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	Y*	Y*	Y*	Y*
En canalizaciones para comunicaciones en plenums	Y*	Y*	Y*	N
En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	Y*	Y*	Y*	N
En canalizaciones para comunicaciones de propósito general	Y*	Y*	Y*	N
En ensambles de cable para ruteadores en pozos verticales	Y*	Y*	Y*	N
En ensambles de cable para ruteadores de propósito general	Y*	Y*	Y*	N

Una "N" en la tabla indica que el tipo de cable no se permite sea instalado en la aplicación. Una "Y *" indica que el cable se permite sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 820-113.

Parte E del Artículo 820 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla contiene las aplicaciones aprobadas para los cables coaxiales para su uso en edificios. La definición del punto de entrada se encuentra en el Artículo 820-2. Cables de entrada coaxiales que no provengan de un conduit metálico pesado o conduit metálico semipesado no se consideran que estén dentro del edificio.

Para más información sobre las restricciones de la instalación de cables de comunicación en ductos prefabricados ver 820-113(b).

c) Tipo CATV. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATV debe estar aprobado para usos generales de antena comunal de televisión, excepto en plenums y ductos verticales y también aprobado como resistente a la propagación del fuego.

d) Tipo CATVX. El cable coaxial para antena comunal de televisión tipo CATVX de uso limitado, debe estar aprobado como adecuado para uso en viviendas y en canalizaciones, y también aprobado como resistente a la propagación de la flama.

ARTICULO 830

SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA

ALIMENTADOS POR UNA RED

A. Generalidades

NOTA: Para reflejar más exactamente la aplicación y función del conductor, el término general “conductor de puesta a tierra” como se ha aplicado previamente en este Artículo, se ha reemplazado por cualquiera de los siguientes términos, “conductor de unión” o “conductor del electrodo de puesta a tierra”, según sea aplicable.

830-1. Alcance. Este Artículo cubre los sistemas de comunicación de banda ancha alimentados por una red, que proporcionan cualquier combinación de servicios de voz, audio, video, datos y servicios interactivos, a través de una unidad de interfaz de red.

NOTA 1: Una configuración de un sistema básico típico incluye un cable de alimentación de fuerza y una señal de banda ancha a una unidad de interfaz de red que convierte la señal de banda ancha en señales para los componentes. Los cables típicos son los cables coaxiales con ambas señales, la banda ancha y la de fuerza en el conductor central, los cables metálicos compuestos con un elemento coaxial para la señal de banda ancha y un par trenzado para alimentación, y un cable compuesto de fibra óptica con un par de conductores para alimentación. Los sistemas más grandes también pueden incluir componentes de red tales como amplificadores que necesiten fuerza de la red.

830-2. Definiciones. Para los propósitos de este Artículo se aplican las definiciones adicionales siguientes. Véase el Artículo 100.

Cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por la red abandonado. Cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por la red instalado que no llega a: terminales en ambos extremos, a un conector u otro equipo y no está marcado con una etiqueta para uso futuro.

Circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red. Circuito que se extiende desde la terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones, hasta la Unidad de Interfaz de Red inclusive.

NOTA: Un circuito de comunicaciones alimentado por una red, típico y para una sola familia consta de un cable aéreo de comunicaciones o de un cable de acometida de comunicaciones y una UIR, e incluye la terminal o derivación de alimentación de la empresa de comunicaciones cuando no está bajo el control exclusivo de la empresa de comunicaciones.

Cuadra: Manzana, porción de una ciudad, terreno o aldea, rodeada por calles, incluyendo callejones encerrados, pero no las calles.

Dispositivo de protección contra fallas. Dispositivo electrónico proyectado para la protección de las personas, que funciona bajo condiciones de falla, tales como un corto circuito o circuito abierto en los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, para limitar la corriente o la tensión, o ambas, de un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, y brindar protección adecuada contra descarga eléctrica.

Expuesto (a contacto accidental): Circuito que está en una posición tal que, en caso de falla de los soportes o del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

Punto de entrada: El punto de entrada a un edificio es el lugar donde los conductores o cables emergen a través de un muro exterior, de una losa de concreto o de un tubo conduit metálico pesado o semipesado, conectado por un conductor de unión o de electrodo de puesta a tierra de acuerdo con 830-100 (b).

Unidad de interfaz de red. Dispositivo que convierte una señal de banda ancha en las señales componentes de voz, audio, video, datos y servicios interactivos. La interfaz de red brinda aislamiento entre la alimentación de la red y los circuitos de señales de los inmuebles. La interfaz de red también puede contener protectores primarios y secundarios.

830-3. Otros artículos. Los circuitos y equipos deben cumplir lo establecido de (a) hasta (f) siguientes:

a) Lugares (clasificados) peligrosos. Los equipos de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la red, instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Equipos en otros espacios para manejar aire ambiental. Se debe aplicar 300-22(c).

c) Circuitos de salida. Como sea apropiado para los servicios suministrados, los circuitos de salida derivados de una unidad de interfaz de red deben cumplir con los requisitos siguientes:

(1) Instalaciones de circuitos de comunicaciones: Artículo 800

(2) Instalaciones de antenas comunales de televisión y de circuitos de distribución de radio: Artículo 820

Excepción: cuando se suministre protección en la salida de una unidad de interfaz de red se debe aplicar lo dispuesto en 830-90(b)(3).

(3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Artículo 770.

(4) Instalaciones de circuitos Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.

(5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Artículo 760.

d) Instalación y uso. Aplican los requisitos de 110-3(b).

e) Protección contra daño físico. Aplican los requisitos de 300-4.

f) Ensamble de cable ruteador. Aplican al Artículo 830 la definición en 770-2, las aplicaciones en 770-154, las reglas de instalación en 770-113.

830-15. Limitaciones de potencia. Los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben clasificar como poseedoras de fuentes de potencia media o baja, como se requiere en (1) o (2) siguiente:

(1) Las fuentes se deben clasificar tal como se definen en la Tabla 830-15.

(2) Las fuentes de alimentación de corriente continua que excedan 150 volts a tierra, pero no más de 200 volts a tierra, y con la corriente a tierra limitada a 10 miliamperes de corriente continua, que cumplan con las limitaciones de corriente y potencia para las fuentes de potencia media que se indican en la Tabla 830-15, se deben clasificar como fuentes de potencia media.

TABLA 830-15.- Limitaciones para sistemas de comunicaciones

de banda ancha alimentados por una red

Fuente de alimentación de la red	Bajo	Medio
Tensión máxima del circuito, (volts)*	0-100	0-150
Limitación de potencia, VAmáx. (voltamperes)*	250	250
Limitaciones de corriente, Imáx. (amperes)*	1000/Vmáx	1000/Vmáx
Potencia máxima (voltamperes)*	100	100
Tensión máxima (volts)*	100	150
Protección máxima contra sobre corriente (A)**	100/Vmáx	N/A

* La tensión del circuito, Vmáx, la limitación de corriente Imáx, y la capacidad nominal de potencia máxima VAmáx se determinan con la impedancia para limitar de corriente en el circuito (no derivada), como sigue:

Vmáx-Tensión máxima del sistema, independientemente de la carga.

I máx-Corriente máxima del sistema bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

Los límites de I máx se aplican después de 1 minuto de operación.

VAmáx-Salida máxima de potencia en voltamperes después de 1 minuto de operación, independientemente de la carga y la protección contra sobrecorriente derivada, si se usa.

** No se requiere protección contra sobrecorriente cuando el dispositivo limitador de corriente brinda una limitación de corriente equivalente y el dispositivo limitador de corriente no se restablece sino hasta quitar la alimentación o la carga.

830-21. Acceso a equipo eléctrico atrás de paneles diseñados para permitir el acceso. El acceso a los equipos eléctricos no debe impedirse por una acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por la red que dificulten el retiro de paneles, incluyendo paneles colgantes en plafones.

830-24. Ejecución mecánica de los trabajos. Los equipos y circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red deben instalarse de manera organizada y profesional. Los cables instalados expuestos sobre la superficie del techo o de las paredes, se deben soportar sobre la estructura del edificio de forma que no puedan ser dañados por el uso normal del mismo. Dichos cables deben ser asegurados mecánicamente, incluyendo correas, grapas, bridas, soportes o accesorios similares, diseñados e instalados de forma tal que no dañen el cable. La instalación también debe cumplir con 300-4(d) y 300-11.

830-25. Cables abandonados. Se debe retirar la parte accesible de los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red abandonados. Cuando los cables están identificados para su uso futuro con una etiqueta, dicha etiqueta debe tener durabilidad suficiente para resistir el ambiente involucrado.

830-26. Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La instalación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red en espacios huecos, fosos verticales o conductos de ventilación y circulación de aire se deben hacer de manera tal que no se incremente significativamente la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión. Las aberturas de paredes, divisiones, pisos o plafones con clasificación de resistencia nominal al fuego, abiertas para pasar cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la red, deben tener cortafuegos que utilicen métodos aprobados para mantener la resistencia nominal al fuego.

B. Cables en el exterior y que entran a los edificios

830-40. Cables de entrada. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, instalados en el exterior y que entran a los edificios deben cumplir con (a) y (b) siguientes.

a) Circuitos de potencia media. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de comunicaciones de banda ancha de potencia media alimentados por una red, tipos BMU, BM o BMR.

b) Circuitos de potencia baja. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia localizados fuera de los edificios y que entran a éstos, se deben instalar utilizando cables de

comunicaciones de banda ancha de baja potencia energizados por una red, tipos BLU o BLX. Se permitirá sustituir los cables de la forma mostrada en la Tabla 830-154(b).

830-44. Cables coaxiales aéreos. Los cables aéreos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, antes del punto de puesta a tierra como se define en 820-93, deben cumplir con lo indicado en los incisos siguientes (a) hasta (g):

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas o cables de entrada de comunicaciones de banda ancha energizados por una red desde un poste u otro soporte, incluyendo el punto inicial de fijación al edificio o estructura, se deben mantener alejados de los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada de manera que se evite la posibilidad de un contacto accidental.

Excepción. Cuando no se pueda evitar la proximidad a los conductores de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada, la instalación debe tener un libramiento mínimo de 30 centímetros de cualquier conductor de alumbrado, fuerza, Clase 1 o de circuitos de alarma de incendio de potencia limitada. Los requisitos de libramiento aplican en todos los puntos a lo largo de la bajada de servicio y se debe aumentar a 1.00 metro en el poste.

b) Sobre los techos. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si:

1) los conductores de acometida de los sistemas de comunicaciones pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y

2) terminan en un mástil tipo canalización u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

c) Libramiento al suelo. Los claros interpostales aéreos de los cables de comunicación de banda ancha energizados por una red deben cumplir mínimo con lo siguiente:

(1) 2.90 metros sobre el suelo terminado, aceras o desde cualquier plataforma o proyección desde la cual se puedan alcanzar y sean accesibles solamente a los peatones.

(2) 3.50 metros sobre propiedades residenciales y caminos de accesos vehiculares, y las áreas comerciales no sometidas a tráfico de camiones.

(3) 4.70 metros sobre vías públicas, callejones, caminos, áreas de estacionamiento sujetas a tráfico de camiones, caminos de accesos vehiculares en propiedades no residenciales, y otros terrenos por donde circulan vehículos, por ejemplo, tierras cultivadas, zonas de pastoreo, bosques y huertos.

d) Sobre piscinas. La distancia de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, en cualquier dirección desde el nivel del agua, el borde de la piscina, la base de la plataforma de salto o balsa anclada debe cumplir con las distancias de 680-8.

e) Claros interpostales finales. Se permitirá sujetar los claros interpostales finales de los cables sin cubierta externa de comunicaciones de banda ancha energizados por una red al edificio, pero se deben

mantener a no menos de 90 centímetros de las ventanas que se abren, puertas, porches, balcones, escaleras, salidas de emergencia o lugares similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores que pasan sobre la parte superior de una ventana estén a menos de los 90 centímetros exigidos.

No se deben instalar cables aéreos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, debajo de aberturas a través de las cuales se puedan mover materiales, tales como las aberturas en edificios agrícolas y comerciales, y no se deben instalar donde obstruyan la entrada a estas aberturas.

f) Entre edificios. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, que se tienden entre edificios o estructuras y también los soportes o accesorios de sujeción deben ser aceptables para aplicaciones aéreas exteriores y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

Excepción: Cuando un cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red no tenga la resistencia mecánica suficiente para ser auto soportado, se debe fijar a un cable mensajero de soporte que, junto con los accesorios de sujeción o soportes, deben ser aceptables para el propósito y deben tener una resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a las que puedan estar sometidos.

g) Sobre edificios. Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén sujetos a edificios, se deben fijar firmemente de manera que queden separados de los demás conductores, como en (1) a (4) siguientes:

1) Alumbrado o fuerza. El cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red debe tener una separación mínima de 10 centímetros de los conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada, que no van en canalizaciones o en cables o debe estar separado permanentemente de los conductores del otro sistema por un material no conductor continuo y fijo firmemente, adicional al aislamiento de los alambres.

2) Otros sistemas de comunicación. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red se deben instalar de manera que no haya interferencia innecesaria en el mantenimiento por separados de los sistemas. Los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de un sistema, en ningún caso deben causar abrasión a los conductores, cables, cables mensajeros o equipos de cualquier otro sistema.

3) Conductores del sistema de pararrayos. Cuando sea factible, se debe mantener una separación de al menos 1.80 metros entre cualquier cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y los conductores del sistema de pararrayos.

4) Protección contra daños. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, sujetos a los edificios o estructuras y localizados a una distancia no mayor que 2.50 metros del suelo terminado, se deben proteger mediante envolventes, canalizaciones u otros medios aprobados.

830-47. Cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que entran a los edificios. Cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que entran a los edificios deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Sistemas subterráneos con conductores de alumbrado y fuerza. Los cables subterráneos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que van en un ducto, pedestal, registro o pozo de visitas que tiene conductores de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1, deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. Los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red directamente enterrados, deben estar separados al menos 30 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1.

Excepción 1: Cuando los conductores de acometida eléctrica o cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red estén instalados en canalizaciones o tengan cubierta metálica en el cable.

Excepción 2: Cuando los conductores de alimentadores o circuitos derivados de alumbrado o de fuerza, o los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, o conductores de un circuito Clase 1 están instalados en una canalización o en cables con cubierta metálica, pantalla metálica o en cables tipo UF o tipo USE; o los cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red que poseen una pantalla metálica o están instalados en una canalización.

c) Protección mecánica. La instalación de cables, tubos conduit u otras canalizaciones enterradas directamente deben cumplir los requisitos de profundidad mínima de la Tabla 830-47. Además, los cables directamente enterrados que salgan al exterior, se deben proteger mediante envolventes, canalizaciones, u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-47, bajo el suelo hasta un punto ubicado al menos de 2.50 metros sobre el suelo terminado. En ningún caso se requiere que la protección exceda de 45 centímetros por debajo del suelo terminado. Los cables Tipo BMU y BLU, directamente enterrados y que salgan al exterior, deben estar instalados en tubo conduit metálico tipo pesado y semipesado, tubo conduit rígido de policloruro de vinilo u otros medios aprobados que se extiendan desde la distancia de enterramiento mínima exigida en la Tabla 830-47, por debajo del suelo hasta el punto de entrada.

Excepción: Un circuito de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red de baja potencia, equipado con un dispositivo aprobado de protección contra fallas, apropiado para el cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por red, usado y localizado en el lado de la red de dicho cable de comunicaciones que se está protegiendo.

d) Albercas. Los cables ubicados bajo la piscina o dentro de un área que se extiende 1.50 metros horizontalmente desde la pared interior de la piscina deben cumplir con las distancias y los requisitos que se especifican en 680-10.

Tabla 830-47.- Requisitos de profundidad mínima de los sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, (profundidad es la menor distancia medida entre un punto en la superficie superior de cualquier cable, tubo conduit u otra canalización enterrada directamente, y la superficie del piso terminado, concreto o recubrimiento similar)

Ubicación del circuito o método de alambrado	Conductores directamente enterrados cm	Tubo conduit metálico tipo pesado o tipo semipesado cm	Canalizaciones no metálicas aprobadas directamente enterradas; sin concreto embebido u otra canalización aprobada cm
	Centímetros		
Todos los lugares no especificados abajo	46	15	30
En zanjas por debajo de concreto de 5 cm de espesor o equivalente	30	15	15
Bajo una edificación (en canalizaciones solamente)	0	0	0
Bajo una baldosa exterior de concreto de 10 cm de espesor como mínimo, sin tráfico vehicular y que se extiende a no menos de 15 cm más allá de la instalación subterránea	30	10	10
Vías de entrada de las viviendas unifamiliares o bifamiliares y áreas	30	30	30

exteriores de parqueo, usadas solamente para propósitos relacionados con las viviendas	

1. Las canalizaciones aprobadas para enterramiento solamente embebidas en concreto requieren una envoltura de concreto de espesor no menor a 5 centímetros.

2. Se permite profundidades menores donde los cables suben hasta las terminaciones o empalmes, o cuando de otra manera se exige el acceso a ellos.

3. Cuando se encuentra roca sólida, todo el alambrado se debe instalar en una canalización metálica o no metálica permitida para enterramiento directo. Las canalizaciones se deben recubrir con un mínimo de 5 centímetros de concreto que se extienda hasta la roca.

4. Los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de baja potencia, que usan cables coaxiales antenas comunales de televisión y para sistemas de distribución de radio, de enterramiento directo, instalados en el exterior y que entran en los edificios e instalados de acuerdo con el Artículo 820, se permiten cuando estén enterrados a una profundidad mínima de 30 centímetros.

C. Protección

830-90. Protección eléctrica primaria

a) Aplicación. Se debe suministrar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que van parcial o totalmente en cable aéreo no confinado dentro de una cuadra.

Además, se debe brindar protección eléctrica primaria en todos los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, subterráneos o aéreos, que no están puestos a tierra ni interrumpidos, y que están localizados dentro de la cuadra donde está el edificio servido, que está expuesto a descargas atmosféricas o contacto accidental con conductores de alumbrado o fuerza que operan a más de 300 volts a tierra.

Excepción: Cuando se suministra protección eléctrica en el(los) circuito(s) derivado(s) (del lado de la salida de la unidad de interfaz de red), de acuerdo con la parte (b)(3) de esta sección.

NOTA 1: En conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, no expuestos a descargas atmosféricas o a contacto accidental con conductores de fuerza, la instalación de protección eléctrica primaria de acuerdo con este Artículo, ayuda a proteger contra otros peligros, tales como la elevación del potencial a tierra causada por corrientes de falla y tensiones por encima de las normales inducidas por corrientes de falla en los circuitos de fuerza cercanos a los conductores de comunicaciones de banda ancha alimentados por red.

NOTA 2: Se considera que los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red están expuestos a descargas atmosféricas, a menos que existan una o más de las condiciones siguientes:

(1) Circuitos en áreas metropolitanas grandes en las que los edificios están cerca unos de otros y tienen altura suficiente para interceptar las descargas atmosféricas.

(2) Areas con un promedio de 5 o menos días de tormenta por año, y una resistividad de la tierra menor que 100 ohm-metro.

1) Protectores primarios sin fusibles. Se permiten protectores primarios sin fusible en donde las corrientes de falla en todos los conductores protegidos en el cable están limitadas con seguridad a un valor no mayor a la capacidad de corriente del protector primario y de la ampacidad del conductor de puesta a tierra del protector primario.

2) Protectores primarios con fusible. Cuando no se cumplen los requisitos enumerados en (1) anterior, se deben usar protectores primarios con fusible. Estos protectores deben consistir en un apartarrayos conectado entre cada conductor que se va a proteger y tierra, un fusible en serie con cada conductor que se va a proteger y un arreglo apropiado de montaje. Las terminales de los protectores primarios con fusible deben estar marcadas indicando línea, instrumento y tierra, según sea aplicable.

b) Ubicación. La ubicación del protector primario, cuando se requiera, debe cumplir con (1), (2) o (3) siguientes:

(1) Se debe aplicar un protector primario aprobado en cada cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, externo a y en el lado red de la unidad de interfaz de red.

(2) La función de protección primaria debe ser parte integral de la unidad de interfaz de red y debe estar contenida en ella. La unidad de interfaz de red debe estar aprobada para este propósito y debe tener una marca externa que indique que contiene protección eléctrica primaria.

(3) El (los) protector(es) primario(s) se debe(n) instalar en el (los) circuito(s) derivado(s) (lado de salida de la unidad de interfaz de red), y la combinación del unidad de interfaz de red, y el (los) protector(es) debe(n) estar aprobado(s) para aplicación en sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red.

Un protector primario, ya sea integral o externo a la unidad de interfaz de red, debe estar localizado lo más cerca posible del punto de entrada.

Para los propósitos de esta sección, una unidad de interfaz de red y cualquier protector primario suministrado externamente, ubicado en el equipo de acometida de las casas móviles, a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.00 metros de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesto a tierra de acuerdo con 250-32 y ubicado a la vista desde la pared exterior de la casa móvil que alimenta y a no más de 9.00 metros de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta sección.

NOTA: La selección de la ubicación de una unidad de interfaz de red y del protector primario para lograr que el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra del protector primario sea lo más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones y otros sistemas metálicos.

c) Areas peligrosas (clasificadas). El protector primario o el equipo que hace la función de protección primaria no se debe ubicar en ningún área peligrosa (clasificada), como se define en los Artículos 500-5 o 505-5 o en la proximidad de material fácilmente inflamable.

Excepción: Lo permitido en las secciones 501-150, 502-150 y 503-150.

830-93. Puesta a tierra o interrupción de partes metálicas de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los cables de comunicaciones energizados por una red que entran a los edificios o se fijan en ellos, deben cumplir con las partes (a) o (b) siguientes.

Para los propósitos de esta sección, la puesta a tierra, instalada en el equipo de acometida de las casas móviles, instalada a no más de 9.00 metros de la misma, o en un medio de desconexión para casas móviles, puesta a tierra de acuerdo con 250-32 y ubicado a no más de 9.00 metros de la misma, se debe considerar que cumple los requisitos de esta sección.

NOTA: La selección de un lugar de puesta a tierra para lograr el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra más corto posible, ayuda a limitar las diferencias de potencial entre los circuitos de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, y otros sistemas metálicos.

a) Entrando a los edificios. En las instalaciones donde los cables de comunicaciones alimentados por una red entran a los edificios, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en 830-100, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con 830-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible al punto de entrada.

b) Terminación en el exterior de los edificios. En las instalaciones donde el cable de comunicaciones alimentado por una red termina en el exterior del edificio, el blindaje debe estar puesto a tierra tal como se especifica en 830-100, y los elementos metálicos del cable que no se utilizan para las comunicaciones ni para la alimentación se deben poner a tierra de acuerdo con 830-100, o se deben interrumpir mediante una junta aislante u otro dispositivo equivalente. La puesta a tierra o la interrupción se deben hacer lo más cerca posible del punto de fijación de la unidad de interfaz de red.

NOTA: Véase en 830-2 la definición de punto de entrada.

D. Métodos de puesta a tierra

830-100. Unión y puesta a tierra de cables, unidades de interfaz de red y protectores primarios. Las unidades de interfaz de red que contienen protectores, las unidades de interfaz de red con envolventes metálicas, los protectores primarios y las partes metálicas del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, que deben estar unidos o puestos a tierra, se deben conectar como se especifica de (a) hasta (d) siguientes.

a) Conductor de unión o conductor de electrodo de puesta a tierra

1) Aislamiento. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra deben estar aprobados y se permite que sean aislados, forrados o desnudos.

2) Material. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, cableado o sólido.

3) Tamaño. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra no debe ser de tamaño menor que 2.08 mm^2 (14 AWG) y debe tener una ampacidad aproximadamente igual que la de las partes metálicas puestas a tierra y el (los) conductor(es) protegido(s) del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red. No se requiere que el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra sea mayor que 13.3 mm^2 (6 AWG)

4) Longitud. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser lo más corto posible. En viviendas unifamiliares y bifamiliares, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe ser tan corto como sea posible sin exceder 6.00 metros de longitud.

NOTA: Limitaciones similares de la longitud del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra aplicadas a edificios de apartamentos y edificios comerciales ayudan a reducir las tensiones que se pueden desarrollar entre los sistemas de alumbrado y fuerza y de comunicaciones del edificio durante eventos de descargas atmosféricas.

Excepción: En viviendas unifamiliares y bifamiliares donde no es factible cumplir con la longitud máxima del conductor de unión o del conductor de electrodo de puesta a tierra de 6.00 metros, se debe instalar un electrodo de puesta a tierra de comunicaciones por separado, cumpliendo los criterios de dimensiones de (b)(3)(2) que sigue y el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe conectar al electrodo de puesta a tierra de comunicaciones de acuerdo con el inciso (c) siguiente. El electrodo de puesta a tierra de comunicaciones se debe unir al sistema del electrodo de puesta a tierra de la alimentación de acuerdo con el inciso (d) más adelante.

5) Tendido en línea recta. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se debe tender hasta el electrodo de puesta a tierra siguiendo una línea lo más recta posible.

6) Protección física. Cuando están expuestos a daño físico, los conductores de unión y los conductores de electrodo de puesta a tierra deben protegerse adecuadamente. Cuando el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se instala en una canalización metálica, ambos extremos de la canalización se deben unir al conductor de puesta a tierra que va en la canalización o a la misma terminal o electrodo, al cual está conectado el conductor de unión o el conductor de puesta a tierra.

b) Electrodo. El conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse de acuerdo a (1), (2) y (3) siguientes:

1) En edificios o estructuras con una terminal de unión intersistemas. Si el edificio o estructura alimentada tiene una terminal de unión intersistemas, como se requiere en 250-94, el conductor de unión debe estar conectado a la terminal de unión intersistemas.

2) En edificios o estructuras con medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentada no tiene una terminal de unión intersistemas, el conductor de unión o el conductor de electrodo de puesta a tierra se deben conectar al lugar accesible más cercano de los siguientes:

(1) El sistema de electrodos de puesta a tierra del edificio o estructura conforme con lo establecido en 250-50;

(2) El sistema interior de tuberías metálicas de agua, dentro de 1.50 metros desde su punto de entrada al edificio, acorde a 250-52;

(3) Los medios accesibles externos de la envolvente de acometida conforme con lo establecido en la excepción de 250-94;

(4) La canalización metálica no flexible de acometida;

(5) La envolvente de los equipos de acometida;

(6) El conductor de electrodo de puesta a tierra o la envolvente metálica del conductor de electrodo de puesta a tierra de acometida, o

(7) Al conductor de electrodo de puesta a tierra o electrodo de puesta a tierra del medio de desconexión de un edificio o estructura que está conectado a un electrodo, como se especifica en 250-32.

Un dispositivo de unión proyectado para proporcionar un punto de terminación para el conductor de puesta a tierra (unión de intersistemas) no debe interferir con la apertura del envolvente del equipo. Dicho dispositivo se debe montar en las partes no removibles, y no se debe montar en una puerta o una tapa aunque éstas no sean removibles.

Para los propósitos de esta sección, se deben considerar como accesibles el equipo de acometida de una casa móvil o el medio de desconexión de ésta, según se describe en 830-93.

3) En edificios o estructuras sin una terminación de unión intersistemas ni medios de puesta a tierra. Si el edificio o estructura alimentados no tiene una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra como se describe en el inciso (1) anterior, el conductor de electrodo de puesta a tierra debe conectarse a cualquiera de los siguientes:

(1) A cualquiera de los electrodos individuales descritos en 250-52(a)(1) hasta (a)(4), o

(2) Si el edificio o estructura alimentada no tienen una terminal de unión intersistemas o medios de puesta a tierra, como se describe en (b)(2) o (b)(3)(a), se debe conectar a cualquiera de los electrodos de puesta a tierra individuales descritos en 250-52(a)(7) y (a)(8) o a un tubo o barra de puesta a tierra cuya longitud no sea menor a 1.50 metros y 12.7 milímetros de diámetro, enterrado, cuando sea factible, dentro de tierra permanentemente húmeda y separado de los conductores de pararrayos según se indica en 800-53 y cuando menos a 1.80 metros de los electrodos de otros sistemas. Las tuberías de agua caliente o de vapor, ni los conductores de pararrayos se deben utilizar como electrodos de puesta a tierra para los protectores, para las unidades de interfaz de red con protección integral, las partes metálicas puestas a tierra, las unidades de interfaz de red con envolventes metálicos y otros equipos.

c) Conexión a los electrodos. Las conexiones a los electrodos de puesta a tierra deben cumplir lo establecido en 250-70.

d) Unión de los electrodos. Se debe conectar un puente de unión de tamaño no menor que 13.3 mm^2 (6 AWG) de cobre o equivalente, entre el sistema de electrodos de puesta a tierra del sistema de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red y el sistema de electrodos de puesta a tierra de fuerza en el edificio o estructura o alimentada, cuando se usan electrodos independientes.

Excepción: En las casas móviles, como se indica en 830-106.

NOTA 1: Sobre el sistema de electrodos de puesta a tierra de pararrayos, véase 250-60.

NOTA 2: La unión de todos los electrodos independientes, limita las diferencias de potencial entre dichos electrodos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

830-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) o (2) siguientes.

(1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, la unidad de interfaz de red y la puesta a tierra del protector primario deben estar conectadas a un conductor de electrodo de puesta a tierra o a un electrodo de puesta a tierra, según se establece en 830-100(b)(3).

(2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con 250-32, situado al alcance la vista desde y a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, el cable de comunicaciones de banda ancha energizado por una red, la unidad de interfaz de red y la puesta a tierra del protector primario deben estar conectadas a un electrodo de puesta a tierra, según 830-100(b)(3).

b) Unión. La terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, la terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, si la hay, y la terminal de puesta a tierra del protector primario, deben unirse todas con un conductor de cobre de unión de tamaño no menor a 3.31 mm^2 (12 AWG). La terminal de puesta a tierra del cable de comunicaciones de banda ancha alimentado por una red, la terminal de puesta a tierra de la unidad de interfaz de red, la terminal de puesta a tierra del protector primario o el electrodo de puesta a tierra, se deben unir al chasis de metal o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil, con un conductor de cobre de unión de tamaño no menor a 3.31 mm^2 (12 AWG), en cualquiera de las condiciones siguientes:

(1) Cuando no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil, como se indica en (a) anterior; o

(2) Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón con clavija.

E. Métodos de instalación dentro de edificios

830-110. Canalizaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia.

a) Canalizaciones reconocidas en el Capítulo 3. Se permitirá que los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de media y baja potencia sean instalados en cualquier canalización incluida en el Capítulo 3. Esas canalizaciones deberán instalarse de acuerdo con los requisitos del Capítulo 3.

b) Ocupación de canalizaciones por cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. La ocupación de canalizaciones por cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con (1) o (2) siguientes:

1) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia. Los requisitos para la ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 10 no aplican para cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.

2) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media. Aplican los requisitos para la ocupación de canalizaciones de los Capítulos 3 y 9, cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media se instalan en canalizaciones.

830-113. Instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. La instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red debe cumplir con (a) hasta (k) siguientes

a) Aprobación. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red instalada en edificios deben ser aprobados.

b) Ductos fabricados usados para aire ambiental. Se permitirán los siguientes cables dentro de ductos fabricados usados para aire ambiental como se describe en 300-22(b) si están directamente asociados con el sistema de distribución de aire:

(1) Hasta 1.25 metros de cable tipo BLP.

(2) Cable tipos BLP, BMR, BLR, BM, BL Y BLX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(b).

c) Otros espacios usados para aire ambiental (Plenums). Se permitirán los siguientes cables en otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c):

(1) Cable tipo BLP.

(2) Cable tipo BLP en canalizaciones para comunicaciones en plenums.

(3) Cable tipo BLP soportados por charolas metálicas abiertas o en sistemas de charolas portacables.

(4) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL Y BLX instalados en canalizaciones que son instaladas cumpliendo con 300-22(c).

(5) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL Y BLX soportadas por charolas con la base de metal y cubiertas de metal en otros espacios usados para aire ambiental (plenums) como se describe en 300-22(c).

d) Pozos verticales — Cables y canalizaciones en trayectorias verticales. En trayectorias verticales que crucen uno o más pisos y en trayectorias verticales en un pozo, se permitirán los siguientes cables:

(1) Cables tipo BLP, BMR y BLR.

(2) Cables tipo BLP Y BLR instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

e) Pozos verticales — Cables en canalizaciones de metal. En canalizaciones metálicas en un pozo vertical que tenga cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

(1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL Y BLX.

(2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

f) Pozos verticales — Cables y canalizaciones en pozos verticales a prueba de fuego. En pozos verticales que tengan cortafuegos en cada piso, se permitirán los siguientes cables:

(1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL Y BLX.

(2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

g) Pozos verticales — Unidades de vivienda de una familia y bifamiliar. Se permitirán los siguientes cables en unidades de vivienda de una familia y bifamiliar:

(1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM y BL, y cables tipo BL y BLX de menos de 10 milímetros de diámetro.

(2) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

NOTA: Para los requisitos de cortafuegos, para evitar penetraciones a los pisos ver 820-26.

h) Otros lugares del edificio. Se permitirá que se instalen en otros lugares del edificio diferente a los cubiertos en los incisos (b) hasta (g) anteriores, los siguientes cables y canalizaciones:

(1) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM y BL.

(2) Cables tipo BLP, BMR, BLR, BM, BL y BLX instalados en una canalización.

(3) Cables tipo BLP, BLR y BL instalados en:

a. Canalizaciones de comunicaciones en plenums.

b. Canalizaciones en trayectorias verticales.

c. Canalizaciones de comunicaciones de uso general.

d. Ensamble de cable ruteador en pozos verticales.

e. Ensamble de cable ruteador de propósito general.

(4) Cables tipo BLX y BL de menos de 10 milímetros de diámetro instalados en unidades de vivienda de una o dos familias.

(5) Cables tipo BMU y BLU entrando al edificio desde el exterior esté tendido en conduit metálico pesado o conduit metálico semipesado, y tales conduits deben estar conectados con un conductor de puesta a tierra a un electrodo de acuerdo con 830-100(b).

NOTA: Esta disposición limita la longitud del cable tipo BLX a 15.00 metros, mientras que en 830-90(b) se exige que el protector primario o la unidad de interfaz de red con protección integral, estén localizados lo más cerca posible al punto por donde el cable entra al edificio. Por tanto, en las instalaciones que requieren un protector primario o una unidad de interfaz de red con protección integral, no se permite que el cable del tipo BLX se extienda más de 15.00 metros dentro del edificio, si es práctico ubicar el protector primario más cerca que 15.00 metros del punto de entrada.

(6) Una longitud máxima de 15.00 metros de cable tipo BLX, entrando al edificio desde el exterior y terminando en una unidad de interfaz de red o una ubicación con protección primaria.

830-133. Instalación de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red y equipos. Las instalaciones de cables y equipos deben cumplir con (a), (b) y (c) siguientes.

a) Separación con otros conductores.

1) En canalizaciones, charolas portacables, cajas y envolventes.

a. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja y media potencia. Se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja y media potencia en la misma canalización, charola portacables o envolvente.

b. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, con cables de fibra óptica y otros cables de comunicaciones. Se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia en la misma canalización, charola portacables, envolvente o ensamble de cables ruteadores con cables blindados de cualquiera de los siguientes circuitos:

(1) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las Partes A y D del Artículo 800.

(2) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 770.

(3) Sistemas de antenas comunales de televisión y de distribución de radio, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 820.

c. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia, con otros circuitos. Se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia en la misma canalización, charola portacables o envolvente con cables blindados de cualquiera de los siguientes circuitos:

(1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.

(2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las partes A y C del Artículo 760.

d. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, con cables de fibra óptica y otros cables de comunicaciones. Se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media en la misma canalización, charola portacables, envolvente o ensamble de cables ruteadores con conductores de cualquiera de los siguientes circuitos:

(1) Circuitos de comunicaciones de acuerdo con las Partes A y D del Artículo 800.

(2) Cables de fibra óptica conductores y no conductores, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 770.

(3) Sistemas de antenas comunales de televisión y de distribución de radio, de acuerdo con las partes A y D del Artículo 820.

e. Cables de circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media, con otros circuitos. No se permitirán cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de potencia media en la misma canalización, charola portacables o envolvente con conductores de cualquiera de los siguientes circuitos:

(1) De control remoto Clase 2 y Clase 3, de señalización y de circuitos de potencia limitada de acuerdo con las partes A y C del Artículo 725.

(2) Circuitos de potencia limitada de sistemas de alarma contra incendios, de acuerdo con las partes A y C del Artículo 760.

f. Circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, y de comunicaciones de banda ancha sin alimentación propia. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio no se deben instalar en ninguna canalización, compartimiento, caja de salida o de empalme o accesorios similares, con conductores de circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 o de alarmas contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1, de alarmas contra incendios de potencia no limitada, están separados de todos los cables comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio por una barrera permanente o un divisor aprobado.

Excepción 2: Los conductores de fuerza en cajas de salida, cajas de empalme, accesorios similares o compartimientos cuando estos conductores son introducidos únicamente para alimentar el equipo de distribución del sistema de comunicaciones de banda ancha energizados desde la instalación del edificio. Los conductores de los circuitos de fuerza se deben instalar dentro del envolvente manteniendo una separación mínima de 6 milímetros con los cables de comunicaciones de banda ancha.

2) Otras aplicaciones. Los cables de comunicaciones de banda ancha deben estar separados 5 centímetros como mínimo de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada.

Excepción 1: Cuando (1) todos los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada están en una canalización o en cables con recubrimiento metálico, con cubierta metálica, con recubrimiento no metálico, cables tipo AC o UF, o (2) todos los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red están alojados en una canalización.

Excepción 2: Cuando los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red estén separados permanentemente de los conductores de los circuitos de alumbrado, de fuerza, Clase 1 y de alarmas contra incendios de potencia no limitada por una barrera no conductora continua y fijada firmemente, tal como tubos de porcelana o tuberías flexibles, además del aislamiento del cable.

b) Soportes de los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Las canalizaciones sólo se deben utilizar para el propósito previsto. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red no se deben sujetar con flejes, con cinta o cualquier otro medio al exterior de cualquier conduit o canalización, para utilizarla como un medio de soporte.

830-154. Aplicaciones de sistemas cables de comunicaciones de banda ancha. Las aplicaciones, permitidas y no permitidas de sistemas de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red aprobados deben hacerse como se indica en la Tabla 830-154(a). Las aplicaciones permitidas deben cumplir con los requisitos de instalación de 830-40, 830-110 y 830-113. Se permiten las sustituciones de sistemas de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red, aprobados en la Tabla 830-154(b).

Tabla 830-154(b).- Sustitución de Cable

Tipo de cable	Sustituciones permitidas
BM	BMR
BLP	CMP, CL3P
BLR	CMP, CL3P, CMR, CL3R, BLP, BMR
BL	CMP, CMR, CM, CMG, CL3P, CL3R, CL3, BMR, BM, BLP, BLR
BLX	CMP, CMR, CM, CMG, CMX, CL3P, CL3R, CL3, CL3Z, BMR, BM, BLP, BRP, BL

830-160. Dobleces. Los dobleces en los cables de una red de comunicaciones de banda ancha se deben hacer de tal modo que no dañen el cable.

Tabla 830-154(a).- Aplicaciones de cables de comunicaciones de banda ancha para su uso en edificios

Aplicaciones		Tipos de cable						
		BLP	BLR	BL	BMR	BM	BLX	BMU, BLU
En Ductos prefabricados como se describen en 300-22(b)	En ductos prefabricados como se describe en 300-22(b)	S*	N	N	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(b)	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
En otros espacios usados para aire ambiental como se describe en 300-22(c)	En otros espacios usados para aire ambiental (Plenums) como se describe en 300-22(c)	S*	N	N	N	N	N	N
	En canalizaciones metálicas que cumplen con 300-22(c)	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en	S*	N	N	N	N	N	N

Aplicaciones		Tipos de cable						
		BLP	BLR	BL	BMR	BM	BLX	BMU, BLU
	plenums							
	Soportados por charolas portacables metálicas abiertas	S*	N	N	N	N	N	N
	Soportados por charolas con la base de metal y cubiertas de metal	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
En pozos verticales	En tendidos verticales	S*	S*	N	S*	N	N	N
	En canalizaciones metálicas	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En espacios a prueba de fuego	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	S*	S*	N	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N
	En ensambles de cable para ruteadores en pozos verticales	S*	S*	N	N	N	N	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
Espacios dentro de edificios que no sean para manejo de aire y pozos verticales	General	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En unidades de vivienda de una y dos familias	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	Soportados por charolas portacables	S*	S*	S*	S*	S*	N	N
	En conduit metálico pesado y conduit metálico semipesado	S*	S*	S*	S*	S*	S*	S*
	En alguna canalización reconocida en el Capítulo 3	S*	S*	S*	S*	S*	S*	N
	En canalizaciones para comunicaciones en plenums	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones en pozos verticales	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En canalizaciones para comunicaciones de propósito general	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En ensambles de cable para ruteadores en pozos verticales	S*	S*	S*	N	N	N	N
	En ensambles de cable para ruteadores de propósito general	S*	S*	S*	N	N	N	N

Una "N" en la tabla indica que el tipo de cable no se permite sea instalado en la aplicación. Una "S *" indica que el cable se permite sea instalado en la aplicación, sujeto a las limitaciones descritas en 830-113.

Parte E del Artículo 830 cubre los métodos de instalación dentro de los edificios. Esta tabla contiene las aplicaciones aprobadas de cables de comunicaciones de banda ancha para su uso en edificios. La definición del punto de entrada se encuentra en el Artículo 830-2. Cables de entrada de comunicaciones de banda ancha que no provengan de un conduit metálico pesado o conduit metálico semipesado no se consideran que están dentro del edificio.

Para más información sobre las restricciones de la instalación de cables de comunicaciones de banda ancha en ductos prefabricados ver 830-113(b).

F. Requisitos de aprobación

830-179. Equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los equipos y cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben estar aprobados y marcados de acuerdo con (a) o (b) siguientes.

Excepción 1: Este requisito de aprobación no se debe aplicar a los cables coaxiales de antenas comunales de televisión y de sistemas de distribución de radio que fueron instalados antes de enero 1 de 2000, de acuerdo con el Artículo 820, y que se usan para por circuitos de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia.

Excepción 2: Se permitirán los cables substitutos de cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red tal como se indica en la Tabla 830-154(b).

a) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red deben ser cables ensamblados en fábrica, consistiendo en un cable coaxial con cubierta, una combinación, con cubierta, de cable coaxial con múltiples conductores individuales o una combinación, con cubierta, de cable de fibra óptica y múltiples conductores individuales. El aislamiento de los conductores individuales debe ser para 300 volts como mínimo. Los cables para uso en el exterior deben estar aprobados para esa aplicación. Los cables deben marcarse como se indica en 310-120.

1) Cables tipo BMR. Los cables tipo BMR deben ser adecuados para su uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro, y deben tener características de resistencia al fuego que prevengan la propagación del fuego de un piso a otro.

2) Cables tipo BM. Los cables tipo BM deben estar aprobados para uso general, con la excepción de pozos verticales y plenums y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

3) Cables tipo BMU. Los cables tipo BMU deben tener cubierta y ser adecuados para uso exterior subterráneo.

b) Cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia. Los cables de comunicaciones de banda ancha energizados por una red de baja potencia deben ser cables ensamblados en fábrica, consistiendo en un cable coaxial con cubierta, una combinación, con cubierta, de cable coaxial con múltiples conductores individuales o una combinación, con cubierta, de cable de fibra óptica y múltiples conductores individuales. El aislamiento de los conductores individuales debe ser para 300 volts como mínimo. Los cables para uso en el exterior deben estar aprobados para esa aplicación. Los cables deben marcarse como se indica en 310-120.

1) Cables tipo BLP. Los cables tipo BLP deben estar aprobados para uso en ductos, plenums y otros espacios usados para aire ambiental y también deben estar aprobadas sus características de resistencia al fuego y baja emisión de humo.

2) Cables tipo BLR. Los cables tipo BLR deben estar aprobados para uso en trayectorias verticales en un foso o de un piso a otro, y deben tener características de resistencia al fuego que prevengan la propagación del fuego de un piso a otro.

3) Cables tipo BL. Los cables tipo BL deben estar aprobados para uso en el exterior, para uso en unidades de vivienda y para uso en canalizaciones y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

4) Cables tipo BLX. Los cables tipo BLX de uso limitado deben estar aprobados para uso general, con la excepción de pozos verticales y plenums y deben tener características de resistencia a la propagación del fuego.

5) Cables tipo BLU. Los cables tipo BLU deben tener cubierta y ser adecuados para uso exterior subterráneo.

ARTICULO 840

SISTEMAS DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA ALIMENTADOS CON LA INSTALACION DEL EDIFICIO.

A. Generalidades

840-1. Alcance. Este Artículo cubre las instalaciones de edificios que alimentan sistemas de comunicaciones de banda ancha basados en fibra óptica que provee cualquier combinación de voz, video, datos y servicios interactivos por medio de una terminal de red óptica.

NOTA: Una configuración básica de un sistema típico consiste de un cable de fibra óptica que suministra al edificio una señal de banda ancha a la terminal de red óptica, misma que convierte la señal óptica de banda ancha en componentes de señales eléctricas, tal como sucede en los teléfonos tradicionales, en video, internet de alta velocidad y servicios interactivos.

La alimentación a la terminal de red óptica se hace típicamente con una unidad de suministro de potencia y una batería como unidad de respaldo, que toma energía de las instalaciones del edificio. El cable de fibra óptica sin potencia y puede ser conductivo o no conductivo.

840-2. Definiciones. Aplican las definiciones del Artículo 100 y 770-2, 800-2, y 820-2. Para propósitos de este Artículo también aplican las definiciones siguientes.

Fibra – instalaciones del edificio. Fibra óptica conductiva o no conductiva, que puede ser aérea, enterrada o en canalización y que remata en una unidad de red óptica, estableciendo una red de comunicaciones.

Terminal de red óptica. Un dispositivo que convierte señales ópticas en componentes de señales, eléctricas, incluyendo: voz, audio, video, datos y servicios inalámbricos e interactivos y se considera que es el equipo de interfaz de red.

Circuito de comunicaciones en el edificio. Circuito que lleva voz, audio, video, datos, servicios interactivos, telégrafo (excepto radio) y alambrados exteriores de alarmas de incendio y de robo, desde la terminal de red óptica del proveedor de servicios hasta el equipo de comunicaciones del cliente, incluyendo el equipo terminal, tal como los aparatos de: teléfono, fax o una contestadora automática.

Circuito de antena comunal de televisión en edificios. Circuito que extiende los sistemas de antena comunal de televisión para audio, video, datos y servicios interactivos desde la terminal de red óptica del proveedor de servicios hasta el equipo apropiado del cliente

840-3. Otros Artículos.

a) Lugares (clasificados como) peligrosos. Los circuitos y equipos de comunicaciones de banda ancha, alimentados por la instalación del edificio, instalados en un lugar que está clasificado de acuerdo con 500-5 y 505-5, deben cumplir con los requisitos aplicables del Capítulo 5.

b) Equipos en otros espacios para manejar aire ambiental. Se debe aplicar 300-22(c).

c) Circuitos de salida. Como sea apropiado para los servicios suministrados, los circuitos de salida derivados de una terminal de red óptica deben cumplir con los requisitos siguientes:

(1) Instalaciones de circuitos de comunicaciones en el edificio: Artículo 800

(2) Instalaciones de antenas comunales de televisión y de circuitos de distribución de radio en edificios: Artículo 820

(3) Instalaciones de cables de fibra óptica, Artículo 770.

(4) Instalaciones de circuitos Clase 2 y Clase 3, Artículo 725.

(5) Instalaciones de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, Artículo 760.

840-21. Acceso a equipo eléctrico detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. No se debe impedir el acceso a equipo eléctrico por una acumulación de cables de comunicaciones de banda ancha alimentados de la instalación del edificio, que no permitan quitar los paneles, incluyendo los paneles suspendidos en los plafones.

840-24. Ejecución mecánica del trabajo. Se deben aplicar los requisitos de 770-24, 800-24 y 820-24.

840-25. Cables abandonados. Se deben aplicar los requisitos de 770-25, 800-25 y 820-25.

840-26. Propagación del fuego y productos de la combustión. Se deben aplicar los requisitos de 770-26, 800-26 y 820-26.

B. Cables en el exterior y que entran a los edificios

840-44. Cables de fibra óptica aéreos. Los cables aéreos de fibra óptica que contengan un elemento metálico no conductor de corriente, deben cumplir con (a) y (b) siguientes:

a) Sobre postes y claros. Cuando los cables de fibra óptica y los conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza estén soportados en el mismo poste o corran paralelos en el tramo interpostal, deben cumplir con las siguientes condiciones.

1) Ubicación relativa. Cuando sea posible, los cables de fibra óptica deben ubicarse abajo de los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza.

2) Fijación a las crucetas. Los cables de fibra óptica no se deben fijar a crucetas que soporten conductores eléctricos de alumbrado o de fuerza.

3) Espacio para subir. El espacio para subir, entre los cables de fibra óptica debe cumplir con los requisitos indicados en 225-14 (d).

4) Libramiento. Las acometidas aéreas de 0 a 750 volts, encima y paralelas a las acometidas de servicios de comunicaciones de banda ancha alimentados por la instalación del edificio, deben tener una separación mínima de 30 centímetros en cualquier parte del claro interpostal, incluyendo hasta el punto donde se fija al edificio. En el poste se debe mantener un libramiento de 1.00 metro entre los dos servicios.

b) Sobre los techos. Los cables de fibra óptica en el exterior, deben tener un libramiento vertical mínimo de 2.50 metros desde todos los puntos de los techos sobre los cuales pasen.

Excepción 1: Los requisitos de 840-44(b) no aplican a edificios auxiliares, tales como cocheras (garajes, estacionamientos) y similares.

Excepción 2: Se permite una reducción en el libramiento sólo en la parte del alerón de la azotea, de cuando menos de 46 centímetros si:

1) los conductores de acometida de los sistemas de fibra óptica pasan sobre el alerón de la azotea a no más de 1.20 metros, y

2) el cable de fibra óptica es terminado en una canalización a través o encima del techo u otro soporte aprobado.

Excepción 3: Si el techo tiene una pendiente no menor que 10 centímetros por cada 30 centímetros, se permite una reducción del libramiento a un mínimo de 90 centímetros.

840-47. Cables subterráneos de fibra óptica entrando a edificios. Los cables subterráneos de fibra óptica entrando a edificios deben cumplir con (a) hasta (c) siguientes.

a) Circuitos Clase 1 y de alarma de fuego de potencia limitada. Los cables subterráneos de fibra óptica con un miembro metálico no conductor de corriente, que van en un ducto, pedestal, registro o pozo de visitas que tiene conductores de alumbrado, de fuerza, circuitos Clase 1 o de alarma contra incendios de potencia no limitada deben estar en una sección separada permanentemente de estos conductores por una barrera adecuada.

b) Cables y canalizaciones directamente enterrados. Los cables de fibra óptica con un miembro metálico no conductor de corriente directamente enterrado, deben estar separados al menos 30 centímetros de los conductores de cualquier circuito de alumbrado, de fuerza, de alarma contra incendios de potencia no limitada o circuitos Clase 1.

Excepción 1: Cuando los conductores de acometida eléctrica estén instalados en canalizaciones o tengan cubierta metálica en el cable.

Excepción 2: Cuando los conductores de alimentadores o circuitos derivados de alumbrado o de fuerza, o los conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada, o conductores de un circuito Clase 1 están instalados en una canalización o en cables con cubierta metálica, pantalla metálica o en cables tipo UF o tipo USE.

c) Protección mecánica. La instalación de cables directamente enterrados, tubos conduit u otra canalización se deben enterrar de manera que estén cubiertos cuando menos 15 centímetros.

840-48. Cables y canalizaciones no aprobados entrando a los edificios. Aplican los requisitos de 770-48.

C. Protección

840-90. Dispositivos de protección. Aplican los requisitos de 800-90.

840-93. Puesta a tierra o interrupción de la cubierta metálica.

a) Miembros metálicos no conductores de corriente de cables de fibra óptica. Miembros metálicos no conductores de corriente de cables de fibra óptica entrando o terminados en el exterior de un edificio deben cumplir con 770-93(a) o (b).

b) Cables de comunicaciones. La puesta a tierra o la interrupción de la cubierta metálica del cable de comunicaciones debe cumplir con 800-93.

c) Cables coaxiales. Cuando se instala la terminal de red óptica en el exterior o en el interior de un edificio, con un cable coaxial rematado en una terminal de red óptica y está entrando, saliendo o fijado en el exterior del edificio, aplica 820-93.

D. Métodos de puesta a tierra

840-100. Puesta a tierra de la terminal de red óptica y del cable de fibra óptica. Los requisitos de puesta a tierra de la terminal de red óptica y del cable de fibra óptica deben cumplir con 770-100, 800-100 ó 820-100, según sea aplicable.

840-101. Circuitos del edificio que no salen de él. Cuando la terminal de red óptica es alimentada por un cable de fibra óptica no conductivo, o cuando cualquier miembro metálico no conductor de corriente es interrumpido por un empalme aislante o dispositivo similar y los circuitos rematan en una terminal de red óptica y están totalmente dentro del edificio aplican (a), (b) y (c) siguientes, según sea el caso:

a) Puesta a tierra del blindaje de un cable coaxial. El blindaje de un cable coaxial debe ser puesto a tierra por una de las siguientes maneras:

(1) Cualquiera de los métodos descritos en 820-100 ó 820-106.

(2) Una conexión fija a un conductor de puesta a tierra de equipo como se describe en 250-118

(3) Conexión a la terminal de puesta a tierra de la terminal de red óptica, siempre y cuando esa terminal esté puesta a tierra por uno de los métodos descritos en 820-100 ó 820-106, o a un conductor de puesta a tierra de equipo a través de un dispositivo de puesta a atierra aprobado que mantendrá la puesta a tierra aunque se desconecte la terminal de red óptica.

b) Puesta a tierra de circuitos de comunicaciones. No se requiere que los circuitos de comunicaciones estén puestos a tierra.

c) Puesta a tierra de la terminal de red óptica. No se requiere que la terminal de red óptica esté puesta a tierra, a menos que sea requerido. Si el cable coaxial está puesto a tierra separadamente como se describe en (a)(1) o (a)(2) anteriores, si se usa un cordón y clavija para la conexión a la terminal de red óptica se permite la puesta a tierra.

NOTA: Cuando sea requerida la puesta a tierra, se permite que un dispositivo aprobado extienda el conductor de puesta a tierra de equipo desde el contacto hasta la terminal de puesta a tierra de equipo de la terminal de red óptica. El dimensionamiento del conductor de puesta a tierra de equipo es cubierto en la Tabla 250-122.

840-106. Unión y puesta a tierra en las casas móviles

a) Puesta a tierra. La puesta a tierra debe cumplir con (1) o (2) siguientes.

1) Cuando no haya un equipo de acometida para casas móviles situado a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la terminal de red óptica, si se requiere que esté puesta a tierra, deberá estar conectada a un conductor de electrodo de puesta a tierra según se establece en 840-100. Los circuitos de comunicaciones y de antenas comunales de televisión deberán estar puestos a tierra de acuerdo a 840-93.

2) Cuando no haya un medio de desconexión de la casa móvil puesto a tierra de acuerdo con la sección 250-32, situado al alcance la vista desde y a una distancia máxima de 9.00 metros de la pared exterior de la casa móvil que alimenta, la terminal de red óptica, si se requiere que esté puesta a tierra, deberá estar conectada a un conductor de electrodo de puesta a tierra según se establece en 840-100(b)(3). Los circuitos de comunicaciones y de antenas comunales de televisión deberán estar puestos a tierra de acuerdo a 840-93.

b) Unión. La terminal de puesta a tierra de la terminal de red óptica o el electrodo de puesta a tierra, deberán estar conectadas al chasis de metal o terminal de puesta a tierra disponible de la casa móvil con un conductor de cobre de tamaño no menor a 3.31 mm^2 (12 AWG) en cualquiera de las condiciones siguientes:

1) Cuando no exista equipo de acometida o medio de desconexión de la casa móvil, como se indica en (a) anterior o

2 Cuando la casa móvil se alimente mediante cordón con clavija.

E. Métodos de instalación dentro de edificios

840-110. Canalizaciones para sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble. Aplican los requisitos de 770-110.

840-113. Instalaciones después de la terminal de red óptica. La instalación de circuitos de comunicación y de circuitos con cable coaxial debe cumplir con (a) y (b) siguientes.

a) Circuitos de comunicaciones en los inmuebles. Los alambres y cables para comunicaciones instalados en los inmuebles, después de la terminal de fibra óptica, deberán cumplir con 800-179 y la instalación deberá cumplir con 800-113 y 800-133.

b) Circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles. Los circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles, a partir de la terminal de fibra óptica, deberán estar aprobados según 820-179 y la instalación deberá cumplir con 820-113 y 820-133.

840-133. Instalación de fibras ópticas y conductores eléctricos asociados con la alimentación a sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble. Aplican los requisitos de 770-133.

840-154. Aplicaciones de cables de fibra óptica y canalizaciones. Aplican los requisitos de 770-154.

F. Requisitos de aprobación

840-170. Equipos y cables. Los equipos y cables de sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble deben cumplir con (a) hasta (d) siguientes:

a) Terminal de red óptica. La terminal de red óptica y los medios aplicables de puesta a tierra deben estar aprobados para uso con sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble

NOTA. No hay requisitos para utilizar cierta metodología para la puesta a tierra, excepto la recomendada por el fabricante.

b) Cables de fibra óptica. Los cables de fibra óptica deber ser aprobados según 770-179(a) hasta (d) y deben ser marcados de acuerdo con la Tabla 770-179.

c) Circuitos de comunicaciones en los inmuebles. Los alambres y cables de comunicaciones de los inmuebles conectados a la terminal de red óptica deben estar aprobados según 800-179. Las canalizaciones asociadas con el sistema de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble deben estar aprobadas según 800-182.

d) Circuitos de antena comunal de televisión en los inmuebles. Los cables coaxiales de antenas comunales de televisión en los inmuebles, conectados a la terminal de red óptica deben estar aprobados según 800-179. Los medios aplicables para puesta a tierra deberán ser aprobados para la aplicación en sistemas de comunicaciones de banda ancha energizados por instalaciones del inmueble.

CAPITULO 9

INSTALACIONES DESTINADAS AL SERVICIO PUBLICO

ARTICULO 920

DISPOSICIONES GENERALES

920-1 Objetivo y campo de aplicación. El objetivo de este Capítulo es establecer las disposiciones para salvaguardar a las personas y sus propiedades de los riesgos originados por las líneas y subestaciones eléctricas, líneas de comunicación y su equipo asociado, durante su instalación, operación y mantenimiento. Los requisitos aquí establecidos se consideran como los mínimos necesarios para la seguridad y salud del público y de los trabajadores, la preservación del ambiente y el uso racional de la energía.

Se aplica a las líneas eléctricas de suministro público, subestaciones eléctricas, alumbrado público y otras líneas eléctricas y de comunicación ubicadas en la vía pública, así como a instalaciones similares propiedad de los usuarios, para fines de este Capítulo y cuando así se especifique en éste. Al establecer estos requisitos se ha considerado, en principio, que dichas líneas deben estar operadas y mantenidas por personas calificadas.

920-2. Definiciones

Empalme: Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Línea de suministro eléctrico: Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización en general de la energía eléctrica.

Tensión de aguante de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión a 60 hertz que bajo condiciones normalizadas puede aplicarse sin causar flameo o perforación del aislador.

Tensión de flameo de baja frecuencia: Para un aislador, es el valor eficaz de la tensión a 60 hertz que bajo condiciones normalizadas causa flameo sostenido a través del medio circundante.

ARTICULO 921

PUESTA A TIERRA

A. Generalidades

921-1. Generalidades. El objeto de este Artículo es proporcionar métodos prácticos de puesta a tierra, como uno de los medios de salvaguardar al público y a los operarios del daño que pudiera causar el potencial eléctrico en las líneas de servicio público de energía eléctrica. Este Artículo se refiere a los métodos para conectar a tierra los conductores y el equipo de líneas eléctricas y de comunicación; los requisitos que

establecen en qué casos estos elementos deben estar conectados a tierra, se encuentran en otras secciones de esta NOM.

Para mayor detalle sobre puesta a tierra, véase Artículo 250.

921-2. Definiciones

Electrodo: cuerpo metálico conductor o conjunto de cuerpos conductores agrupados, en contacto último con el suelo y destinados a establecer una conexión con el mismo.

Guarda: elemento protector para prevenir un contacto accidental con un conductor eléctrico.

921-3. Medición de la resistencia del sistema de tierra. La medición de la resistencia del sistema de tierra, debe efectuarse desconectando el electrodo, del neutro del sistema.

921-4. Puesta a tierra durante reparaciones. El equipo o los conductores que operen a más de 110 volts entre fases y que se deban reparar cuando se desconecten de la fuente de alimentación, deben conectarse a tierra, antes y durante la reparación.

921-5. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de corriente continua.

a) Hasta de 750 volts En sistemas de corriente continua hasta de 750 volts, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse sólo en la fuente de alimentación. Para sistemas de tres hilos, esta conexión debe hacerse al neutro.

b) Más de 750 volts En sistemas de corriente continua de más de 750 volts, que requieran estar conectados a tierra, la conexión debe hacerse tanto en la fuente de alimentación como en los centros de carga. Esta conexión debe hacerse al neutro del sistema.

921-6. Corriente en el conductor de puesta a tierra. Los puntos de conexión de puesta a tierra deben estar ubicados en tal forma que, bajo condiciones normales, no haya un flujo de corriente inconveniente en el conductor de puesta a tierra. Si se tiene un flujo de corriente en un conductor de puesta a tierra, se debe tomar una o más de las siguientes medidas para localizar el origen del flujo:

a) Eliminar una o más de las conexiones de puesta a tierra.

b) Cambiar la localización de las conexiones de puesta a tierra.

c) Interrumpir la continuidad del conductor entre las conexiones de puesta a tierra.

d) Otras medidas efectivas para limitar la corriente, de acuerdo con un estudio confiable.

La conexión de puesta a tierra en el transformador de alimentación, no debe removerse. Las corrientes eléctricas instantáneas que se presentan bajo condiciones anormales, mientras los conductores de puesta a tierra están desempeñando sus funciones de protección, no se consideran como inconvenientes para estos casos.

El conductor debe tener capacidad para conducir la corriente de falla, durante el tiempo que dure la falla sin sobrecarga térmica o sin sobretensiones peligrosas. Véase 921-10.

921-7. Material de los conductores de puesta a tierra. El material de los conductores de puesta a tierra debe garantizar la adecuada conducción de corrientes a tierra, preferentemente sin empalmes. Si los empalmes son inevitables, deben ser resistentes mecánicamente y a la corrosión, y estar hechos y mantenidos de tal modo que no se incremente la resistencia del conductor. Para apartarrayos, el conductor de puesta a tierra debe ser tan corto y exento de dobleces cerrados (ángulos menores a 90º) como sea posible.

La estructura metálica de un edificio o construcción, puede servir como conductor de puesta a tierra y como un aceptable electrodo de tierra, si cumple con lo indicado en 921-25.

921-8. Desconexión del conductor de puesta a tierra. En ningún caso debe insertarse un dispositivo de desconexión en el conductor de puesta a tierra.

Excepción: Se permite la desconexión temporal del conductor de puesta a tierra para propósitos de prueba, hecha bajo supervisión de personal calificado.

921-9. Medios de conexión. La conexión del conductor de puesta a tierra y los diferentes elementos a que está unido, debe hacerse por medios que igualen las características del propio conductor y que sean adecuados para la exposición ambiental. Estos medios incluyen soldaduras exotérmicas, conectores mecánicos o de compresión y zapatas o abrazaderas de puesta a tierra.

921-10. Ampacidad y resistencia mecánica. "La ampacidad de tiempo corto" de un conductor desnudo de puesta a tierra, es la corriente que éste puede soportar durante el tiempo (establecido en el cálculo

correspondiente durante el cual se tiene circulación de corriente), sin fundirse o cambiar su estado, y para un conductor con aislamiento es la corriente que puede conducir, sin que se dañe el aislamiento.

a) Para sistemas conectados a tierra en un solo punto. El conductor de puesta a tierra para un sistema conectado a tierra en un solo punto, por medio de un electrodo o grupo de electrodos exclusivo para servicios individuales debe tener una "ampacidad de corto tiempo" para la corriente de falla, que pueda circular por el propio conductor durante el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si este valor no puede determinarse, la ampacidad permanente del conductor de puesta a tierra debe ser igual o mayor que la corriente a plena carga del transformador o de otra fuente de alimentación.

b) Para sistemas de corriente alterna con múltiples conexiones de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra para un sistema de corriente alterna con conexiones múltiples a tierra, excluyendo las puestas a tierra en los servicios a usuarios, debe tener una ampacidad continua en cada conexión, mayor que un quinto de la ampacidad de los conductores del sistema al que esté conectado. (Véase el inciso (e) de esta sección).

c) Para apartarrayos primarios. El conductor de puesta a tierra debe tener "ampacidad de tiempo corto", bajo las condiciones de corriente causada por un disturbio. El conductor individual de puesta a tierra de un apartarrayos debe ser de tamaño no menor que 13.3 mm^2 (6 AWG) de cobre, o de 21.2 mm^2 (4 AWG) de aluminio o un conductor equivalente en conductividad.

Cuando la flexibilidad del conductor de puesta a tierra es vital en la operación del apartarrayos, deben emplearse conductores flexibles adecuados.

El punto de referencia de puesta a tierra del apartarrayos se sujeta al tanque del transformador del cual parte un puente que conecta el neutro del transformador y, en su caso, una de las terminales de media tensión, junto con las cuales se conectan al electrodo de puesta a tierra.

El tanque del transformador no debe utilizarse como un medio de puesta a tierra.

d) Para equipo, mensajeros y retenidas. El conductor de puesta a tierra para equipo, canalizaciones, mensajeros, retenidas, cubiertas metálicas de cables y otras cubiertas metálicas de conductores, debe tener la "ampacidad de tiempo corto" para la corriente de falla y para el tiempo de operación del dispositivo de protección del sistema. Si no se proporciona protección contra sobrecorriente o falla, la ampacidad del conductor de puesta a tierra debe determinarse con base en las condiciones de diseño y operación del circuito, pero no debe ser de tamaño menor que 8.37 mm^2 (8 AWG) de cobre.

Cuando las cubiertas metálicas de conductores y sus uniones a las cubiertas de equipo tienen la continuidad y capacidad de corriente requeridas, se pueden usar como medio de puesta a tierra del equipo.

e) Límite de la ampacidad. El límite de capacidad de corriente del conductor de puesta a tierra es el siguiente:

1) La de los conductores de fase que alimentarían la corriente de falla a tierra.

2) La corriente máxima que pueda circular por el conductor, hacia el electrodo a que esté conectado. Para un conductor individual de puesta a tierra, esta corriente es aproximadamente igual a la tensión de suministro dividida entre la resistencia del electrodo.

f) Resistencia mecánica. Todo conductor de puesta a tierra debe tener resistencia mecánica para las condiciones a que esté sometido. Además, los conductores de puesta a tierra sin protección, deben tener una resistencia a la tensión mecánica mayor o igual que la correspondiente al tamaño de 8.37 mm^2 (8 AWG) de cobre.

921-11. Guardas y protección

a) Los conductores de puesta a tierra para sistemas conectados a tierra en un solo punto y aquellos conductores expuestos a daño mecánico, deben protegerse. No requieren protegerse donde no estén fácilmente accesibles al público ni donde conecten a tierra circuitos o equipo con múltiples conexiones puestas a tierra.

b) Cuando se requiera protección, los conductores de puesta a tierra deben protegerse por medio de guardas contra el riesgo a que estén expuestos. Las guardas deben tener un altura mínima de 2.50 metros sobre el suelo o plataforma en que los conductores son accesibles al público.

c) Los conductores de puesta a tierra sin guardas expuestos a daño mecánico, deben protegerse fijándolos a la superficie del poste o estructura, colocándolos en la parte de la estructura menos expuesta.

d) Las guardas usadas para conductores de puesta a tierra de equipo de protección contra descargas atmosféricas, deben ser de material no magnético si envuelven completamente al conductor o si no están unidas en ambos extremos al propio conductor de puesta a tierra.

921-12. Separación de conductores de puesta a tierra

a) Los conductores de puesta a tierra para equipo y circuitos de las clases indicadas a continuación, deben correr separadamente hasta sus propios electrodos. Excepto como lo permite el inciso (b) siguiente.

1) Apartarrayos de circuitos de más de 600 volts y armazones de equipos que operen a más de 600 volts.

2) Circuitos de alumbrado y fuerza hasta 600 volts.

3) Puntas de pararrayos (protección contra descargas atmosféricas), a menos que estén conectadas a una estructura metálica puesta a tierra.

Como alternativa, los conductores de puesta a tierra pueden correr separadamente hasta una barra o un cable de puesta a tierra del sistema, que esté conectado a tierra en varios lugares.

b) Los circuitos primario y secundario que utilicen un conductor neutro común, deben tener cuando menos una conexión de puesta a tierra por cada 400 metros de línea, sin incluir las conexiones de puesta a tierra en los servicios de usuarios.

c) Cuando se usen electrodos independientes para sistemas independientes, deben emplearse conductores de puesta a tierra separados. Si se usan electrodos múltiples para reducir la resistencia a tierra, éstos pueden unirse entre sí y conectarse a un solo conductor de puesta a tierra.

d) Los electrodos artificiales para apartarrayos de sistemas eléctricos no conectados a tierra, que operen a tensiones superiores a 15 kilovolts entre fases, se recomienda que estén separados 6.00 metros mínimo de los cables de comunicación subterráneos.

921-13. Electrodos de puesta a tierra. El electrodo de puesta a tierra debe ser permanente y adecuado para el sistema eléctrico de que se trate. Un electrodo común (o sistema de electrodos) debe emplearse para conectar a tierra el sistema eléctrico y las envolventes metálicas de conductores y al equipo servido por el mismo sistema. El electrodo de tierra debe ser alguno de los especificados en 921-14 y 921-22.

921-14. Electrodos existentes. Para efectos de esta sección, se entiende por "electrodos existentes" aquellos elementos metálicos instalados para otros fines diferentes al de puesta a tierra.

a) Sistemas de tubería metálica para agua. Los sistemas subterráneos de tubería metálica para agua fría, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra.

NOTA: Estos sistemas normalmente tienen muy baja resistencia a tierra. Se recomienda su uso cuando estén fácilmente accesibles.

Las tuberías de agua con uniones aislantes no deben usarse como electrodos de puesta a tierra.

b) Sistemas locales de tuberías de agua. Las tuberías metálicas enterradas, conectadas a pozos y que tengan baja resistencia a tierra, pueden usarse como electrodos de puesta a tierra.

c) Varillas de refuerzo de acero en cimientos o bases de concreto. El sistema de varillas de refuerzo de un cimiento o base de concreto, que no esté aislado del contacto directo con la tierra y se extienda cuando menos 1.00 metro abajo del nivel del terreno, constituye un efectivo y aceptable electrodo de puesta a tierra.

Cuando la estructura de acero (como columna, torre, poste) soportada sobre dicho cimiento o base, se use como un conductor de puesta a tierra, debe ser conectada a las varillas de refuerzo por medio de la unión de éstas con los tornillos de anclaje, o por medio de cable que una directamente a las varillas de refuerzo con la estructura arriba del concreto.

Los amarres de acero comúnmente usados, se considera que proporcionan una adecuada unión entre las varillas del armado de refuerzo.

NOTA: Cuando las varillas de refuerzo no están conectadas adecuadamente a una estructura arriba del concreto, y ésta queda sometida a corrientes eléctricas de descarga a tierra (aun conectada a otro electrodo que no sean las varillas), hay posibilidad de daño al concreto interpuesto, debido a la corriente que busca camino hacia tierra a través del concreto, que es mal conductor.

921-15. Medios de conexión a electrodos. Hasta donde sea posible, las interconexiones a los electrodos deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proporcionar la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente, tal como los siguientes:

a) Una abrazadera, accesorio o soldadura permanentes y efectivos.

b) Un conector de bronce con rosca, que penetre bien ajustado en el electrodo.

c) Para construcciones con estructura de acero, en las que se empleen como electrodo las varillas de refuerzo embebidas en concreto (del cimiento), debe usarse una varilla de acero similar, para unirla, mediante

soldadura a otra provista de un tornillo de conexión. El tornillo debe ser conectado sólida y permanentemente a la placa de asiento de la columna de acero soportada en el concreto. El sistema eléctrico puede conectarse entonces, para su puesta a tierra, a la estructura del edificio, usando soldadura o un tornillo de bronce que se sujete en algún elemento de la misma estructura.

d) Para construcciones con estructuras de concreto armado, en las que se emplee un electrodo consistente en varillas de refuerzo o alambre embebidos en concreto (del cimiento), se debe usar un conductor de cobre desnudo de tamaño adecuado para satisfacer el requisito indicado en la sección 921-13, pero no menor que 21.2 mm^2 (4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambrón, mediante un conector adecuado para cable de acero. El conector y la parte expuesta del conductor de cobre se deben cubrir completamente con mastique o compuesto sellador, antes de que el concreto sea vaciado, para minimizar la posibilidad de corrosión galvánica. El conductor de cobre debe sacarse por arriba de la superficie del concreto en el punto requerido por la conexión con el sistema eléctrico. Otra alternativa es sacar al conductor por el fondo de la excavación y llevarlo por fuera del concreto para la conexión superficial, en este caso el conductor de cobre desnudo debe ser de tamaño no menor que 33.6 mm^2 (2 AWG).

921-16. Punto de conexión a sistemas de tubería.

a) El punto de conexión de un conductor de puesta a tierra a un sistema de tubería metálica para agua fría, debe estar lo más cerca posible de la entrada del servicio de agua al edificio o cerca del equipo a ser conectado a tierra donde resulte más accesible. Entre este punto de conexión y el sistema subterráneo de tubería, debe haber continuidad eléctrica permanente, por lo que deben instalarse puentes de unión donde exista posibilidad de desconexión, tal como en los medidores de agua y en las uniones del servicio.

b) Los electrodos artificiales o las estructuras conectadas a tierra deben separarse por lo menos 3.00 metros de líneas de tubería usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (10.50 Pascales o más), a menos que estén unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.

Debe evitarse la instalación de electrodos a menos de 3.00 metros de distancia de dichas líneas de tubería, pero en caso de existir, deben ser coordinados de manera que se asegure que no se presenten condiciones peligrosas de corriente alterna y no sea nulificada la protección catódica de las líneas de tubería.

921-17. Superficies de contacto. Cualquier recubrimiento de material no conductor, tal como esmalte, moho o costra, que esté presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión, debe ser removido completamente cuando se requiera, a fin de obtener una buena conexión.

921-18. Resistencia a tierra de electrodos. Disposiciones generales. El sistema de tierra debe consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Debe tener una resistencia a tierra baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión de paso y de contacto (se considera aceptable un valor de 10 ohms; en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25 ohms). Para los tipos de electrodos véase el Artículo 250 parte C.

a) Plantas generadoras y subestaciones. Cuando estén involucradas tensiones y corrientes eléctricas altas, se requiere de una malla de tierra con múltiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección. Véase Artículo 921 Parte D Subestaciones.

b) Sistemas de un solo electrodo. Los sistemas con un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 ohms en las condiciones más críticas. Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 ohms o menos.

c) Sistemas con neutro multiaterrizado. El neutro, debe estar conectado a un electrodo en cada transformador y sobre la línea, cada 400.00 metros máximo independiente del sistema del servicio de los usuarios.

921-19. Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores. Aplicar lo indicado en 450-10 y lo correspondiente al tipo de instalación.

B. Líneas aéreas

921-20. Generalidades. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor que 45.00 metros. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, ésta debe aterrizarse en el extremo más cercano al cruce con la línea.

921-21. Cables mensajeros y retenidas.

a) Cables mensajeros. Los cables mensajeros que requieran estar conectados a tierra deben conectarse a los conductores de puesta a tierra en los postes o en las torres, a los intervalos máximos indicados a continuación:

1) Cuando el cable mensajero sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema (véase 921-10), una conexión como mínimo cada 400.00 metros de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

2) Cuando el cable mensajero no sea adecuado para utilizarse como conductor de puesta a tierra del sistema, una conexión como mínimo cada 200.00 metros de línea, independientemente del sistema de tierras del servicio de los usuarios.

b) Retenidas. Las retenidas que requieran estar puestas a tierra deben conectarse a:

1) Estructuras de acero puestas a tierra, o a una conexión efectiva de puesta a tierra en postes de madera o concreto.

2) Un conductor de línea (neutro) que tenga cuando menos una conexión de puesta a tierra como mínimo cada 400.00 metros, además de las conexiones de puesta a tierra en los servicios a usuarios.

921-22. Electrodos artificiales.

a) General. Cuando se usen electrodos artificiales, éstos deben penetrar, tanto como sea posible, dentro del nivel de humedad permanente.

Los electrodos deben ser de un metal o aleación que no se corroa excesivamente.

Toda la superficie externa de los electrodos debe ser conductora, bajo las condiciones existentes y durante la vida útil de los mismos, esto es, que no tenga pintura, esmalte u otra cubierta aislante.

C. Líneas subterráneas

921-23. Punto de conexión del conductor de puesta a tierra en sistemas de corriente alterna

a) Hasta 600 volts La conexión de puesta a tierra de un sistema de 3 fases, 4 hilos, conexión estrella o de un sistema de 1 fase, 3 hilos, que requiera estar conectado a tierra. El conductor neutro debe ser puesto a tierra eficazmente en cada registro, equipo de transformación y acometida. En otros sistemas de una, dos o tres fases, asociados con circuitos de alumbrado, la conexión de puesta a tierra debe hacerse al conductor común asociado con los circuitos de alumbrado.

La conexión de puesta a tierra de un sistema trifásico de tres hilos, derivado de un transformador conectado en delta, o conectado en estrella sin conexión de puesta a tierra, el cual no sea para alimentar circuitos de alumbrado, puede hacerse a cualquiera de los conductores del circuito o bien a un neutro derivado en forma separada.

La conexión de puesta a tierra debe hacerse en la fuente de alimentación y en el lado de la carga de todo equipo de servicio.

b) Más de 600 volts.

1) Conductor sin pantalla (ya sea desnudo, forrado o aislado sin pantalla). El conductor neutro debe ser eficazmente puesto a tierra en el transformador y en cada una de las acometidas.

2) Cable con pantalla.

a. Conexión de la pantalla del cable con la puesta a tierra de apartarrayos. Las pantallas de los cables deben unirse con el sistema de tierras de apartarrayos.

b. Cable sin cubierta exterior aislante. La conexión debe hacerse al neutro del transformador de alimentación y en las terminales del cable.

c. Cable con cubierta exterior aislante. Se recomienda hacer conexiones adicionales entre la pantalla sobre el aislamiento del cable (o armadura) y la tierra del sistema. En líneas de cable con pantalla de múltiples conexiones a tierra, la pantalla (incluyendo armadura) debe conectarse a tierra en cada unión del cable expuesta al contacto del personal.

NOTA: Debe preverse que al estar puestas a tierra en más de un punto, la corriente circulante en la pantalla provoca un calentamiento adicional.

c) Conductor de puesta a tierra separado. Si se usa un conductor de puesta a tierra separado adicional a una línea subterránea, debe conectarse en el transformador de alimentación y en los accesorios del cable cuando se requiera que éstos vayan conectados a tierra. Este conductor debe estar colocado en la misma trinchera o banco de ductos (o en el mismo ducto si éste es de material magnético) que los conductores del circuito.

Excepción: El conductor de puesta a tierra para un circuito instalado en un ducto magnético puede estar en otro ducto si el que contiene al circuito está unido a dicho conductor en ambos extremos.

921-24. Sistemas subterráneos.

a) Conexión a electrodos. Los conductores de puesta a tierra usados para conectarse a los electrodos y que se coloquen directamente enterrados, deben ser tendidos flojos o tener suficiente resistencia mecánica para evitar que se rompan por movimientos de la tierra o asentamientos normales del terreno.

b) Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones sin aislamiento de conductores de puesta a tierra directamente enterrados, deben ser hechos con soldadura o con dispositivos de compresión, para minimizar la posibilidad de aflojamiento o corrosión. Se debe reducir al mínimo el número de estos empalmes o derivaciones.

c) Pantallas. Las pantallas sobre aislamiento de cables conectadas a tierra, deben unirse con todo aquel equipo eléctrico accesible conectado a tierra en los registros, pozos o bóvedas.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando exista protección catódica.

d) Elementos magnéticos. Debe evitarse que elementos magnéticos, tales como acero estructural, tubo, varillas de refuerzo, no queden interpuestos entre el conductor de puesta a tierra y los conductores de fase del circuito.

e) Metales. Los metales utilizados para fines de puesta a tierra, que estén en contacto directo con la tierra, concreto o mampostería, deben estar aprobados para tal uso. Los metales de diferentes potenciales galvánicos, que se unan eléctricamente, pueden requerir de protección contra efecto galvánico. El aluminio no está aprobado para este uso.

f) Pantallas o armaduras. Cuando las pantallas o armaduras sobre el aislamiento de cables, conectadas a tierra, se conecten para minimizar las corrientes eléctricas circulantes en la pantalla, deben aislarse donde estén accesibles al contacto del personal.

g) Conexiones. Las conexiones de transposición y los puentes de unión deben tener aislamiento para 600 volts, para tensiones mayores el aislamiento debe ser adecuado para la tensión a tierra existente.

h) Puentes de unión. Los puentes de unión y sus medios de conexión deben ser de tamaño y diseño para soportar la corriente de falla, sin dañarse el aislamiento de los puentes o las conexiones de la pantalla.

D. Subestaciones

921-25. Características del sistema de tierra. Las características de los sistemas de tierra deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250.

NOTA: Para definir un método adecuado para calcular el sistema de puesta a tierra, como el cálculo para sistemas de tierra en centrales generadoras y subestaciones, véase el Apéndice B.

a) Disposición física. El cable que forme el perímetro exterior del sistema, debe ser continuo de manera que rodee el área en que se encuentra el equipo de la subestación.

En subestaciones tipo pedestal, de conexión estrella-estrella, se puede aceptar que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo, siempre y cuando el transformador esté conectado a un sistema de 3 fases, 4 hilos, desde la subestación de la empresa suministradora.

La resistencia a tierra total del sistema debe cumplir con los valores indicados en el inciso (b) de esta sección.

b) Resistencia a tierra del sistema. La resistencia a tierra del sistema de tierra, incluyendo todos los elementos que lo forman, debe conservarse en un valor menor que lo indicado en la tabla 921-25(b).

Deben efectuarse pruebas periódicamente durante la operación, anotando en los registros para comprobar que los valores del sistema de tierra se ajustan a los valores de diseño; asimismo, para comprobar que se conservan las condiciones originales, a través del tiempo y de preferencia en época de estiaje.

Tabla 921-25 (b).- Resistencia a tierra del sistema.

Resistencia (ohms)	Tensión máxima (kV)	Capacidad máxima del transformador (kVA)
5	mayor que 35	mayor que 250
10	35	mayor que 250
25	35	250

c) Sistemas con transformador. Cuando se requiera de un transformador para obtener la referencia a tierra, aplicar lo indicado en 450-5.

921-26. Puesta a tierra de cercas metálicas. Las cercas metálicas pueden ocupar una posición sobre la periferia del sistema de tierra. Debido a que los gradientes de potencial son más altos, se deben tomar las medidas siguientes:

a) Dentro. Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla, debe ser puesta a tierra.

b) Fuera. Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla debe colocarse por lo menos a 2.00 metros del límite de la malla.

921-27. Puesta a tierra de rieles y tubos para agua y gas.

a) Rieles. Las vías de escape (espuelas) de ferrocarril que entren a una subestación no deben conectarse al sistema de tierra de la subestación. Deben aislarse uno o más pares de juntas de los rieles donde éstos salen del área de la red de tierra.

b) Tubos para agua y gas. Los tubos metálicos para agua, gas y las cubiertas metálicas de cables que estén enterrados dentro del área de la subestación deben conectarse al sistema de tierra, en varios puntos.

NOTA: Primero se debe instalar el sistema de tierras de acuerdo a su valor óptimo para la instalación eléctrica y después conectar los tubos para gas al sistema.

921-28. Puesta a tierra de partes no conductoras de corriente.

a) Partes metálicas expuestas. Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente, y las defensas metálicas del equipo eléctrico, deben conectarse a tierra.

b) Lugares húmedos o peligrosos (clasificados). Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o áreas peligrosas (clasificadas), las partes metálicas que no conducen corriente, pueden no conectarse a tierra, siempre que sean inaccesibles o que se protejan por medio de guardas.

Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente algún otro objeto puesto a tierra.

c) Estructuras de acero. Todas las estructuras de acero de la subestación deben ser puestas a tierra.

921-29. Conexión de puesta a tierra de cercas metálicas. Toda cerca metálica que se cruce con líneas suministradoras en áreas no urbanizadas, debe conectarse a tierra, a uno y otro lado del cruce, a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor que 45.00 metros. En caso de existir una o más puertas o cualquier otra condición que interrumpa la continuidad de la cerca, ésta debe estar puesta a tierra en el extremo más cercano al cruce con la línea.

Esta conexión de puesta a tierra debe efectuarse uniendo todos los elementos metálicos de la cerca.

921-30. Conductor de puesta a tierra común para el circuito, canalizaciones metálicas y equipo. Si la ampacidad del conductor de puesta a tierra del circuito, satisface también el requerimiento para la conexión de puesta a tierra del equipo, este conductor puede usarse para ambos fines. Dentro de dicho equipo se incluyen los armazones y cubiertas de los componentes auxiliares y de control del sistema eléctrico, canalizaciones metálicas, pantallas de cables y otras cubiertas.

E. Otros

921-31. Método de puesta a tierra para teléfonos y otros aparatos de comunicación en circuitos expuestos al contacto con líneas de suministro eléctricos y a descargas atmosféricas. Los protectores y las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas, ubicadas en las centrales telefónicas o en instalaciones exteriores, deben conectarse a tierra en la forma siguiente:

a) Electrodo. El conductor de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo, como los descritos en 921-14, 921-22 y 250 Parte C, o hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de puesta a tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico esté conectado a un electrodo de puesta a tierra en el edificio.

b) Conexión de los equipos al electrodo. El conductor de puesta a tierra de los teléfonos y otros aparatos expuestos a contacto con líneas de suministro eléctrico y a descargas atmosféricas, debe ser de cobre, de tamaño mínimo de 2.08 mm^2 (14 AWG) o de cualquier otro material con ampacidad equivalente, que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso. La conexión de este conductor al electrodo de puesta a tierra debe hacerse por medio de un conector o con soldadura exotérmica.

c) Unión de electrodos. Cuando se usen electrodos separados en la misma edificación, se deben interconectar el electrodo del equipo de comunicación y el electrodo del sistema eléctrico, con un conductor de tamaño no menor que 13.3 mm^2 (6 AWG) de cobre, u otro material de ampacidad equivalente que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso.

ARTICULO 922

LINEAS AEREAS

A. Generalidades

922-1. Objetivo, campo de aplicación. Este Artículo contiene los requisitos mínimos que deben cumplir las líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicación y sus equipos asociados, con la finalidad de obtener la máxima seguridad a las personas, protección al medio ambiente y uso eficiente de la energía.

922-2. Definiciones.

Servidumbre de paso. Derecho que se crea o se adquiere para transitar por un terreno.

Baja tensión. Tensión hasta 1000 volts

Media tensión. Tensión mayor que 1000 volts hasta 35 kilovolts

Alta tensión. Tensión mayor que 35 kilovolts y menor que 230 kilovolts

Extra alta tensión. Tensión de 230 kilovolts y mayores

Claro básico (regla). Es el promedio de una serie de claros con diferentes longitudes entre remates, se utiliza como base para calcular las flechas y tensiones del conductor.

Claro vertical (claro de peso). Es la distancia horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias adyacentes al soporte considerado.

Carga transversal. Es la que produce el viento al soplar horizontal y perpendicularmente al conductor, la estructura, cable de guarda y accesorios.

Claro medio horizontal (claro de viento). Es la semi-suma de los claros adyacentes a la estructura considerada.

Carga longitudinal. Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los conductores o cables de guarda.

Conductor aislado o con aislamiento. Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por esta NOM como aislamiento eléctrico, como el conductor sin pantalla metálica sobre el aislamiento operando en tensiones menores que 3 kilovolts de fase a tierra, conductor con cubierta o pantalla metálica puesta a tierra continua sobre el aislamiento, operando en tensiones de 3 kilovolts hasta 22 kilovolts a tierra o conductor operando en tensiones de 3 kilovolts a 22 kilovolts a tierra con pantalla semiconductora continua sobre el aislamiento combinada con mensajero desnudo puesto a tierra.

Conductor forrado. Conductor rodeado de un material de composición o espesor no reconocidos por esta NOM como aislamiento eléctrico. Es aquel cuya cubierta proporciona suficiente resistencia dieléctrica para evitar corto circuito en caso de contacto momentáneo entre conductores, entre éstos y el conductor conectado a tierra o entre conductores y ramas de árboles.

Estructura. Unidad principal de soporte de las líneas aéreas eléctricas, comunicación y equipo asociado, generalmente un poste o una torre.

Estructura de transición. Estructura donde cambia una línea de un sistema aéreo a subterráneo o viceversa.

Flecha. Distancia medida verticalmente desde el conductor hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte. A menos que otra cosa se indique, la flecha siempre se medirá en el punto medio del claro. Véase la Figura 922-2.

Flecha aparente. Distancia máxima entre el conductor y una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte, medida perpendicularmente a la línea recta.

Flecha inicial. La que tiene el conductor antes de aplicarle cualquier carga externa.

Flecha final. La que tiene un conductor bajo condiciones especificadas de carga y temperatura, después de que ha estado sujeto a las condiciones de carga mecánica prescritas para la zona en la que está instalado, o bien después de que se le ha aplicado una carga equivalente. La flecha final incluye el efecto de la deformación.

Flecha del conductor en cualquier punto. Distancia medida verticalmente desde un punto en particular del conductor, hasta la línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte.

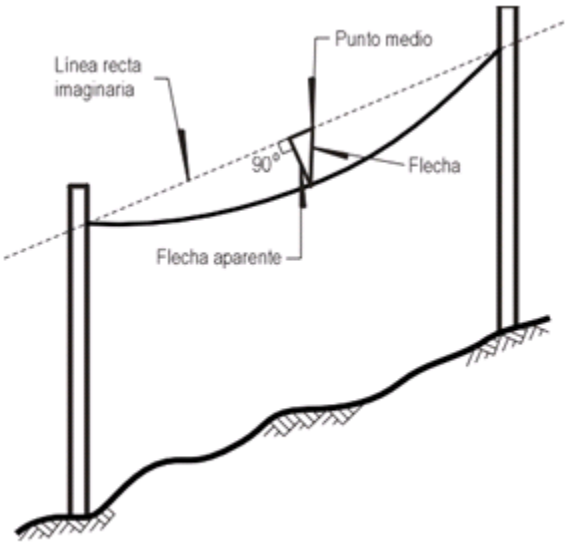


Figura.- 922-2.

Línea abierta. Línea eléctrica o de comunicación con conductores desnudos, forrados o aislados soportados individualmente en la estructura directamente o mediante aisladores.

Línea aérea. Línea abierta soportada en postes u otro tipo de estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los conductores.

Línea de comunicación. Línea para transmisión y recepción de señales de audio, imagen y/o datos que opera a 400 volts máximos a tierra o 750 volts entre dos puntos del circuito.

Línea de suministro eléctrico. Aquella que se usa para la transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica.

Línea en conflicto. Línea que al ladearse su estructura o balancearse su conductor puede llegar a tocar otra línea próxima.

Línea subterránea. Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del piso, ya sea directamente enterrados, en ductos o en cualquier otro tipo de canalización aprobado.

Longitud del claro. Distancia horizontal entre dos soportes consecutivos de una línea aérea.

Registro. Recinto subterráneo donde se colocan cables y accesorios de los equipos, para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Terminal de cable. Dispositivo que soporta y distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

Transición de línea. Unión del cable de una línea aérea a la terminal del cable de una línea subterránea o viceversa.

Derecho de vía. Es una franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión de operación.

Velocidad de diseño por viento. Es la velocidad real o actual, equivalente a la velocidad máxima indicada en los anemómetros de una zona geográfica, dividida entre 1.3.

922-3. Posición relativa de líneas.

En una misma estructura:

a) Para líneas de diferente tensión, los conductores con mayor tensión deben estar arriba de los de menor tensión.

b) Para líneas eléctricas y de comunicación las primeras deben estar en los niveles superiores.

Excepción: En ambos incisos anteriores, se exceptúan los alimentadores de troles que por conveniencia pueden estar al nivel de los conductores de contacto del trole.

c) En cruzamientos o líneas en conflicto, debe utilizarse la misma disposición descrita en los incisos (a) y (b) anteriores.

d) Se debe evitar la existencia de líneas en conflicto.

922-4. Consideraciones generales sobre la separación de conductores.

a) Medición de separaciones y espaciamientos. Para referirse a las distancias entre conductores y a sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, se usan en este Artículo los términos separación y espaciamiento. Debe entenderse que una separación es la distancia de superficie a superficie y un espaciamiento la distancia de centro a centro.

Para propósito de medición de las separaciones, los herrajes y accesorios que estén energizados se deben considerar como parte integral de los conductores. Las bases metálicas de las mufas, apartarrayos y de equipo similar, deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

b) Cables eléctricos aislados. En estos cables, las separaciones, para los tipos de cables descritos en los siguientes subincisos, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión (véase 110-2).

1) Cables de cualquier tensión que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kilovolts o menos, que tengan una pantalla semiconductora sobre el aislamiento, combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo puesto a tierra efectivamente.

2) Cables de cualquier tensión no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductora continua sobre el aislamiento, combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo puesto a tierra efectivamente.

3) Cables aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores a 5 kilovolts entre fases, o a 2.9 kilovolts de fase a tierra.

c) Conductores forrados. Los conductores forrados deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de separaciones.

El espaciamiento para conductores forrados puede ser menor que el mínimo requerido para conductores desnudos, siempre y cuando sean propiedad de la misma empresa suministradora y que su cubierta proporcione suficiente resistencia dieléctrica para evitar cortocircuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre éstos y el conductor conectado a tierra o con ramas de árboles.

d) Conductores neutros. Los conductores neutros deben tener la misma separación que los conductores de sus respectivos circuitos. Se exceptúan los conductores neutros efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 22 kilovolts a tierra, los cuales pueden considerarse, para fines de fijar su separación y altura, como conductores de circuitos de hasta 750 volts entre fases.

e) Circuitos de corriente alterna o corriente continua Las disposiciones de este Artículo son aplicables tanto a circuitos de corriente alterna como de corriente continua En los circuitos de corriente continua se deben aplicar las mismas separaciones establecidas para los circuitos de corriente alterna, que tengan la misma tensión de cresta a tierra.

922-5. Arreglo de conductores

a) Identificación. Se recomienda que todos los conductores de líneas eléctricas y de comunicación que vayan tendidos en las mismas estructuras, conserven una misma posición en todo su trayecto y de ser posible, se marquen en algunos de los soportes para complementar su identificación. Esto no prohíbe la transposición sistemática de los conductores.

b) Conexiones y derivaciones. Las conexiones, derivaciones y equipos de líneas aéreas deben estar libres de obstáculos para que sean fácilmente accesibles al personal calificado. Los conductores que se usen para derivaciones deben soportarse y colocarse de manera que no lleguen a tocar a otros conductores, por movimientos laterales o por colgarse demasiado, ni reduzcan el espacio para subir a trabajar.

922-6. Arboles próximos a conductores. En la proximidad de los conductores, los árboles deben ser podados para evitar que el movimiento de las ramas o de los propios conductores, pueda ocasionar fallas a tierra o entre fases. También se deben podar los árboles para prevenir que sus ramas, al desprenderse, puedan caer sobre los conductores, especialmente en cruzamientos y claros adyacentes. Esta poda debe llevarse a cabo cumpliendo la normatividad de protección al medio ambiente, con objeto de combinar la necesidad de coexistencia de líneas y árboles. La siembra de árboles bajo líneas existentes debe realizarse con especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol o para la línea existente.

922-7. Aisladores.

a) Material y construcción. Los aisladores que se usen en líneas eléctricas deben ser aprobados para ese uso.

b) Consideraciones generales sobre la selección de aisladores. Los aisladores deben seleccionase basándose en la tensión a plena carga del circuito.

922-8. Equipo eléctrico conectado a las líneas.

a) Accesibilidad. Todo equipo eléctrico conectado a las líneas, debe ser accesible a personas calificadas, para lo cual se deben proporcionar los espacios para su operación y mantenimiento.

b) Indicación de posición de operación. Los equipos de protección y seccionamiento conectados al circuito deben indicar claramente su posición de abierto (ON) o cerrado (OFF), ya sea que se encuentren dentro de envolventes o estén descubiertos.

c) Fijación de posición. Los equipos de protección y seccionamiento conectados a las líneas en lugares accesibles a personas no calificadas, deben estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de abierto (ON) o cerrado (OFF) para evitar operaciones no deseadas.

Los equipos de protección o seccionamiento para operar en líneas aéreas en forma remota o automática deben estar provistos de medios locales que impidan la operación del control remoto o automático.

d) Transformadores y equipo montado en postes. La parte más baja de los transformadores instalados en postes debe estar a una altura mínima de 4.45 metros en lugares transitados solamente por peatones y de 4.60 metros en lugares transitados por vehículos.

922-9. Conexión de puesta a tierra de circuitos, estructuras y equipo.

a) Métodos. Las conexiones de puesta a tierra especificadas en esta sección deben efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el Artículo 921 Parte B.

b) Partes no portadoras de corriente. Las estructuras metálicas, postes, canalizaciones, equipos, soportes, cables mensajeros, cubiertas de cables aislados, palancas y manijas, deben estar puestos a tierra efectivamente.

Excepción: Esta conexión puede omitirse cuando lo requiera la operación del equipo, siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas o animales con las partes metálicas, o bien cuando estén a una altura mayor que 2.90 metros.

c) Retenidas. Las retenidas también deben cumplir con lo indicado en el inciso anterior, cuando sujeten estructuras que soporten circuitos de más de 300 volts, o estén expuestas a contacto con dichos circuitos.

Esta disposición no es aplicable en los siguientes casos:

(1) Cuando las retenidas tengan uno o más aisladores.

(2) Cuando la estructura soporte exclusivamente cables aislados.

(3) Cuando la retenida sujete una estructura que soporte circuitos de más de 35 kilovolts entre fases y se localice en una zona despoblada. Si el material de las retenidas y anclas es metálico, puede considerarse como elemento de puesta a tierra.

922-10. Ampacidad de conductores desnudos. Al seleccionar los conductores, no se debe sobrepasar su ampacidad. La Tabla 922-10 muestra valores máximos de ampacidad, para los conductores desnudos usuales en líneas aéreas.

Tabla 922-10.- Ampacidad de conductores desnudos en amperes

Tamaño o designación		Cobre*	ACSR	Aluminio
mm²	AWG o kcmil			
8.37	8	90	—	—
13.3	6	130	—	98
21.2	4	180	140	130
33.6	2	240	180	180
53.5	1/0	310	230	235
67.4	2/0	360	270	275
85.0	3/0	420	300	325
107	4/0	490	340	375
135	266.8	—	460	445
171	336.4	—	530	520
242	477	—	670	650
322	636	—	780	—
403	795	—	910	—
484	954	—	1010	—
564	1113	—	1110	—
635	1351	—	1250	—
765	1510.5	—	1340	—
806	1590	—	1380	—

Bases:
Temperatura total máxima en el conductor: 75 °C
Temperatura ambiente: 25 °C
Velocidad del viento: 0.6 m/s Factor de emisividad: 0.5
Frecuencia: 60 hertz
*Conductor de cobre duro con 97.3 por ciento de conductividad

B. Separación de conductores en una misma estructura, espacios para subir y trabajar

922-11. Aplicación. Los requisitos de esta Parte B establecen las separaciones mínimas entre conductores de líneas aéreas, eléctricas y de comunicación, así como las que éstos deben guardar con respecto a sus soportes, cables mensajeros, retenidas, cables de guarda, cuando están instalados en una misma estructura.

Para fines de aplicación en los cables aislados de uno o varios conductores y los conductores forrados, descritos en 922-4(b) y (c), así como los conductores en grupo, soportados por aisladores o mensajeros, se consideran como un solo conductor, aun cuando estén formados por conductores individuales de diferente fase o polaridad.

La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como el mayor valor que resulte de los siguientes:

a) La diferencia vectorial entre los conductores involucrados.

b) La tensión de fase a tierra del circuito de más alta tensión.

Las separaciones obtenidas con las ecuaciones consideradas en esta sección son aplicables especialmente a líneas aéreas con tensiones usuales para distribución. En líneas de media, alta y extra alta tensión, la separación entre conductores queda definida, además de los factores aquí considerados, por la geometría de las estructuras, la coordinación de aislamiento, el aislamiento, el efecto corona, la longitud de los claros y la experiencia obtenida con diseños anteriores que se hayan operado satisfactoriamente.

NOTA: En el texto de estos requisitos se debe entender como soporte de los conductores, el conjunto de elementos que sostienen directamente a los conductores, como son las crucetas, bastidores u otros medios similares, junto con sus aisladores.

c) El incremento en separación para tensión mayor que 50 kilovolts, debe aumentarse 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensión mayor que 50 kilovolts, deben determinarse basándose en la tensión máxima de operación.

922-12. Separación horizontal entre conductores de línea. La separación horizontal mínima entre conductores debe ser:

a) En soportes fijos. Los conductores del mismo o de diferente circuito en soportes fijos (con aisladores rígidos) deben tener una separación horizontal en sus soportes, igual o mayor, al mayor de los valores obtenidos por la separación horizontal mínima o separación de acuerdo con la flecha. Estas separaciones no se aplican si los conductores son cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), o bien si son conductores forrados de un mismo circuito, que cumplen con lo indicado en 922-4(c).

1) Separación horizontal mínima. Debe cumplir como mínimo los valores de la Tabla 922-12(a)(1).

2) Separación de acuerdo con la flecha. El valor mínimo a cumplir es el obtenido por medio de las ecuaciones 1 y 2. En caso de que el valor resultante sea menor que el de la Tabla 922-12(a)(1) debe usarse el valor de la tabla.

Excepción: Para conductores del mismo circuito con tensión mayor que 50 kilovolts aplica la Tabla 922-12 (a)(2)

Ecuación 1. Para conductores de tamaño menor que 33.6 mm² (2 AWG):

$S = 7.62\,kV + 7\sqrt{(8.5f - 5080)}$ **Ecuación 2.** Para conductores de tamaño mayor o igual que 33.6 mm² (2 AWG):

$$S = 7.62\,kV + 8\sqrt{(2.12f)}$$

Dónde:

S es la separación en milímetros.

kV es la tensión entre los dos conductores para los que se calcula la separación; excepto el caso de alimentadores de transporte eléctrico, en que la tensión es de fase a tierra.

f es la flecha final en milímetros, del conductor de mayor flecha en el claro, a una temperatura de 16 °C y con una tensión mecánica de 25 por ciento de la de ruptura.

La Tabla 922-12(a)(2) muestra las separaciones que se obtienen al aplicar las ecuaciones 1 y 2 anteriores, en algunos valores de flecha y de tensión de conductores.

La separación entre conductores de circuitos con tensión mayor que 50 kilovolts se debe incrementar 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar.

Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kilovolts deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

b) En aisladores de suspensión. Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre, la separación entre los conductores debe aumentarse para que, al inclinarse una cadena de aisladores hasta formar un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación sea igual o mayor que la obtenida por medio del inciso a) anterior.

Tabla 922-12(a)(1).- Separación horizontal mínima entre conductores(1)

Circuito	Separación mínima en milímetros
Línea de comunicación abierta: (excepto en transposiciones)	
Mínimo	150
Mínimo en aisladores rígidos	75
Alimentadores para transporte eléctrico(2)**:**	
Hasta 750 V	150
Más de 750 V a 8.7 kV	300
Conductores eléctricos del mismo circuito:	
Hasta 8.7 kV	300
Más de 8.7 kV a 50 kV	300 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV
Más de 50 kV	(3)
Conductores eléctricos de diferentes circuitos:	
Hasta 8.7 kV	300
Más de 8.7 kV a 50 kV	300 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV
Más de 50 kV	725 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV(4)

(1) Todas las tensiones son entre fases, excepto para alimentadores de transporte eléctrico, las cuales son a tierra. Para determinar la separación entre conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión debe ser considerado como puesto a tierra.

(2) Para conductores que tengan flecha aparente de 1.00 metro y tensiones máximas de 8.7 kilovolts, respectivamente, en los que se hayan utilizado normalmente separaciones de 250 a 300 milímetros, pueden continuarse aplicando dichas separaciones, siempre que se cumpla con lo indicado en 922-12(a)(2).

(3) La separación para conductores del mismo circuito, con tensión mayor que 50 kilovolts, debe determinarse de conformidad con lo establecido en la sección 922-12(a)(2).

(4) Para conductores de diferentes circuitos con tensión mayor que 50 kilovolts, la separación adicional se debe incrementar 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1 000 metros sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kilovolts, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

Tabla 922-12(a)(2).- Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, de acuerdo con su flecha

Flecha (m)	Separación S en milímetros									
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
Tensión (entre fases) Volts	Ecuación 1 Hasta 33.6 mm^2 (2 AWG)					Ecuación 2 Mayor a 33.6 mm^2 (2 AWG)				
6 600	450	660	810	96	1 050	410	500	570	630	680
13 800	510	710	860	980	1 090	470	550	620	690	740
23 000	580	780	930	105	1 160	540	620	690	760	810
34 500	660	810	1 020	1 140	1 250	630	710	780	840	900

922-13. Separación vertical entre conductores de línea. La separación vertical entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura, debe ser:

a) Separación de conductores. Deben aplicarse las separaciones para conductores del mismo o diferente circuito indicadas en la Tabla 922-13(a) a conductores con tensión hasta 50 kilovolts

Excepción 1: Los conductores soportados por bastidores verticales, o por ménsulas separadas colocadas verticalmente, deben tener los espaciamientos indicados en 922-17.

Excepción 2: Este requisito no se aplica a conductores forrados del mismo circuito, de conformidad con lo indicado en 922-4(c).

b) Separaciones adicionales. Las separaciones que se indican en la Tabla 922-13(a), deben incrementarse para conductores en la misma estructura a tensiones mayores a 50 kilovolts. Los incrementos deben ser acumulables cuando sea aplicable más de una de las siguientes condiciones.

1) Tensiones mayores de 50 kilovolts entre conductores

Para tensiones mayores de 50 kilovolts, la separación entre conductores debe incrementarse 10 milímetros por cada kilovolt en exceso de 50 kilovolts.

2) Conductores con diferentes flechas en la misma estructura Los conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura y tendidos con distintas flechas deben tener una separación vertical en sus soportes, para que la separación mínima entre los conductores, en cualquier punto del claro, sea como mínimo la siguiente, (considerando que el conductor superior y el inferior tienen su flecha final sin carga, a temperaturas de 50 °C el primero y de 16 °C el segundo):

a. Para tensiones menores a 50 kilovolts entre conductores, se puede aplicar 75 por ciento de la separación entre soportes indicada en la Tabla 922-13(a).

b. Para tensiones mayores a 50 kilovolts entre conductores, el valor especificado en (a) anterior, debe incrementarse de acuerdo con lo indicado en la sección 922-13(b)(1) de esta sección.

Cuando sea necesario, las flechas deben ser reajustadas para cumplir con lo anterior, previendo que no se exceda lo establecido en 922-93 para la tensión mecánica de los conductores.

Tabla 922-13(a).- Separación vertical mínima entre conductores, en sus soportes en metros

Conductores en niveles inferiores			**Líneas abiertas con tensión entre conductores:**			
			Hasta 750 volts (1)	**Más de 750 V hasta 8.7 kV**	**Más de 8.7 kV hasta 15 kV**	**Más de 15 kV hasta 50 kV**
De Comunicación	En general		1.00	1.00	1.50	1.50
	Utilizados para operación de líneas eléctricas		0.40	0.40	1.00	1.00
Eléctricos con tensión entre conductores volts:	Hasta 750 (1)		0.40	0.40	1.00	1.00
	Más de 750 V hasta 8.7 kV		—	0.40	1.00	1.00
	Más de 8.7 kV hasta 15 kV	Si se trabaja con línea viva	—	0.40	1.00	1.00
		Si no se trabaja con línea viva	—	—	0.40	1.00
	Más de 15 kV hasta 50 kV		—	—	—	1.00

(1) Los valores de esta columna (o renglón) se aplican también a cables aislados, así como a conductores neutros conectados efectivamente a tierra, en circuitos hasta de 22 kilovolts a tierra.

922-14. Separación entre conductores de línea en diferentes niveles de la misma estructura. Ningún otro conductor debe estar dentro del área marcada con línea punteada en la Figura 922-14, en la cual V y H deben determinarse con base en las separaciones mínimas vertical y horizontal establecidas en esta sección.

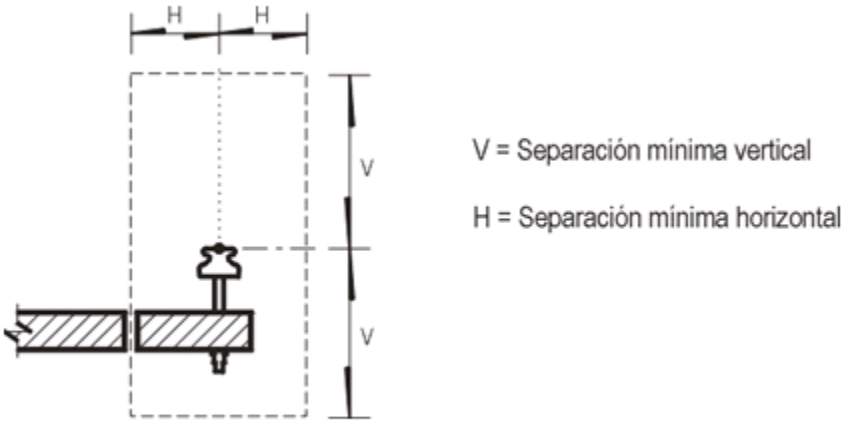


Figura.- 922-14

922-15. Separación en cualquier dirección de conductores a soportes, estructura, otros conductores verticales o derivados, mensajeros y retenidas sujetos a la misma estructura.

a) En soportes fijos. La separación no debe ser menor que la indicada en la Tabla 922-15(a).

b) En aisladores de suspensión. Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la separación mínima debe incrementarse, para que cuando la cadena de aisladores forme un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación no sea igual o mayor que la indicada en (a) anterior.

Tabla 922-15(a).- Separación mínima en cualquier dirección (milímetros)

Separación de los conductores de línea entre:	En estructuras que soporten líneas de:		Líneas de suministro (Tensión entre fases)		
	Sólo de comunicación	Comunicación y eléctricas	De 0 hasta 8.7 kV	Mayor que 8.7 kV hasta 50 kV	Mayor que 50 (4)
Conductores verticales o derivados:					
Del mismo circuito	75	75	75	75 más 6.5 por cada kV en exceso de 8.7 kV	Valor no especificado
De diferente circuito	75	75	150(5)	150 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	580 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV
Retenidas y mensajeros sujetos a la misma estructura:					
Paralelos a la línea	75	150	300	300 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	740 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV
Retenidas de ancla	75	150(1)	150	150 más 6.4 por cada kV en exceso de 8.7 kV	410 más 6.4 por cada kV en exceso de 50 kV
Otros	75	150(1)	150	150 más 10 por cada kV en exceso de 8.7 kV	580 más 10 por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de crucetas					
Superficie de crucetas	75(2)	75(2)	75(6)(7)	75 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7 kV(6) (7) (8)	280 más 5.0 por cada kV en exceso de 50 kV
Superficie de estructuras:					
Que soporten líneas de comunicación y eléctricas	--	125(2)	125(3)(6)(7)	125 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7 kV(6)(7)	330 más 5.0 por cada kV en exceso de 50 kV
Otras	75(2)	--	75(6)(7)	75 más 5.0 por cada kV en exceso de 8.7	280 más 5.0 por cada kV en exceso de 50 kV

| | | |

Excepción: Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamiento vertical puede ser como mínimo de 10 centímetros en cualquier caso.

922-18. Separación de conductores fijados a edificios o puentes. Los conductores eléctricos desnudos que estén sujetos en forma permanente a edificios deben ser de tensión máxima a 300 volts a tierra, a menos que estén debidamente protegidos, aislados o sean inaccesibles. La separación de los conductores a la superficie del edificio no debe ser menor que la indicada en la Tabla 922-15(a), para separaciones de conductores a sus soportes.

922-19. Espacio para subir. Estos requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para subir.

a) Localización y dimensiones.

1) Debe dejarse un espacio para subir a la estructura con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso e) de esta sección.

2) El espacio para subir se requiere solamente en un lado o esquina del soporte.

3) El espacio para subir debe considerarse verticalmente arriba y abajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos (e) y (f) de esta Sección.

b) Partes de la estructura en el espacio para subir. Cuando las partes de la estructura estén en un lado o esquina del espacio para subir, no se considera que obstruyan dicho espacio.

c) Localización de las crucetas respecto al espacio para subir. Se recomienda que las crucetas se localicen en el mismo lado del poste. Esta recomendación no es aplicable cuando se utilicen crucetas dobles o cuando las crucetas no sean paralelas.

d) Localización de equipo eléctrico respecto del espacio para subir. Cuando los equipos eléctricos se localicen abajo de los conductores deben instalarse fuera del espacio para subir.

e) Espacio para subir entre conductores. El espacio para subir entre conductores debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la Tabla 922-19(e). Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para subir de 60 centímetros libre de obstáculos, para tensiones mayores a 3 kilovolts los conductores desnudos o forrados deben protegerse temporalmente con cubiertas aislantes adecuadas a la tensión existente. El espacio para subir debe dejarse longitudinal y transversalmente a la línea, y extenderse verticalmente a un mínimo de 1.00 metro arriba y abajo de los conductores que limiten el espacio mencionado.

Cuando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más de 8.7 kilovolts a tierra o 15 kilovolts entre fases, el espacio para subir debe extenderse verticalmente cuando menos 1.50 metros arriba del conductor eléctrico más alto.

Excepción 1: Este requisito no se aplica en caso de que se tenga establecida la práctica de que los trabajadores no suban más allá de los conductores y del equipo, a menos que estén desenergizados.

Excepción 2: Este requisito no se aplica si el espacio para subir puede ser obtenido con el desplazamiento temporal de los conductores, utilizando equipo para trabajar con línea energizada.

f) Espacio para subir frente a tramos longitudinales de línea no soportados por crucetas. El ancho total del espacio para subir debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1.00 metro arriba y abajo del tramo (o 1.50 metros conforme a lo indicado en el inciso (e) de esta sección). El ancho del espacio para subir debe medirse a partir del tramo longitudinal de que se trate. Debe considerarse que los tramos longitudinales sobre bastidores, o los cables soportados en mensajeros, no obstruyan el espacio para subir, siempre que, como práctica invariable, todos sus conductores sean protegidos con cubiertas aislantes adecuadas o en alguna otra forma, antes de que los trabajadores asciendan.

Excepción: Si se instala un tramo longitudinal en el lado o esquina de la estructura donde se encuentre el espacio para subir, el ancho de este espacio debe medirse horizontalmente del centro de la estructura hacia los conductores eléctricos más próximos sobre la cruceta, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

(1) Que el tramo longitudinal corresponda a una línea eléctrica abierta con conductores de 750 volts o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en 922-4(b), de cualquier tensión, los cuales estén sujetos cerca de la estructura por ménsulas, bastidores, espigas, abrazaderas u otros aditamentos similares.

(2) Que los conductores eléctricos más próximos soportados en la cruceta, sean paralelos al tramo de línea eléctrica, se localicen del mismo lado de la estructura que dicho tramo y estén a una distancia no mayor que 1.20 metros arriba o abajo del tramo de línea.

g) Espacio para subir frente a conductores verticales. Los tramos verticales protegidos con tubo conduit u otras cubiertas protectoras similares, que estén sujetos firmemente a la estructura sin separadores, no se considera que obstruyan el espacio para subir.

Tabla 922-19(e).- Separación horizontal mínima entre conductores que limitan el espacio para subir(1)

Conductores que limitan el espacio para subir		Separación horizontal en centímetros(4) en estructuras que soporten conductores:			
Tipo	**Tensión**(1)	**Comunicación**	**Eléctricos**	**Eléctricos arriba de conductores de comunicación**	**Comunicación arriba de conductores eléctricos**(2)
Comunicación	Hasta 150 V	Sin requisitos	--	(3)	Ningún requisito
	Más de 150 V	60 recomendado	--	(3)	60 recomendado
Eléctricos aislados	Todas las tensiones	—	--	(3)	Ningún requisito
Eléctricos aislados con mensajero desnudo	Todas las tensiones	—	60	60	75
Eléctricos en línea abierta o conductores forrados	Hasta 750 V	—	60	60	75
	Más de 750 V hasta 15 kV	—	75	75	75
	Más de15 kV hasta 28 kV	—	90	90	90
	Más de 28 kV hasta 38 kV	—	100	100	--
	Más de 38 kV hasta 50 kV	—	117	117	--
	Más de 50 kV hasta 73 kV	—	140	140	--
	Más de 73 kV	—	Más de 140(5)	--	--

(1) Todas las tensiones son entre los dos conductores que limitan el espacio para subir, excepto para conductores de comunicación, en los que la tensión es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito, la tensión entre ellos debe ser la suma aritmética de las tensiones de cada conductor de puesta a tierra, para un circuito conectado a tierra, o de fase a fase si se trata de un circuito no conectado a tierra.

(2) Esta posición relativa de líneas no es recomendable y debe evitarse.

(3) El espacio para subir debe ser el mismo que el requerido para los conductores eléctricos colocados inmediatamente arriba, con un máximo de 75.00 centímetros.

(4) Para la utilización de estas separaciones, los trabajadores deben tener presentes las normas de operación y seguridad para líneas de que se trate.

(5) Para tensiones mayores agregar 1.00 centímetro por kilovolt en exceso de 73 kilovolts

922-20. Espacio para trabajar.

a) Localización. Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para subir.

b) Dimensiones

1) A lo largo de la cruceta. El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para subir hasta el más alejado de los conductores en la cruceta.

2) Perpendicular a la cruceta. El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para subir (véase 922-19(e)). Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara de la cruceta.

3) Verticalmente. El espacio para trabajar debe tener una altura mínima indicada en 922-13, para la separación vertical de conductores soportados en diferentes niveles en la misma estructura.

c) Localización de conductores verticales y derivados respecto del espacio para trabajar. Los espacios para trabajar no deben obstruirse. Los conductores verticales o derivados deben colocarse al lado opuesto del espacio destinado para subir en la estructura; en caso de no ser posible, pueden colocarse en el mismo lado para subir, siempre que queden separados de la estructura por una distancia mínima equivalente al ancho del espacio para subir requerido para los conductores de mayor tensión. Los conductores verticales canalizados o protegidos con cubiertas protectoras para usos eléctricos, pueden quedar colocados sobre el lado para subir de la estructura.

d) Localización de crucetas transversales respecto de los espacios para trabajar. Las crucetas transversales (Figura 922-20(d)) pueden usarse siempre que se mantenga el espacio para subir, definido en 922-19. Conservando los valores de la Tabla 922-13(a), ya sea incrementando el espacio entre las crucetas de línea o en su caso utilizando estructuras más altas.

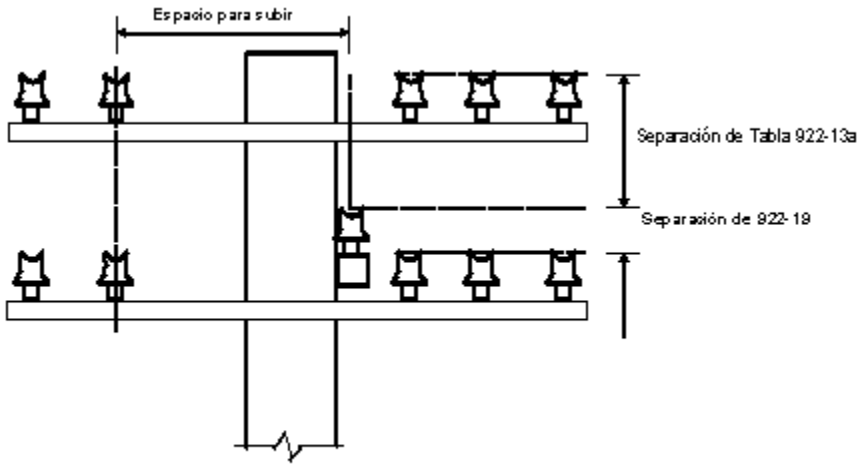


Figura 922-20(d).- Localización de crucetas y espacios para trabajar

1) Altura normal del espacio para trabajar. Debe dejarse el espacio lateral para trabajar de la altura indicada en la Tabla 922-13(a), entre los conductores derivados sujetos a la cruceta transversal y los conductores de línea. Esto puede realizarse incrementando el espacio entre las crucetas de línea.

2) Altura reducida del espacio para trabajar. Cuando ninguno de los circuitos involucrados exceda la tensión de 8.7 kilovolts a tierra o de 15 kilovolts entre fases y se mantengan las separaciones indicadas en 922-12(a)(1) y (2), los conductores soportados en la cruceta transversal pueden colocarse entre las líneas adyacentes que tengan un espaciamiento vertical normal, aun cuando dicha cruceta obstruya el espacio normal para trabajar, siempre que se mantenga un espacio para trabajar no menor que 45 centímetros de altura entre los conductores de línea y los conductores derivados. Esta altura debe quedar arriba o abajo de los conductores de línea, según sea el caso.

El anterior espacio para trabajar puede ser aún reducido a 30 centímetros, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones:

a. Que no existan más de dos grupos de crucetas de línea y de crucetas transversales.

b. Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección y otros dispositivos adecuados para aislar y cubrir los conductores de línea y el equipo en donde no se esté trabajando.

922-21. Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones o entre equipo suministrador y conductores o equipos de comunicaciones.

a) La separación se refiere a las partes metálicas no portadoras de corriente del equipo, soportes metálicos para cables aislados o conductores, así como brazos metálicos de soporte que estén sujetos a soportes metálicos o bien colocados a menos de 2.50 centímetros de tanques y bastidores de transformadores y mensajeros sin conexión efectiva a tierra.

b) Las separaciones, deben ser las indicadas en la Tabla 922-21.

Tabla 922-21.- Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones o entre equipo suministrador y conductores o equipo de comunicaciones

Tensión de suministro kilovolts(1)	Separación vertical metros
Conductores puestos a tierra, mensajeros y soportes	0.75
Hasta 8.7	1.00

Más de 8.7	1.0 + 0.01 por kV en exceso de 8.7 kV

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

922-22. Separación de conductores verticales y derivados a otros conductores y superficies en la misma estructura. Las separaciones entre conductores verticales y derivados a otros conductores o superficies en la misma estructura deben ser las que se indican en esta sección.

1) Se permite colocar circuitos suministradores de la misma tensión o de la inmediata superior en un mismo ducto, si los conductores son aislados.

2) Se permite colocar pares de conductores de comunicación sujetos directamente a estructuras o a mensajeros.

3) Se permite colocar directamente en la estructura conductores de conexión de puesta a tierra, conductores neutros, conductores aislados o canalizaciones eléctricas.

4) Los circuitos suministradores aislados de 600 volts y que no excedan de 5000 watts pueden colocarse en el mismo circuito del cable de control con el cual están asociados.

a) Conductores eléctricos verticales y derivados.

1) Separaciones en general. Las separaciones no deben ser menores que las especificadas en la

Tabla 922-22(a) o en 922-15.

Tabla 922-22(a).- Separación de conductores eléctricos verticales y derivados con respecto a superficies, mensajeros y retenidas en la misma estructura, (centímetros) (1)

Separación de conductores verticales y derivados a:	Hasta 8.7 kV	Mayor que 8.7 kV hasta 50 kV	Mayor que 50 kV (5)
Superficies de soportes	7.5 (2)(3)	7.5 más 0.5 por cada kV en exceso de 8.7 kV	27.5 más 0. por cada kV en exceso de 50 kV
Mensajeros y retenidas	15	15 más 1 por cada kV en exceso de 8.7 kV(4)	58.5 más 1 por cada kV en exceso de 50 kV(4)

(1) Las tensiones son entre fases.

(2) Véase la Excepción 3 de la Sección 922-22.

(3) Para circuitos eléctricos de hasta 750 volts esta separación puede reducirse a 2.50 centímetros.

(4) El factor puede reducirse a 0.65 centímetros por kilovolts para retenidas de ancla.

(5) La separación adicional para tensiones mayores a 50 kilovolts se debe incrementar un 3 por ciento por cada 300 metros de altura en exceso de 1000 metros sobre el nivel del mar.

2) Casos especiales. Se refieren solamente a los tramos de estructuras por donde suban trabajadores, cuando los conductores estén energizados.

1. Cables aislados y conductores de conexión de puesta a tierra. Los conductores verticales aislados y los conductores de conexión de puesta a tierra, pueden instalarse, sin protección aislante adicional, siempre y cuando el espacio para subir y los conductores de línea estén en el lado opuesto de la estructura.

2. Conductores para conectar lámparas de alumbrado público. Cuando se conecten luminarias de alumbrado público directamente a líneas eléctricas, en postes que se usen exclusivamente para estas líneas, puede hacerse dicha conexión bajando conductores en línea abierta, desde la cruceta del poste al extremo de la luminaria, siempre que estos conductores queden firmemente sujetos en ambos extremos y que guarden las distancias mínimas indicadas en la Tabla 922-22(a).

3. Conductores de menos de 300 volts. Los conductores eléctricos verticales o derivados de menos de 300 volts a tierra, pueden llevarse en cables múltiples sujetos directamente a la superficie de la estructura o de la cruceta, y no debe sufrir abrasión en los puntos de sujeción.

Cada conductor de estos cables que no esté puesto a tierra efectivamente, o todo el cable en conjunto, debe tener una cubierta aislante para 600 volts.

b) Conductores de comunicación verticales y derivados.

1) La separación de conductores desnudos verticales y derivados, con respecto a otros conductores de comunicación, retenidas, cables de suspensión o mensajeros, debe ser cuando menos de 7.50 centímetros.

2) Los conductores de comunicación aislados verticales y derivados pueden fijarse directamente a la estructura. La separación vertical a cualquier conductor eléctrico (siempre que no se trate de conductores verticales o de conexiones a luminarias) debe ser cuando menos de 1.00 metro para tensiones hasta de 8.7 kilovolts entre fases, y de 1.50 metros para tensiones mayores.

C. Separación entre conductores soportados en diferentes estructuras

922-30. Generalidades. Los cruces del mismo circuito deben interconectarse formando circuitos derivados radiales. Los cruzamientos de conductores deben hacerse sujetándose en la misma estructura; de no ser posible debe mantenerse la separación de acuerdo con los requisitos de esta Parte C.

922-31 Consideraciones. Las separaciones horizontal y vertical se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Las separaciones deben determinarse en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores.

b) Ambos conductores deben analizarse desde su posición de reposo hasta un desplazamiento ocasionado por una presión de viento de 29 kg/m^2, con flecha inicial y final a 16 °C sin viento y con flecha inicial y final a 50 °C sin viento. La presión de viento puede reducirse a 20 kg/m^2 en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre el desplazamiento de los conductores debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores.

Con objeto de poder determinar la posición relativa que resulte con la menor separación deben calcularse las separaciones entre conductores en sus diferentes posiciones, desde el reposo hasta su máximo desplazamiento.

c) La dirección supuesta del viento debe ser aquella que produzca la separación más crítica.

d) No se requiere incrementar la flecha cuando la temperatura del conductor no exceda de 50 °C y los claros sean iguales o menores que los claros siguientes.

(1) Hasta de 75.00 metros para la Zona I.

(2) Hasta de 100.00 metros para todas las otras zonas.

e) Cuando la temperatura máxima de los conductores sea de 50 °C o menor y el claro sea mayor que el claro básico, la flecha a la mitad del claro debe ser incrementada como sigue:

1) Cuando el cruzamiento ocurra a la mitad del claro del conductor superior, su flecha debe incrementarse en 1.00 centímetro (o 1.50 centímetros en la Zona I), por cada metro en exceso del claro básico. Este incremento no requiere ser mayor que el resultado de la diferencia aritmética entre las flechas finales, calculadas para el claro en reposo y temperaturas en el conductor de 15 °C y 50 °C.

2) Para claros a nivel, cuando el cruzamiento no se localice a la mitad del claro del conductor superior, el incremento anterior puede reducirse multiplicando por los factores de la Tabla 922-31(e)(2).

Tabla 922-31(e)(2).- Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana

Por ciento de la longitud del claro de cruce	Factor
5	0.19
10	0.36
15	0.51
20	0.64
25	0.75
30	0.84
35	0.91
40	0.96
45	0.99
50	1.00

Interpolar para valores intermedios

922-32. Separación horizontal. La separación horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos de 1.50 metros para tensiones hasta 50 kilovolts entre conductores. Para tensiones mayores, debe incrementarse esta separación en 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 50. La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos debe tomarse como la diferencia vectorial de la tensión de ambos circuitos. Para conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión debe considerarse como puesto a tierra.

922-33. Separación vertical. La separación vertical entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos la indicada en la Tabla 922-33.

Para líneas en el nivel superior e inferior con tensiones de 22 kilovolts hasta 400 kilovolts, la separación total es igual al producto de la suma de 1.20 metros (distancia para 22 kilovolts de Tabla 922-33) más 1.0 cm/kV por la suma de las diferencias de la tensión de cada línea en exceso de 22 kilovolts.

Tabla 922-33.- Separación vertical entre conductores soportados en diferentes estructuras (m)(1)

			Conductores		Conductores suministradores			
			Neutro, guarda y retenidas(2)	Comunicaciones y mensajeros	Aislados		Línea abierta	
					0 a 750 V	Más de 750 V	0 a 750 V(3)	Más de 750V a 22 kV
Conductores		Neutro, guarda y retenidas(2)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2
		Comunicaciones y mensajeros	0.6	0.6	0.6	1.2	1.2	1.8
Conductores suministradores	Aislados	0 a 750 V	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
		Más de 750 V	0.6	1.2	0.6	1.2	0.6	1.2
	Línea abierta	0 a 750 V(3)	0.6	1.2	0.6	0.6	0.6	1.2
		Más de 750 V a 22 kV	1.2	1.8	0.6	1.2	1.2	1.2
	Trolebuses, trenes, sus retenidas y mensajeros (3)		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.8

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna (o renglón) son los descritos en la sección 922-4(d)

(3) Los conductores suministradores de trolebuses y trenes de más de 750 volts, deben tener una separación mínima de 1.80 metros.

D. Altura de conductores y partes vivas de equipo, sobre el suelo, agua y vías férreas

922-40. Aplicación. Estos requisitos se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores desnudos y cables aislados de líneas aéreas, con respecto al suelo, al agua y a la parte superior de rieles, así como a la altura mínima de partes vivas de equipo sobre el suelo.

922-41 Alturas básicas para conductores. Las alturas básicas deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla 922-41, y se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Temperatura en los conductores de 50 °C.

b) Flecha final, en reposo.

922-42 Alturas adicionales para conductores. Las alturas que se indican en la Tabla 922-41 no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los indicados en la sección 922-31(d) y la temperatura del conductor no exceda de 50 °C.

a) Tensión mayor que 50 kilovolts a tierra. Para tensiones entre 50 y 400 kilovolts, la altura básica de conductores debe incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 50.

Excepción: En cruzamientos sobre vías de ferrocarril en la Zona I, debe aplicarse a la altura un incremento de 1.50 centímetros por cada metro del claro en exceso de 75 metros.

Los incrementos anteriores no requieren ser mayores que el resultado de la diferencia aritmética entre las flechas finales calculadas para el claro, en reposo y temperaturas en el conductor de 50 °C y 15 °C,

922-43. Altura de partes vivas de equipo instalado en estructuras

a) Altura básica mínima. La altura mínima sobre el suelo, de partes vivas no protegidas de equipo, se indica en la Tabla 922-43.

b) Altura adicional. Para tensiones mayores a 22 kilovolts, la altura básica anterior debe incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 22 kilovolts.

Tabla 922-41.- Altura mínima de conductores sobre el suelo, agua o vías férreas (m)(1)

Superficie bajo los conductores	Cables para retenidas, mensajeros, guarda o neutros(2)	Conductores para comunicación		Conductores suministradores					
				Aislados		Línea abierta		Trolebuses, trenes eléctricos y sus mensajeros	
		Aislados	Desnudo	Hasta 750 V	Mayor que 750 V	Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV	Hasta 750 V (4)	Mayor que 750 V a 22 kV
Vías férreas (excepto trenes eléctricos)	7.2	7.2	7.3	7.3	7.5	7.5	8.1	6.7	6.7
Con tránsito de vehículos(7)(8) o maquinaria agrícola	4.7	4.7	4.9	4.9	5.0	5.0	5.6	5.5	6.1
Sin tránsito de vehículos	2.9	2.9	3.6	3.6(6)	3.8	3.8	4.4	4.9	5.5
Aguas sin navegación	4.0	4.0	4.4	4.4	4.6	4.6	5.2	—	—
Aguas navegables(9)	Incluyendo(10) ríos, lagos, presas y canales con un área sin obstrucción. Donde exista navegación con botes de vela aumentar 1.50 metros								
a. Hasta 8 ha	5.3	5.3	5.5	5.5	5.6	5.6	6.2	—	—
b. Mayor a 8 hasta 80 ha	7.8	7.8	7.9	7.9	8.1	8.1	8.7	—	—
c. Mayor a 80 hasta 800 ha	9.6	9.6	9.7	9.7	9.9	9.9	10.5	—	—
d. Más de 800 ha	11.4	11.4	11.6	11.6	11.7	11.7	12.3	—	—

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d).

(4) En pasajes subterráneos, túneles o puentes, puede reducirse la altura sobre el piso o vías, indicada en esta columna.

(6) Esta altura puede reducirse a 3.00 metros para los cables aislados con tensión hasta de 150 volts a tierra, localizados a la entrada de edificios.

(7) Para conductores de comunicación, aislados o los descritos en la nota 2, cuando crucen o su trayectoria sea a lo largo de callejones, entradas a cocheras o estacionamientos, esta altura puede reducirse a 4.50 metros.

(8) Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.

(9) La altura de los conductores sobre el nivel del agua debe basarse en el más alto nivel histórico que haya alcanzado el agua. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1600 metros de río o canal, que incluya al cruce.

(10) En cruzamientos sobre aguas navegables, se debe tener en cuenta, además, lo establecido en la reglamentación en materia de navegación.

Tabla 922-43.- Altura sobre el suelo de partes vivas de equipo instalado en estructuras (m) (1)

Superficie bajo las partes energizadas	Equipo efectivamente conectado a tierra	Equipos no puestos a tierra conectados a circuitos		Partes vivas rígidas no protegidas	
		Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV	Hasta 750 V	Mayor que 750 V a 22 kV
1. Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales, así como terrenos sujetos al paso	4.6	4.9	5.5	4.9	5.5

de vehículos de cualquier tipo					
2. Espacios no transitados por vehículos	4.45 (2)	4.45	4.45	4.45	4.45

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Esta altura puede reducirse a 3.00 metros para las partes vivas y puntas de cables aislados como los descritos en la Sección 922-4(b)(2) y 922-4(b)(3), de hasta 150 V a tierra, localizadas a la entrada de edificios.

E. Separación de conductores a edificios, puentes y otras construcciones

922-51. Aplicación. Estos requisitos se refieren a la separación de los conductores desnudos y cables aislados de una línea, con respecto a edificios, puentes, estructuras de una segunda línea próxima u otras construcciones.

922-52. Consideraciones. Las separaciones básicas horizontal y vertical de edificios, construcciones o anuncios, se aplican bajo las siguientes condiciones:

a) Separación horizontal. Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento a una presión de 29 kg/m^2 con flecha final y a 16 °C. Esta presión de viento puede reducirse a 19 kg/m^2 en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. El desplazamiento del conductor debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre.

b) Separación vertical

1) Temperatura en los conductores de 50 °C, con flecha final, sin deflexión por viento.

2) Claros básicos como se indica a continuación:

a. Hasta de 75 metros para la Zona de carga I (véase 922-82).

b. Hasta de 100 metros para todas las otras zonas.

c) Transición entre separaciones horizontal y vertical. Debe mantenerse la distancia resultante de proyectar como radio la separación vertical sobre la separación horizontal. Ver figura 922-54.

922-53. Separación de conductores a estructuras de otras líneas. Los conductores de una línea que pasen próximos a una estructura de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esta estructura por distancias mínimas siguientes:

a) Separación horizontal de 1.50 metros para tensiones hasta 50 kilovolts a tierra.

b) Separación vertical de 1.40 metros para tensiones menores a 22 kilovolts, y de 1.70 metros para tensiones entre 22 kilovolts y 50 kilovolts a tierra.

Excepción: Cuando la tensión no excede de 300 volts a tierra y los cables son de los tipos mencionados en 922-4(b), las separaciones vertical y horizontal pueden ser reducidas a un mínimo de 60.00 centímetros y 90.00 centímetros respectivamente medidas a 15 °C sin deflexión por viento.

922-54. Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes

a) Cuando los edificios pasen de 3 pisos ó 15 metros de altura, se recomienda que los conductores dejen un espacio libre de cuando menos 1.80 metros entre el conductor más cercano y el edificio, con objeto de facilitar la colocación de escaleras en casos de incendio.

Excepción: Este requisito no se aplica cuando por limitaciones de espacio no es posible ubicar los conductores suministradores en otra disposición.

Por otra parte, las estructuras de la línea deben estar separadas de las tomas de agua contra incendio por una distancia mínima de 1.00 metro.

b) La separación de los conductores a la superficie de los edificios y otras construcciones tales como anuncios, chimeneas, antenas y tanques de agua, debe ser la indicada en la Tabla 922-54.

c) Cuando la separación anterior no pueda lograrse, los conductores eléctricos deben protegerse o aislarse para la tensión de operación.

Los cables descritos en 922-4(b)(1) se consideran como protegidos para los efectos de este requisito.

d) Para conductores eléctricos fijados a edificios, véase 922-18.

922-55. Separación de conductores a puentes

a) Separaciones básicas. Los conductores eléctricos que pasen abajo, arriba o cerca de un puente, deben tener separaciones vertical y horizontal no menores a las indicadas en la Tabla 922-55.

Excepción: Este requisito no se aplica a retenidas, mensajeros, cables de guarda, neutros como los descritos en 922-4(d) y cables aislados.

b) Protección de conductores alimentadores de trolebús ubicados abajo de puentes. Debe colocarse una protección aislante para evitar que en caso de que se zafe el trole del transporte haga contacto simultáneamente con el conductor alimentador y la estructura del puente.

Tabla 922-54.- Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes (m)(1)

Separaciones	Retenidas, mensajeros, cables de guarda y neutros(2)	Conductores de comunicación		Conductores suministradores				Partes vivas rígidas sin protección	
				Aislados		Línea abierta			
		Aislados	Sin aislar	De 0 a 750 V	Más de 750 V	De 0 a 750 V	Más de 750 V a 22 kV	De 0 a 750 V	Más de 750 V a 22 kV
En edificios									
Horizontal									
A paredes	1.40	1.40	1.50	1.40	1.70(3)	1.70(3)	2.30(4)	1.50	2.00 (4)
A ventanas	1.40	1.40	1.50	1.40	1.70(3)	1.70(3)	2.30(4)	1.50	2.00
A balcones y áreas accesibles a personas (5)	1.40	1.40	1.50	1.40	1.70	1.70	2.30	1.50	2.00
Vertical									
Arriba o abajo de techos y salientes no accesibles a personas (5)	0.90	0.90	3.0	0.90	3.2	3.2	3.8	3.0	3.6
Balcones, arriba o abajo de techos y salientes accesibles a personas (5)	3.2	3.2	3.4	3.2	3.5	3.5	4.1	3.4	4.0
Sobre techos accesibles a automóviles(6)	3.2	3.2	3.4	3.2	3.5	3.5	4.1	3.4	4.0
Sobre techos accesibles a vehículos para carga(6)	4.7	4.7	4.9	4.7	5.0	5.0	5.6	4.9	5.5
Anuncios, chimeneas, antenas y tanques con agua									
Horizontal	0.90	0.90	1.50	0.90	1.70(3)	1.70(3)	2.30(4)	1.50	2.00(4)
Vertical (arriba o abajo)	0.90	0.90	1.70	0.90	1.80	1.80	2.45	1.70	2.30

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos puestos a tierra y entre fases para circuitos no conectados a tierra.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en 922-4(d). Los cables eléctricos aislados son los descritos en la Sección 922-4(b)(1) de cualquier tensión, así como los descritos en la Sección 922-4(b)(2) y 922-4(b)(3), en tensiones de 0 a 750 volts.

(3) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.00 metro.

(4) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.50 metros. En esta condición el claro interpostal máximo debe ser de 50.00 metros.

(5) Un techo, balcón o área es considerada accesible a personas, si el medio de acceso es a través de una puerta, rampa o escalera permanente.

(6) Ver figura 922-54

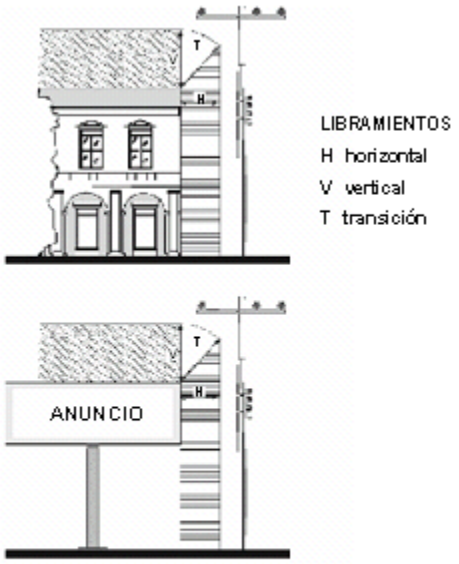


Figura.- 922-54

Tabla 922-55.- Separación de conductores suministradores a puentes (m)(1)

Separaciones	Conductores de comunicación no aislados	Conductores suministradores				Partes vivas rígidas no protegidas	
		Aislados		Línea abierta			
		0 a 750 V(2)	Más de 750 V	Hasta 750 V(2)	Más de 750 V a 22 kV	Hasta 750 V	Más de 750 V a 22 kV
Separación sobre puentes(3)							
Fijos al puente	0.90	0.90	1.07	1.07	1.70	0.90	1.50
No fijos al puente	3.00	3.00	3.20	3.20	3.80	3.00	3.60
Separación lateral, abajo o dentro de la estructura del puente							
a. Partes del puente accesibles, incluyendo salientes y paredes.(3)							
Fijos al puente	0.90	0.90	1.07	1.07	1.70	0.90	1.50
No fijos al puente	1.50	1.50	1.70	1.70	2.30	1.50	2.00
b. Partes del puente(4) no accesibles							
Fijos al puente	0.90	0.90	1.07	1.07	1.70	0.90	1.50
No fijos al puente	1.20	1.20	1.40	1.40	2.00	1.20	1.80

(1) Las tensiones son entre fases para circuitos no conectados efectivamente a tierra y de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra y para otros circuitos donde las fallas a tierra sean aisladas con interruptor automático.

(2) Los cables aislados a que se refiere este renglón son los descritos en 922-4(b)(2) y (b)(3), y los conductores neutros son los descritos en (d) de la misma Sección.

(3) Cuando la línea esté sobre lugares transitados, ya sea encima o cerca del puente, se aplican también los requisitos indicados en 922-40.

(4) Los apoyos de puentes de acero, hechos sobre pilares de ladrillo, concreto o mampostería, que requieran acceso frecuente para inspección, deben considerarse como partes fácilmente accesibles.

922-56. Separaciones adicionales. Las separaciones adicionales son las indicadas a continuación:

a) Tensiones mayores a 22 kilovolts (a tierra). Para tensiones entre 22 kilovolts y 400 kilovolts, las separaciones horizontal y vertical deben incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolt en exceso de 22 kilovolts

b) Claros mayores al claro básico. Cuando la temperatura máxima de diseño del conductor sea de 50 °C o menor, y el claro sea mayor que 100.00 metros (o 75.00 metros en la Zona de carga I), debe aplicarse a la separación vertical un incremento de 1.00 centímetro por cada metro en exceso de 100.00 metros (o 75.00

metros en la Zona de carga I) del claro. Este incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales calculadas para el claro del conductor sin deflexión por viento a 15 °C y 50 °C.

Excepción: Las separaciones no requieren incrementarse cuando los claros sean iguales o menores a 100 metros (75 metros en la zona de carga I) y la temperatura del conductor no excedan de 50 °C.

Para claros a nivel, cuando la separación no se localice a la mitad del claro, el incremento anterior puede reducirse multiplicando por los siguientes factores:

Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana, en por ciento de la longitud del claro	Factor
5	0.19
10	0.36
15	0.51
20	0.64
25	0.75
30	0.84
35	0.91
40	0.96
45	0.99
50	1.00

Interpólese para valores intermedios.

F. Distancia horizontal de estructuras a vías férreas, carreteras y agua

922-61. Aplicación. Estos requisitos se refieren a las distancias mínimas que deben guardar las estructuras de líneas aéreas, incluyendo sus retenidas y anclas, a vías férreas, carreteras y aguas navegables. Las distancias deben considerarse en forma horizontal y se establecen sólo desde el punto de vista de seguridad. Independientemente, deben observarse las disposiciones vigentes en materia de derechos de vía.

922-62. Distancias mínimas a vías férreas y carreteras. Cuando las líneas aéreas estén paralelas o crucen vías férreas o carreteras, las estructuras deben instalarse en el límite del derecho de vía del ferrocarril o carretera de que se trate. En ningún caso la distancia desde cualquier parte de una estructura al riel más cercano, o al límite exterior del acotamiento más próximo, debe ser menor que 3.50 metros.

922-63. Distancia horizontal a agua.

a) Aguas navegables Se recomienda que la distancia horizontal de las estructuras al límite más cercano de la zona de navegación de ríos, lagos y canales, sea mayor que la altura de las estructuras.

b) Aguas no navegables. Para ríos y arroyos las estructuras se deben de colocar a 20.00 metros mínimo del límite máximo histórico que alcance el espejo del agua.

G. Derecho de vía

922-71. Aplicación. Estos requisitos aplican al derecho de vía o de paso, que deben tener las líneas aéreas en campo abierto y en zona urbana.

Los derechos de vía están reglamentados por la Ley Federal General de las Vías de Comunicación y las servidumbres de paso por el Código Civil de la Federación y/o de los estados.

El derecho de vía es una franja de terreno a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión de operación.

922-72. Distancia mínima horizontal de conductores al límite del derecho de vía. La distancia horizontal mínima del conductor más cercano al límite del derecho de vía de la línea, debe ser determinada de conformidad con lo indicado en 922-52, 922-54 y 922-56.

El ancho mínimo del derecho a vía será igual al doble de la suma de: la distancia del eje longitudinal de la línea al conductor extremo sin deflexión por viento, el desplazamiento lateral del conductor extremo por efecto del viento y la separación horizontal a que se refiere el párrafo anterior.

922-73. Vegetación dentro del derecho de vía de líneas.

Cuando se siembren árboles dentro del derecho de vía, deben ser de especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol y la línea existente.

a) La poda de árboles debe efectuarse antes de que represente un riesgo para los habitantes y la continuidad del servicio eléctrico. La responsabilidad de efectuar los trabajos de poda en áreas urbanas es de los municipios y en áreas rurales es de los propietarios de los predios. En caso de que se requiera, la empresa suministradora puede efectuar la poda necesaria y/o conveniente. En ambos casos se debe cumplir con la normatividad aplicable vigente.

b) La brecha debe cumplir con la NOM-114-ECOL-1998, atendiendo los trámites requeridos por las autoridades correspondientes.

922-74. Instalaciones dentro del derecho de vía. Para la protección del público y para la operación confiable de las líneas aéreas de servicio público, dentro del área que ocupa el derecho de vía no deben existir anuncios, obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza.

De lo anterior se exceptúan los obstáculos en zonas urbanas que son necesarios para la prestación de los servicios públicos, como instalaciones eléctricas y de alumbrado, líneas de comunicación y de señalización, cumpliendo con las separaciones y requisitos de esta NOM.

H. Cargas mecánicas en líneas aéreas

922-81. Generalidades. Las líneas aéreas deben tener resistencia mecánica para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas (ver 922-82), más los factores de sobrecarga establecidos en la Tabla 922-93. Según el lugar en que se ubique cada línea, con los factores de sobrecarga adecuados. En cada caso deben investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas que prevalezcan en el área en que se localice la línea.

En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las aquí indicadas, por mayor espesor de hielo, menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deben proyectarse tomando en cuenta estas condiciones extras de carga, conservando los factores de seguridad para la sobrecarga correspondientes.

De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores, no deben reducirse las indicadas en esta Parte de la NOM.

922-82. Zonas de cargas mecánicas. Con el propósito de establecer las cargas mínimas que deben considerarse para el cálculo mecánico de líneas aéreas, el país se ha dividido en seis zonas de carga que se indican en el mapa de la Figura 922-82 y se describen a continuación:

Zona I. Región Norte: Baja California, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y parte de Sonora y Durango.

Zona II. Región Centro Norte: Aguascalientes y parte de Zacatecas, Durango y San Luis Potosí.

Zona III. Región Centro Sur: parte de Oaxaca y Chiapas.

Zona IV Región Central: Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos y parte de Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero.

Zona V Región Costera: Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Colima, Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Yucatán y parte de Quintana Roo, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Veracruz.

Zona VI. Región Especial: parte de Oaxaca, Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo.

Si una línea aérea cruza dos o más zonas de carga, debe soportar las cargas correspondientes a dichas zonas.

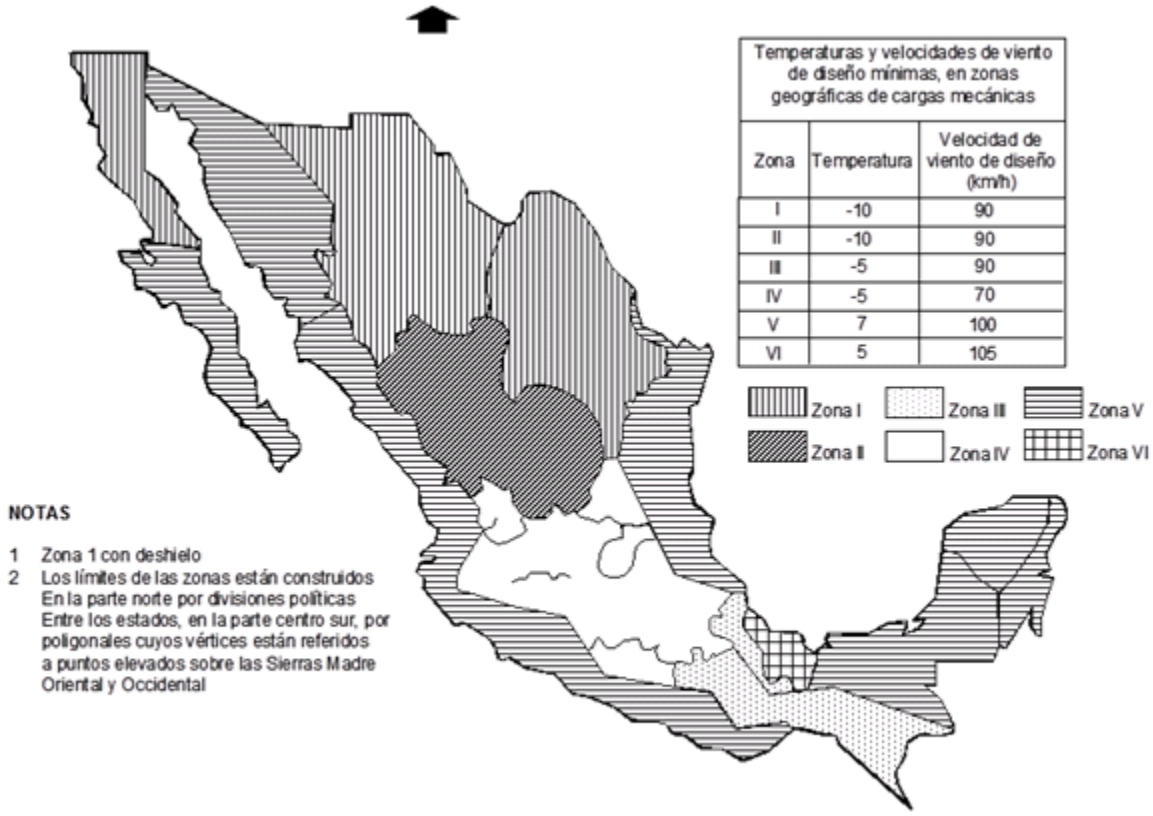


Figura 922-82.- Cálculo de cargas mecánicas

(Continúa en la Novena Sección-Vespertina)

NOVENA SECCION
SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) (Continúa de la Octava Sección)

(Viene de la Octava Sección-Vespertina)

922-83. Cálculo de cargas mecánicas. Las líneas aéreas deben cumplir con los valores de la siguiente tabla, que corresponden a condiciones meteorológicas mínimas de diseño para las diferentes zonas de carga mecánica (ver mapa de la Figura 922-82).

Tabla 922-83.- Condiciones meteorológicas para el cálculo de cargas mecánicas

Zona de carga mecánica	Temperatura Mínima (°C)	Velocidad de viento de diseño (km/h)	Espesor de la capa de hielo sobre milímetros	
			Cables	Componentes horizontales
I	-10	90	6	8
II	-10	90	—	—
III	-5	90	—	—
IV	-5	70	—	—
V	7	100	—	—
VI	5	105	—	—

Para altitudes mayores a 2500 metros, debe investigarse respecto a depósitos de hielo en cables y estructuras.

Para cualquiera de las zonas (excepto la Zona I), pueden considerarse los espesores de hielo de la Zona I, con una temperatura de -5 C.

El peso del hielo se considera de 913 kilogramos por metro cúbico

922-84. Presión de viento. La presión del viento sobre las líneas aéreas se debe calcular, según la superficie de que se trate, por medio de las siguientes ecuaciones:

a) Sobre conductores. Superficies de alambres y cables $P = 0.00482\ V^2$

b) Sobre estructuras. Se debe considerar que la ráfaga de viento cubre totalmente la estructura, aplicando un factor de 1.3 a la velocidad de diseño. Para estructuras metálicas (torres), se debe aplicar adicionalmente un factor de arrastre de 1.6 a la presión de viento.

Las ecuaciones aplicables resultan:

Superficies cilíndricas (postes) $P = 0.00815\ V^2$

Superficies planas (torres) $P = 0.0130\ V^2$

Donde "P" es la presión de viento, en kg/m^2 del área resultante del producto del claro medio horizontal por el diámetro del conductor y "V" es la velocidad de viento de diseño, en km/h.

Al aplicar los valores de la velocidad de viento de diseño de la Tabla 922-83 a las ecuaciones resultan los valores de presión de viento para diseño de la Tabla 922-84.

Los valores de presión de viento de la Tabla 922-84, son válidos para líneas con estructuras de 30 metros de altura máxima. Para alturas mayores, multiplicar los valores de presión de viento por el factor indicado en la Tabla 922-84(a).

Tabla 922-84.- Presiones de viento mínimas para diseño de estructura

Zona de Carga Mecánica	Velocidad de viento de diseño km/h	Presión del viento en kg/m^2, sobre superficies de:		
		Cables	Estructuras	
			Cilíndricas (postes)	De celosía (torres)
I, II y III	90	39	66	105
IV	70	24	40	64
V	100	48	81	130

VI	105	53	90	143

922-85. Cargas en los cables.

La carga total para calcular la tensión mecánica máxima de los cables, es igual que el resultado de la suma del peso del cable más la fuerza producida por el viento actuando horizontalmente y en ángulo recto con la línea, a la temperatura y velocidad de viento indicadas en la Tabla 922-83.

En caso de existir carga de hielo en la zona, debe calcularse para una presión de viento de 20 kg/m² sobre conductores con hielo, debiéndose tomar la mayor tensión mecánica que resulte entre este valor y el resultante con la máxima velocidad de viento sin hielo.

Tabla 922-84(a).- Factor de incremento de presión de viento por altura de estructura

Altura en m	Factor
30 o menos	1.00
50	1.08
75	1.18
100	1.28
150	1.49

Para valores intermedios de altura puede interpolarse linealmente.

922-86. Cargas en las estructuras y en sus soportes. Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas soportes de los conductores, conductores y en cables de guarda, se calculan como sigue:

a) Carga vertical. La carga vertical sobre cimientos, postes, torres, crucetas, alfileres, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda, se debe considerar como el peso propio de éstos, más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten (y, en su caso, carga de hielo), teniendo en cuenta además los efectos que pueden resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.

La carga vertical sobre un soporte debida a los conductores o cables de guarda, se calculan multiplicando el claro vertical por el peso unitario del cable correspondiente.

b) Carga transversal de viento. La carga transversal sobre la estructura debida al viento sobre los conductores y cables de guarda se calcula multiplicando el claro medio horizontal por el diámetro del conductor por la presión del viento.

La carga transversal sobre estructuras de celosía (torres) de sección transversal cuadrada o rectangular, debe calcularse en función del área expuesta de una cara, más 50 por ciento de la misma área expuesta. El porcentaje anterior puede substituirse por otro basado en cálculos más precisos, o por el que se determine mediante pruebas reales.

La carga transversal sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

La carga transversal sobre estructuras de deflexión es igual al producto de la suma vectorial de las cargas transversales en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura.

Para el cálculo más exacto de la carga debida a la acción del viento en estructuras de deflexión, debe considerarse la superficie proyectada de los cables, perpendiculares a la dirección del viento.

c) Carga longitudinal.

Para líneas aéreas hasta de 35 kilovolts, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes entre tramos rectos de línea, excepto en el caso de estructuras de remate.

d) Carga longitudinal por ruptura de cables. Para líneas de tensiones hasta de 35 kilovolts, no es necesario considerar la ruptura de conductores. En líneas con tensiones mayores a 35 kilovolts, deben considerarse las hipótesis siguientes:

1) Estructuras hasta con seis conductores y con uno o dos cables de guarda: considerar la ruptura de un cable de guarda o del conductor o conductores de una fase en la posición más desfavorable.

2) Estructuras con más de seis y hasta doce conductores y con dos cables de guarda: considerar la ruptura de un cable de guarda o de dos conductores de fase en la posición más desfavorable.

En tramos rectos de línea con conductores soportados por aisladores de suspensión, la carga es igual que el producto de la tensión mecánica máxima del conductor o conductores rotos, multiplicada por un factor de 0.70 cuando existe un conductor por fase y de 0.50 cuando son dos o más conductores por fase. Cuando la ruptura ocurre en los cables de guarda en cualquier tipo de estructura, así como la de los conductores en las estructuras de remate o de deflexión, la carga es igual que 100 por ciento de la tensión mecánica máxima.

e) Aplicación simultánea de cargas. Para obtener la resistencia debida a la aplicación de cargas, debe considerarse lo siguiente:

1) Líneas de tensiones hasta de 35 kilovolts

Para calcular la resistencia transversal se debe considerar las cargas vertical y transversal actuando simultáneamente.

Para calcular la resistencia longitudinal debe considerarse solamente la carga longitudinal.

2) Líneas de tensiones mayores a 35 kilovolts

Para calcular la resistencia mecánica se deben considerar las cargas vertical, transversal y longitudinal actuando simultáneamente.

Excepción: En el caso de ruptura de cables en estructuras tipo H semiflexibles, donde deben considerarse solamente las cargas vertical y longitudinal actuando simultáneamente.

I. Clases de construcción en líneas aéreas

922-91. Generalidades. Los materiales empleados en la construcción y mantenimiento de líneas deben cumplir con los factores de sobrecarga y otros requisitos de 922-93 a 922-94, según el grado de resistencia mecánica requerida.

922-93. Requisitos de materiales y componentes. Los materiales empleados en las líneas aéreas, según la clase de construcción, deben cumplir con los requisitos de seguridad que se citan a continuación:

a) Conductores

1) Tamaño mínimo. Los conductores eléctricos mínimos a utilizar deben tener una resistencia a la ruptura y un diámetro exterior equivalente a los conductores de cobre semiduro indicados a continuación en la Tabla 922-93(a)(1).

Tabla 922-93 (a)(1).- Tamaño mínimo de conductores de cobre

Conductores	mm^2 (AWG)	
	Clase A	Clase B
Línea abierta	13.3 (6)	8.37 (8)
Acometidas de hasta 750 V a tierra	3.31 (12)	3.31 (12)
De comunicación en claros máximos de 50 m	5.26 (10)	3.31 (12)

Los conductores deben ser resistentes a la corrosión que pueda provocar el ambiente donde se instalen.

2) Flechas y tensiones. La tensión mecánica máxima del conductor no debe ser mayor que el 60 por ciento de su resistencia a la ruptura, bajo las condiciones de cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo, para la zona en que se instale.

Adicionalmente, la tensión inicial del conductor no debe exceder de 35 por ciento de la resistencia a la ruptura del conductor y final no debe exceder de 25 por ciento; ambos a 15 °C sin carga de viento y hielo.

3) Empalmes, derivaciones y accesorios de remate

a. Los empalmes sujetos a tensión mecánica deben tener igual o mayor resistencia mecánica que la del conductor en que se instale.

b. Las derivaciones no deben debilitar la resistencia mecánica de los conductores en el punto de conexión.

c. Los accesorios de remate y los herrajes de sujeción deben soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas indicadas en la Parte H de este Artículo, multiplicadas por un factor de sobrecarga de 1.65.

b) Cables de guarda de acero galvanizado

1) Flechas y tensiones. La tensión mecánica del cable no debe ser mayor que 50 por ciento de su resistencia a la ruptura, bajo las condiciones de carga mecánica indicadas en la parte H de este Artículo para la zona donde se instale.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 0 °C sin carga de viento ni hielo, no debe exceder los porcentajes de la resistencia a la ruptura del cable, siguientes:

Tabla 922-93(b)(1).- Porcentaje de tensión mecánica máxima del cable de acero a 0 °C sin carga de viento o hielo

Tensión	Alta resistencia mecánica	Extra-alta resistencia mecánica
Inicial sin carga	25	20
Final sin carga	25	20

2) Empalmes y accesorios de remate. Debe aplicarse lo indicado en las Secciones 922-93(a)(3)(a) y 922-93(a)(3)(c) anteriores.

c) Mensajeros. Los mensajeros deben ser cableados y su tensión mecánica máxima no debe ser mayor que el 60 por ciento de su resistencia a la ruptura, bajo las cargas mecánicas indicadas en la Parte H de este Artículo, para la zona de que se trate.

d) Alfileres, amarres y herrajes. Los alfileres, amarres y herrajes deben resistir las cargas longitudinales indicadas en 922-86, con los factores de sobrecarga establecidos y además no deben sufrir deformación permanente.

e) Crucetas. Deben resistir las cargas descritas en 922-86, con los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 922-93. Además, deben cumplir con los requisitos siguientes:

1) Resistencia vertical. Deben resistir una carga adicional de 100 kilogramos aplicada en su extremo más alejado. Para lograr esta disposición se puede hacer uso de tirantes u otros miembros auxiliares. Si las crucetas forman parte integral de las estructuras metálicas, deben aplicarse los factores de sobrecarga correspondientes a éstas.

2) Resistencia longitudinal. Deben resistir una tensión del conductor más alejado del centro del soporte (mínimo a 250 kilogramos), con temperatura mínima y claros máximos a 70.00 metros para tensiones hasta de 35 kilovolts Para tensiones mayores a 35 kilovolts, deben resistir la carga longitudinal por ruptura de cables descrita en 922-86(d), con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 922-93, aplicados a la tensión mecánica máxima de los cables.

3) Crucetas dobles. Deben usarse en estructuras para cruzamientos sobre ferrocarriles, cuando se usen aisladores tipo alfiler.

f) Postes y estructuras. Deben resistir las cargas especificadas en 922-86, con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 922-93 y cumplir con los requisitos siguientes:

1) Postes de madera. Deben ser aprobados para el uso asignado.

2) Postes y estructuras de acero. El espesor de acero debe ser de 4.0 milímetros mínimo. Cuando la aleación del acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión, se debe proteger con una capa exterior de pintura o metal anticorrosivo.

3) Postes de concreto. Deben ser de concreto reforzado o concreto preesforzado.

g) Retenidas. Los factores de sobrecarga, se indican en la Tabla 922-93.

h) Cimentaciones. Las cargas que se indican en 922-86 multiplicadas por los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 922-93, deben aplicarse a la estructura y las cimentaciones deben soportar las cargas que les transmite la estructura, además verificar la cimentación de acuerdo al tipo de suelo.

i) Pruebas. Las estructuras y sus componentes deben someterse a pruebas para verificar su resistencia mecánica y garantizar su buen funcionamiento.

Tabla 922-93.- Factores de sobrecarga mínimos para cada clase de construcción de líneas

Elemento de estructura	Esfuerzo mecánico	Tensión o tipo estructura	Material	Factor de sobrecarga			
				Ruptura de cables			
				SI	NO	SI	NO
				Clase A		Clase B	
Crucetas	Sobrecarga vertical	(hasta 35 kV)	Madera	2.0		2.0	
		(hasta 35 kV)	Acero	1.5		1.3	
		(Más de 35 kV)	Madera	-		-	
			Acero	1.3		-	
	Sobrecarga transversal	General	Madera	1.0	2.5	-	2.0
			Concreto	1.0	2.0	-	1.7
			Acero	1.2	1.8	-	1.5
		Deflexiones y remates	Madera	1.0	2.0	-	1.7
			Concreto	1.0	1.8	-	1.5
			Acero	1.2	1.8	-	1.5
	Sobrecarga longitudinal	Más de 35	Acero	1.0	1.6	-	-
Postes y torres	Sobrecarga vertical		Madera	2.8	3.0	-	2.0
			Concreto	2.3	2.5	-	1.7
			Acero	1.2	1.3	-	1.1
	Sobrecarga transversal	General	Madera	1.0	2.5	-	2.0
			Concreto	1.0	2.0	-	1.7
			Acero	1.2	1.8	-	1.5
		Deflexiones y remates	Madera	1.0	2.0	-	1.7
			Concreto	1.0	1.8	-	1.5
			Acero	1.2	1.8	-	1.5
	Sobrecarga longitudinal	General	Madera	1.0	-	-	-
			Concreto	1.0	-	-	-
			Acero	1.2	-	-	-
		Deflexiones y remates	Madera	1.0	2.0	-	1.7
			Concreto	1.0	1.8	-	1.5
			Acero	1.2	1.6	-	-
Retenidas	Carga transversal	Suspensión		2.5		2.0	
		Deflexiones y remates		1.5		1.2	

Los factores para madera y concreto están basados en la resistencia a la ruptura y para el acero en su límite de fluencia.

922-94. Clase de construcción requerida para líneas aéreas. Debe ser la indicada en la Tabla 922-94 de acuerdo a la tensión la línea y a los lugares por donde pase o cruce. Ver tabla 922-93 para la definición de las Clases A y B.

Tabla 922-94.- Clase de construcción requerida para líneas aéreas

Superficie o líneas en los niveles inferiores	Líneas aéreas sobre terrenos o en los niveles superiores			
	Hasta 15 kV	Más de 15 kV hasta 35 kV		Más de 35 kV
	Zona urbana o rural	Zona urbana	Zona rural	Zona urbana o rural
Cruce sobre terrenos con				
Calles, carreteras, caminos y campo abierto	B	B	B	A
Carreteras principales, autopistas, vías férreas y aguas navegables	B	A	B	A
Cruce con líneas en niveles inferiores				

Líneas de comunicación	A	A	A	A
Líneas eléctricas				
Hasta 15kV	B	A	A	A
Más de15 kV hasta 35 kV	-	A	A	A
Más de 35 kV	-	-	-	A

1. Las tensiones son entre fases.

2. En cruzamientos de líneas, la construcción de la línea superior debe ser igual o mayor que la de la línea inferior.

J. Retenidas

922-101. Generalidades.

a) En postes de madera y de concreto se debe considerar que las retenidas llevan la resultante de la carga total en la dirección en que actúen.

b) En líneas que crucen sobre vías férreas, las estructuras adyacentes deben resistir las cargas transversal y longitudinal señaladas en la parte H de este Artículo, con el factor de sobrecarga que corresponda a la clase "A" de construcción. Para cumplir este requisito se pueden utilizar retenidas transversales y longitudinales opuestas a la vía.

c) Para mantener los cables en la posición correcta y/o proteger el poste se requiere instalar herrajes aprobados para este fin.

d) El cable de acero, herrajes y aisladores deben tener una resistencia mecánica igual o mayor que el cable de la retenida.

e) En lugares expuestos al tránsito de vehículos y peatones, el extremo anclado de todas las retenidas fijadas al piso, debe tener un resguardo visible y resistente al impacto de 2.00 metros de longitud.

922-102. Aisladores para retenidas (en líneas de distribución)

a) Resistencia mecánica. Los aisladores para retenidas deben tener resistencia mecánica a la compresión igual o mayor que el cable de la retenida.

b) Tensión de flameo. La tensión de flameo en seco de los aisladores debe ser como mínimo el doble de la tensión entre fases de la línea y la de flameo en húmedo, como mínimo igual que la tensión nominal.

c) Uso de aisladores en retenidas

1) Los aisladores deben instalarse a una altura menor que 2.50 metros del nivel del piso.

2) Cuando una retenida no esté efectivamente conectada a tierra y pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 volts, debe instalarse aislamiento en ambos lados de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede aislado. Véase 922-9(c), referente a puesta a tierra de retenidas.

3) Para retenidas instaladas en líneas suministradoras abiertas de 0 a 300 volts debe instalarse un aislador aprobado, o bien conectarse a tierra como se establece en 921-21(b).

922-105. Puesta a tierra.

Para disposiciones de puesta a tierra, véase el Artículo 921.

ARTICULO 923

LINEAS SUBTERRANEAS

A. Instalación y aplicación de cables subterráneos en la vía pública

923-1. Objetivo y Campo de aplicación. Este Artículo contiene requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones subterráneas para redes eléctricas de comunicación y sus equipos asociados, para salvaguardar a las instalaciones y a las personas durante la instalación, operación y mantenimiento, conservando o mejorando el entorno ecológico del lugar donde se lleven a cabo.

Esta Parte A aplica a instalaciones subterráneas en la vía pública, las cuales deben estar en conformidad con las normas de la empresa suministradora y con las disposiciones establecidas en los siguientes párrafos.

923-2. Definiciones

Banco de ductos: Conjunto formado por dos o más ductos.

Bóveda: Recinto subterráneo de amplias dimensiones, accesible desde el exterior, donde el personal puede ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento de cables, accesorios y equipos.

Obra civil para instalaciones subterráneas: Es la combinación de ducto, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones que forman la obra civil para instalaciones subterráneas.

Ducto: Canal cerrado (o tubo) que se utiliza para alojar uno o varios cables.

Empalme: Unión destinada a asegurar la continuidad eléctrica entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

Equipo subterráneo: El diseñado y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y el cual debe ser capaz de soportar las condiciones de operación.

Equipo sumergible: Aquel equipo hermético que por características de diseño puede estar inmerso en cualquier tipo de agua en forma intermitente.

Equipo tipo pedestal: Aquel que está instalado sobre el nivel del terreno, en una base con cimentación adecuada y que forma parte de un sistema eléctrico subterráneo.

Línea subterránea: Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrados, en ductos o bancos de ductos.

Pozo: Recinto subterráneo accesible desde el exterior al personal para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento de equipos, cables y sus accesorios.

Registro: Recinto subterráneo de dimensiones reducidas donde está instalado equipo, cables y accesorios y el personal puede ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

Terminal de cable: Dispositivo que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

923-3. Cables subterráneos. Los requisitos mínimos que deben satisfacer los cables subterráneos en vía pública son los siguientes:

a) Diseño y construcción. El diseño, construcción y materiales de los cables subterráneos deben estar de acuerdo con la tensión, intensidad de corriente, corriente de cortocircuito, elevación de temperatura y condiciones mecánicas y ambientales a que se sometan durante su instalación y operación.

Cuando los cables estén expuestos a ambientes húmedos y corrosivos es conveniente que sean diseñados y se usen con cubiertas protectoras.

Cuando técnicamente el diseño lo permita, debe evitarse el uso de materiales en las pantallas y cubiertas de los cables que, en contacto directo o como resultado de su combustión, sean dañinos para la salud de los seres vivos.

b) Pantallas sobre el aislamiento. Los cables que operen a una tensión de 5 kilovolts entre fases o mayor, deben tener una pantalla semiconductora en contacto con el aislamiento y una pantalla metálica no magnética en contacto con dicha pantalla semiconductora.

El material de la pantalla metálica debe ser resistente a la corrosión o bien estar adecuadamente protegido.

Excepción: Tramos cortos usados como barra de amarre que no hagan contacto con superficies o materiales puestos a tierra.

c) Conexión de puesta a tierra de las pantallas metálicas. Las pantallas o cubiertas metálicas de los cables deben estar puestas a tierra. Las pantallas metálicas pueden ser seccionadas siempre y cuando cada sección sea puesta a tierra.

Excepción: Puede omitirse esta conexión de puesta a tierra sólo cuando así lo requiera la operación de los cables y siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas con las mismas partes metálicas o que queden fuera de su alcance.

Las conexiones de las pantallas metálicas hacia los cables para su puesta a tierra deben asegurar un buen contacto, evitando que se aflojen o se suelten. Estas pueden hacerse por medio de conectores del mismo metal u otro material adecuado para el propósito y las condiciones de uso, o por medio de soldadura, cuidando que ésta y los fundentes aplicados sean los adecuados.

Los conectores para unir las pantallas metálicas de cables en empalmes y terminales deben ser los adecuados para asegurar un buen contacto mecánico y eléctrico, usando el tamaño y material conveniente a fin de evitar pérdidas de energía por calentamientos. Estos conectores pueden ser del tipo para soldar o a presión. En el caso de conductores de tamaño 8.37 mm^2 (8 AWG) y menores, la conexión puede hacerse trenzando adecuadamente los conductores o mediante un conector de tornillo adecuado.

d) Tensiones inducidas en la pantalla metálica. Se recomienda que las tensiones inducidas en condiciones normales de operación no sean mayores de 55 volts.

e) Instalación de cables en canalizaciones subterráneas

1) Todos los cables deben instalarse en ductos.

Excepción: Esto no es aplicable al conductor de puesta a tierra, el cual puede instalarse directamente enterrado.

2) Debe evitarse que los cables sean doblados con radios menores al mínimo señalado por el fabricante (en ningún caso este radio debe ser menor que 12 veces el diámetro externo del cable) durante su manejo, instalación y operación.

3) Las tensiones de jalado y las presiones sobre las paredes que se presenten durante la instalación de los cables, no deben alcanzar valores que puedan dañar a los mismos. Deben limitarse a los valores recomendados por el fabricante.

4) Los ductos deben limpiarse previamente a la instalación de los cables.

5) Cuando se use lubricante durante el jalado de los cables, éste no debe afectar a los cables ni a los ductos.

6) En instalaciones verticales o con pendientes, los cables deben soportarse adecuadamente para evitar deslizamientos y deformaciones debido a su masa.

7) Los cables eléctricos y de comunicación no deben instalarse dentro del mismo conducto.

8) Cuando en un banco se instale más de un circuito debe analizarse la ampacidad, con el objeto de reducir las pérdidas de energía por agrupamiento de conductores.

f) Instalación de cables en registros, pozos y bóvedas

1) Soportes

a. Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas deben quedar fácilmente accesibles y soportados de forma que no sufran daño debido a su propia masa, curvaturas o movimientos durante su operación.

b. Los soportes de los cables deben estar diseñados para resistir la masa de los propios cables y de cargas dinámicas; mantenerlos separados en claros específicos y ser adecuados al medio ambiente.

c. Los cables deben quedar soportados cuando menos 10 centímetros arriba del piso, o estar adecuadamente protegidos.

Excepción: Este requisito no se aplica a conductores neutros y de puesta a tierra.

d. La instalación debe permitir el movimiento del cable sin que haya concentración de esfuerzos destructivos.

2) Separación entre cables eléctricos y de comunicación

a. Los pozos de visita deben reunir los requisitos siguientes respecto a las dimensiones. Debe mantenerse un espacio de trabajo limpio, suficiente para desempeñar las labores. Las dimensiones del área de trabajo horizontales deben ser como mínimo de 0.90 metros y las verticales deben ser como mínimo de 1.80 metros.

b. Se recomienda no instalar cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro, pozo o bóveda.

c. Cuando no sea posible cumplir con el punto anterior, se pueden instalar en un mismo registro, pozo o bóveda, cables eléctricos y de comunicación, siempre que se cumpla con los siguientes requisitos:

1. Que exista acuerdo entre las partes involucradas.

2. Que los cables queden soportados en paredes diferentes, evitando cruzamientos.

3. Si no es posible instalarlos en paredes separadas, los cables eléctricos deben ocupar niveles inferiores que los de comunicación.

4. Deben instalarse permitiendo su acceso sin necesidad de mover a los demás.

5. Que la separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación propia del suministrador, dentro del registro, pozo o bóveda, sea la indicada en la Tabla 923-3(f)(1).

Tabla 923-3(f)(1).- Separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación propia del suministrador dentro de un mismo registro, pozo o bóveda

Tensión entre fases kV	Separación metros
Hasta 15	0.15
Más de 15 hasta 50	0.23
Más de 50 hasta 120	0.30
Más de 120	0.60

Excepción 1: Estas separaciones no se aplican a conductores de puesta a tierra.

Excepción 2: Estas separaciones pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas, siempre y cuando se instalen barreras o protecciones adecuadas.

NOTA: Cuando ambos tipos de cables queden colocados en la misma pared del recinto se recomienda que los cables de electricidad ocupen niveles inferiores que los de comunicación.

d. Identificación. Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas, deben estar permanentemente identificados por medio de placas, o algún otro tipo de identificación, como se indican en la Figura 923-3(f)(2).

El material de identificación debe ser resistente a la corrosión y a las condiciones del medio ambiente.

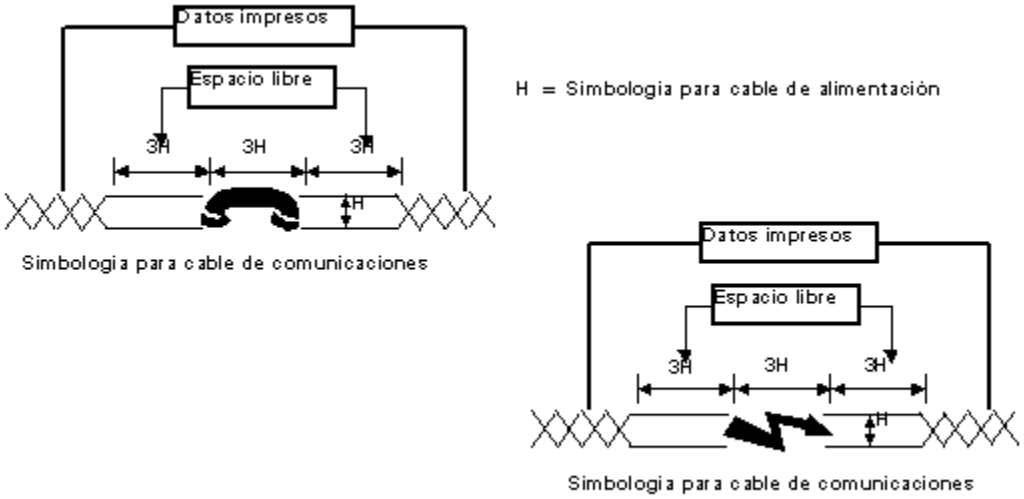


Figura.- 923-3(f)(2)

g) Protección contra fuego. Aunque no es requisito la condición a prueba de fuego, de acuerdo con las prácticas de confiabilidad de servicio normal de las empresas, puede proporcionarse una protección contra fuegos externos.

h) Cables de comunicación conteniendo circuitos especiales de alimentación. A los circuitos especiales que operen en tensiones mayores a 400 volts a tierra y utilizados para alimentar energía solamente a equipos de comunicaciones, pueden considerarse como cable de comunicaciones bajo las condiciones siguientes (los cables deben tener pantallas conductoras o pantallas que deben estar puesta a tierra y cada uno de tales circuitos debe llevarse en un conductor individualmente encerrado con una pantalla puesta a tierra):

(1) Los circuitos en los cables deben ser operados y su mantenidos por persona o personas calificadas.

(2) Las terminales de los circuitos deben ser accesibles sólo a la persona o personas calificadas.

(3) Los circuitos de comunicación sacados de los cables, si no terminan en una estación repetidora u oficina terminal, deben protegerse de manera que en el evento de una falla dentro del cable la tensión en el circuito de comunicación no exceda 400 volts a tierra.

(4) Los aparatos terminales para la alimentación de energía deben ser arreglados para que las partes vivas sean inaccesibles, cuando los circuitos de alimentación estén energizados.

(5) Los cables deben identificarse con placas en cada registro, pozo de visita o bóveda.

i) Puesta a tierra y conexiones

(1) Las pantallas de aislamiento del cable y empalmes deben ser puestos a tierra.

(2) Las cubiertas y pantallas que estén puestas a tierra en los pozos y bóvedas deben ser conectadas a una tierra común.

(3) Los cables de conexión y de puesta a tierra deben ser de material resistente a la corrosión y adecuados al ambiente o bien estar protegidos de éste.

j) Cables submarinos

1) Trayectoria. Los cables submarinos deben ir enterrados en una trinchera de un metro de profundidad, hasta que se alcancen 10.00 metros de profundidad en zonas de arena, o estar protegidos con medias cañas de material resistente a la corrosión y de suficiente resistencia mecánica, en zonas de roca.

2) Empalmes. Los cables submarinos en su tramo marino, al ser instalados, no deben tener empalmes hechos en campo. Sólo se deben instalar con empalmes hechos en fábrica.

3) Protección. La armadura del cable debe diseñarse para soportar adecuadamente los esfuerzos mecánicos a los que está sujeto el cable durante la instalación y operación. La armadura debe estar protegida contra la corrosión para cumplir adecuadamente su función durante la vida útil del cable.

Los cables de reserva deben mantenerse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

923-4. Estructuras de transición de líneas aéreas en vía pública a cables subterráneos o viceversa.

a) Protección. Las estructuras de transición de cables eléctricos deben estar provistas de una protección mecánica que rodee completamente al cable hasta una altura mínima de 2.45 metros sobre el nivel del suelo y cuando menos hasta una profundidad de 30.00 centímetros dentro del mismo suelo.

Cuando la protección conste de un tubo conduit o cubierta metálica, ésta debe ser puesta a tierra de acuerdo con lo establecido en el Artículo 250.

Los cables deben subir verticalmente desde el suelo y sólo con la desviación que sea necesaria para fijarlos en la estructura, sin que se rebase el radio de curvatura permisible de los cables.

b) Instalación. La instalación de las estructuras de transición debe hacerse de tal manera que el agua no permanezca dentro de la protección mecánica de los cables.

Los cables deben estar soportados de forma que se evite su daño o el de las terminales.

Los cables deben instalarse o fijarse de forma que se evite el daño de los mismos en los extremos de la protección mecánica, debido al movimiento relativo entre ésta y el cable.

Las estructuras de transición de cables deben localizarse en el poste o estructura en la posición más segura, teniendo en cuenta el espacio para que suban las personas y el posible riesgo de daño por vehículos.

c) Estructuras de transición en equipos tipo pedestal. Los cables que lleguen a transformadores, interruptores u otros equipos instalados en pedestal, deben colocarse y arreglarse dentro del registro que corresponde a la acometida del equipo, de manera que no se dañen sus cubiertas.

La entrada de los cables a equipos instalados en pedestal debe mantenerse a la profundidad adecuada para su clase de tensión hasta que queden protegidos abajo del pedestal, a menos que se coloque una protección mecánica adecuada.

923-5. Terminales en vía pública.

a) Generalidades. Además de lo indicado en 110-14 debe cumplirse con lo siguiente:

1) Las terminales de los cables deben ser diseñadas para resistir los esfuerzos mecánicos, térmicos ambientales y eléctricos esperados durante su operación.

2) La separación entre partes vivas de una terminal o de diferentes terminales o con respecto a su propia estructura debe ser la adecuada para la tensión de aguante al impulso por rayo (nivel básico de aislamiento al impulso-NBAI), de la terminal. Cuando las terminales se coloquen en postes, la separación entre partes vivas debe estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 922-12(a)(1).

3) Las terminales deben diseñarse para evitar la penetración de humedad hacia el cable.

4) En aquellos lugares donde la separación entre partes con diferente potencial eléctrico se reduzca abajo de la adecuada para la tensión y nivel básico de aislamiento al impulso, deben proporcionarse barreras aislantes o terminales completamente aisladas que reúnan los requisitos equivalentes a las separaciones.

5) Altura. Las partes vivas de las terminales deben cumplir con lo indicado en la Tabla 923-5(a).

Tabla 923-5(a).- Altura mínima de partes vivas de terminales en metros

Lugar de instalación	En líneas con tensión entre conductores	
	Hasta 750 V	De 750 a 22 000 V
Expuesto a tránsito de vehículos.	5.0	5.6
No expuesto a tránsito de vehículos.	3.8	4.4

Observaciones:

1. Para tensiones mayores a 22 kilovolts, las alturas especificadas en la última columna deben incrementarse 1.00 centímetro por cada kilovolts en exceso de 22 kilovolts.

2. Cuando se instalen terminales de baja tensión en paredes, la altura mínima debe ser de 2.90 metros.

6) Conexión a terminales. La conexión de los conductores a terminales debe asegurar un buen contacto sin dañar a los mismos conductores, no deben existir conexiones flojas o sueltas. La conexión puede hacerse con conectores soldados, de presión o con cualquier otro medio que asegure una amplia superficie de contacto. Los conectores deben sellarse para evitar el ingreso de humedad hacia el cable. Los conectores y los conductores deben ser del mismo metal a menos que el accesorio sea adecuado para el propósito y las condiciones de uso.

7) Cuando se utilicen soldaduras fundentes o compuestos, éstos deben ser adecuados para tal uso y no deben dañar a los conductores o al equipo.

b) Soportes. Las terminales de los cables deben instalarse de forma que mantengan su posición de instalación. Cuando sea necesario, los cables deben soportarse de manera que no sufran daños por transferencia de esfuerzos mecánicos hacia las terminales, al equipo o a la estructura.

c) Identificación. Los cables o terminales de las estructuras de transición deben estar permanentemente identificados por medio de placas o algún otro tipo de identificación.

d) Separación en gabinetes o bóvedas.

1) Las terminales deben estar con una separación adecuada entre conductores y a tierra, de acuerdo con el tipo de terminal a utilizar.

2) En las partes vivas expuestas dentro de envolventes, debe mantenerse la separación o usarse barreras aislantes adecuadas para las tensiones y tensión de aguante que se requiera.

3) Para terminales en bóvedas se permiten partes vivas sin aislar siempre que se proporcionen los medios de protección adecuados.

e) Conexión de puesta a tierra. Las partes conductoras de las terminales (excepto las partes vivas), el equipo al que se fijan y las estructuras conductoras que soportan a las terminales, deben ser puestos a tierra. Véase el Artículo 250.

923-6. Empalmes y accesorios para cables en vía pública.

a) Generalidades. Los empalmes y accesorios para cables en vía pública:

1) Deben soportar los esfuerzos mecánicos, térmicos, eléctricos y del medio ambiente a que estén expuestos durante su operación.

NOTA: Los empalmes terminales y accesorios que se usen en líneas subterráneas deben cumplir con las pruebas y requisitos que se indican en las normas de producto correspondientes.

2) Deben ser compatibles al tipo de cable y a las condiciones del medio ambiente, para evitar efectos dañinos en sus componentes.

3) Deben soportar sin dañarse la magnitud y duración de corrientes eléctricas de falla que se presenten durante su operación, instalándose de tal manera que cuando uno falle no afecte a las otras instalaciones.

4) Deben evitar la penetración de humedad dentro de los cables.

5) Deben quedar localizados dentro de los registros, pozos, bóvedas y envolventes.

Excepción: Podrán quedar localizados directamente enterrados para el caso de cables directamente enterrados.

923-7. Equipo subterráneo en vía pública.

a) Generalidades

1) Equipo subterráneo. Se considera como equipo subterráneo el siguiente:

a. Transformadores, interruptores, indicadores de falla, barras conductoras, entre otros, instalados para la operación de las líneas eléctricas subterráneas.

b. Repetidoras, bobinas de carga y otras, instaladas para la operación de las líneas subterráneas de comunicación.

c. Equipo auxiliar, como bombas, salidas para alumbrado o contactos, entre otros, instalados como complemento de las líneas subterráneas eléctricas o de comunicación.

2) Ubicación de equipos eléctricos y de comunicación. Los equipos eléctricos y de comunicación no deben instalarse en un mismo pozo o bóveda. Cuando no sea posible cumplir esta disposición, será necesario un acuerdo entre las partes involucradas.

3) Sujeción de equipos dentro de pozos o bóvedas. Los equipos deben ser colocados dentro de los pozos o bóvedas, en soportes u otros dispositivos que los fijen y resistan su masa y el de las cargas a que estén sometidos, así como los esfuerzos que se presenten durante su operación.

b) Características

1) Los equipos subterráneos deben seleccionarse e instalarse de acuerdo con las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

2) Los equipos, incluyendo dispositivos auxiliares, fusibles y portafusibles deben diseñarse para soportar los efectos de condiciones normales, de emergencia y de falla que se presenten durante su operación.

3) Los equipos subterráneos que se instalen dentro de pozos y bóvedas deben ser del tipo sumergible. Asimismo, aquellos que sean susceptibles de un proceso de corrosión deben tener una protección adecuada para evitar este problema.

4) Cuando se conecten o desconecten partes vivas utilizando herramientas, debe contarse con espacio suficiente a tierra o entre fases, o colocar barreras adecuadas.

5) Los interruptores deben tener indicado en forma visible y permanente:

(1) El diagrama unifilar de su operación;

(2) La posición de sus contactos, y

(3) La dirección de operación de las palancas o mecanismo activador.

NOTA: La palanca o mecanismo de control de los interruptores debe operar en una dirección para abrir y en otra para cerrar con objeto de evitar confusiones.

6) El equipo que pueda ser operado a control remoto o en forma manual, debe tener un medio de bloqueo local que impida su operación, para evitar riesgos al trabajador.

7) Los equipos tipo pedestal deben estar cerrados con llave o provistos con un dispositivo para candado.

8) El acceso a partes vivas con tensiones mayores a 600 volts requiere de una barrera o puerta con llave, para evitar la entrada de personas no calificadas.

9) También se recomienda el uso de señales de advertencia visibles al abrir la primera barrera.

10) Los equipos tipo pedestal deben colocarse sobre una base de concreto.

11) Las cajas, cámaras u otros dispositivos de los equipos que contengan fusibles, interruptores u otras partes susceptibles de producir gases, deben estar construidas en tal forma que resistan las presiones interiores que se produzcan para no causar daños a personas u otros equipos próximos.

c) Localización. Los equipos y sus estructuras no deben obstruir el acceso o salida del personal en los pozos o bóvedas.

Los equipos de pozos o bóvedas no deben instalarse a distancias menores a 20 centímetros de la parte de atrás de escaleras fijas y no deben interferir con su uso.

Los equipos deben acomodarse en los pozos o bóvedas de tal forma que permitan la instalación, operación y mantenimiento de todas las partes de sus estructuras.

Los interruptores de operación manual o eléctrica deben accionarse en forma segura, esto puede realizarse con dispositivos auxiliares portátiles que se fijen temporalmente.

Los equipos no deben interferir con estructuras de drenaje.

Los equipos no deben obstaculizar la ventilación de estructuras o envolventes.

d) Instalación. Todos los equipos deben contar con dispositivos de suspensión adecuados a su masa, para facilitar su instalación y montaje.

Las partes vivas deben quedar instaladas, aisladas o protegidas, que se evite el contacto accidental de personas o del agua con el equipo.

Los dispositivos de operación, inspección y pruebas deben estar visibles y fácilmente accesibles cuando el equipo se encuentre instalado en su posición definitiva y sin tener que remover ninguna conexión permanente.

Las partes vivas deben aislarse o protegerse de la exposición a líquidos conductores u otros materiales que puedan presentarse en la estructura que contiene el equipo.

Cuando los controles de los equipos sean accesibles a personal no calificado, deben asegurarse con pernos, candados o sellos.

e) Conexión de puesta a tierra. Los tanques, envolventes y cubiertas metálicas de los equipos deben ser puestos a tierra como se indica en el Artículo 250.

f) Identificación. Los equipos instalados en pozos o bóvedas deben contar con placas o algún otro medio que los identifique permanentemente para su correcta instalación y operación.

923-8. Instalación en túneles.

a) Generalidades. Las instalaciones en túneles de cables y equipos eléctricos y de comunicación, deben cumplir con los requisitos aplicables de la Parte D del Artículo 110.

b) Protección a las personas. Cuando el túnel sea accesible al público o cuando se requiera que entre personal para instalar, operar y mantener los cables y el equipo, el diseño del túnel debe incluir medios de protección a las personas y, donde sea necesario, barreras, detectores, alarmas, ventilación, bombas y dispositivos de seguridad adecuados. Los medios de protección que deben considerarse son los siguientes:

1) Contra atmósferas venenosas o asfixiantes.

2) Contra fuego, explosión, altas temperaturas y fallas de tuberías de presión.

3) Contra tensiones eléctricas inducidas.

4) Contra posible inundación del túnel.

5) Medios seguros de salida rápida del túnel, cuando menos en dos direcciones.

6) Espacios libres de trabajo, con una dimensión mínima horizontal de 90 centímetros y vertical de 1.80 metros, dejando una distancia mínima libre de 60 centímetros con respecto al paso de vehículos o máquinas en movimiento.

7) Banquetas libres de obstáculos para el tránsito de trabajadores dentro del túnel.

8) Equipos de protección para prevenir a los trabajadores de riesgos debidos a la operación de vehículos u otras maquinarias en los túneles.

9) Banquetas sin obstrucciones para los trabajadores dentro del túnel.

c) Protección a las instalaciones. En túneles que contengan instalaciones eléctricas y de comunicación deben considerarse medidas de protección contra el medio desfavorable en que se encuentren. Estas medidas pueden ser:

1) Contra el efecto de la humedad o la temperatura.

2) Contra el efecto de líquidos y gases.

3) Contra el efecto de la corrosión.

923-9. Puesta a tierra.

Para disposiciones para puesta a tierra, véase el Artículo 921

B. Obra civil

923-10. Trayectoria.

a) Generalidades

1) La obra civil para instalaciones subterráneas debe seguir, en lo posible, una trayectoria recta entre sus extremos; cuando sea necesario puede seguir una trayectoria curva, siempre que el radio de curvatura sea lo suficientemente grande para evitar el daño de los cables durante su instalación.

NOTA: Se recomienda que el cambio máximo de dirección en un tramo recto de un banco de ductos aplicando el doblez natural de éstos, no sea mayor que cinco grados.

2) Si la trayectoria de las instalaciones subterráneas sigue una ruta paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas ajenas, no debe localizarse directamente arriba o abajo de dichas canalizaciones o estructuras; cuando esto no sea posible, debe cumplirse con la separación indicada en la Tabla 923-12(b).

3) En cada caso debe formarse un Comité con un representante por cada institución que haga uso del suelo para instalaciones subterráneas con la finalidad de optimizar el uso del mismo, reglamentando la ubicación de las instalaciones subterráneas en la vía pública, atendiendo en lo aplicable lo indicado por esta NOM. Véase la Figura 923-10(a)(3).

b) Riesgos naturales del terreno. Debe evitarse en lo posible que la trayectoria de las canalizaciones subterráneas atraviese terrenos inestables (pantanosos, lodosos, entre otros) o altamente corrosivos. Si es necesario construir a través de estos terrenos, debe hacerse de tal manera que se evite o reduzca al mínimo el movimiento o la corrosión.

c) Autopistas y calles

1) Calles. Cuando los bancos de ductos deban enterrarse a lo largo de calles en donde no existan banquetas, debe utilizarse como trayectoria la guarnición, en su defecto utilizar el límite de predio.

2) Autopistas. Cuando los bancos deban enterrarse a lo largo de autopistas, éstos deben ubicarse dentro del derecho de vía a 1.00 metro fuera del acotamiento, como se indica en la Figura 923-10(c).

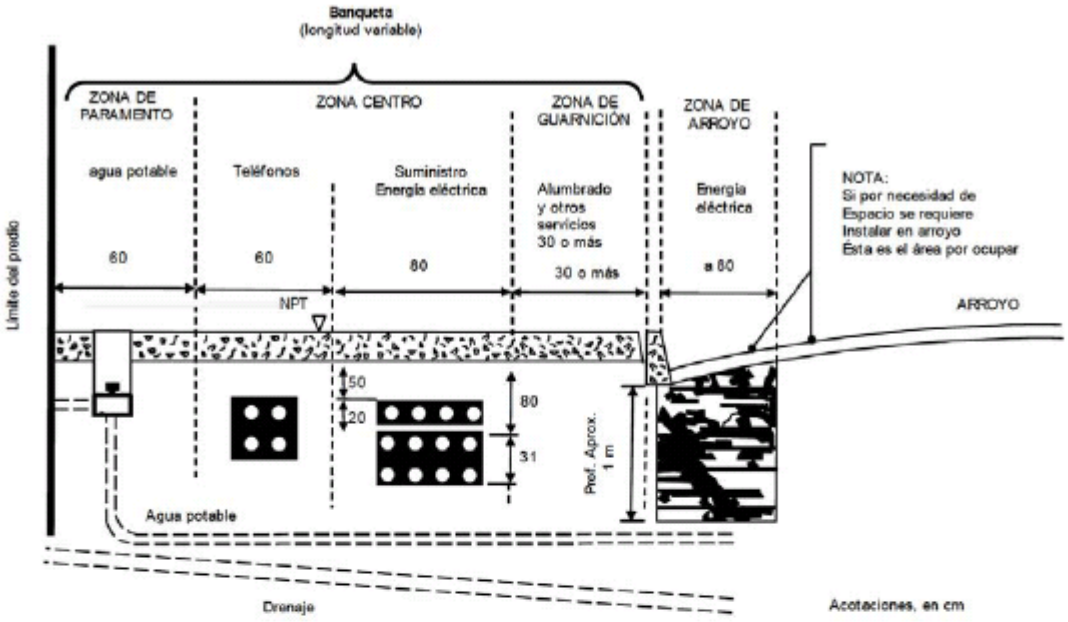


Figura 923-10(a)(3).- Zonificación recomendada de instalaciones en banqueta

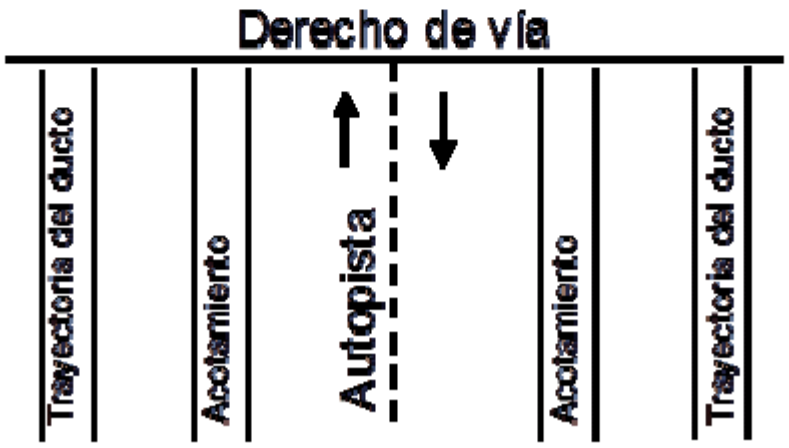


Figura 923-10(c).- Banco de ductos a lo largo de autopistas

d) Túneles y puentes. La localización de la obra civil para instalaciones subterráneas en túneles y puentes debe hacerse previendo que el tráfico la dañe lo menos posible. Asimismo, deben tenerse accesos seguros para la inspección y mantenimiento tanto de las estructuras como de la obra civil.

e) Cruzamientos de vías de ferrocarril. En los cruzamientos de vías de ferrocarril ubicados en calles pavimentadas, la profundidad mínima de la obra civil de instalaciones subterráneas debe ser de 90 centímetros; cuando la vía del ferrocarril esté localizada en calles o caminos no pavimentados, la profundidad mínima debe ser de 1.30 metros.

En caso de requerirse registros, pozos de visita o bóvedas, éstos deben localizarse en el derecho de vía.

Cuando existan condiciones especiales o si el proyecto propuesto interfiere con instalaciones existentes, las partes involucradas deben acordar los requerimientos a cumplir.

NOTA: Cuando no sea posible cumplir con las profundidades marcadas en este punto, éstas se pueden reducir previo acuerdo entre las partes involucradas, pero en ningún caso los bancos de ductos o alguna protección de éstos debe estar expuesta a la carpeta de agregados donde se hacen trabajos de mantenimiento y limpieza.

f) Cruzamientos submarinos. Los cruzamientos submarinos deben ser instalados siguiendo una trayectoria tal, que estén protegidos de la erosión ocasionada por la acción de las olas o las corrientes submarinas. Su trayectoria no debe atravesar zonas de anclaje de embarcaciones. Cuando esto no pueda evitarse, su trayectoria debe señalarse mediante boyas que formen un canal dentro del cual estarán los cables que integran el cruzamiento submarino.

g) Cimentaciones. Las canalizaciones subterráneas no deben instalarse directamente abajo de cimentaciones de edificios o de tanques de almacenamiento. Cuando esto no sea posible, la estructura del banco de ductos debe diseñarse para prevenir la aplicación de cargas perjudiciales sobre los cables.

923-11. Profundidad. La Tabla 923-11 indica la profundidad mínima a la que deben instalarse los ductos o bancos de ductos, siempre que se cumplan los requisitos que se indican en 923-14(a)(3). Esta profundidad debe considerarse con respecto a la parte superior de los ductos o su recubrimiento.

Tabla 923-11.- Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos.	0.30
En lugares transitados por vehículos.	0.50
Bajo carreteras.	1.00
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles pavimentadas.	0.90
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles o caminos no pavimentados.	1.30

1. Cuando se instalen cables para diferentes tensiones en una misma trinchera, los cables de mayor tensión deben estar a mayor profundidad.

2. Los cables submarinos deben enterrarse en una trinchera de 1.00 metro de profundidad hasta alcanzar 10.00 metros de profundidad en zonas de arena. En zonas de roca debe protegerse con medias cañas de fierro; en partes más profundas deben ir depositadas en el lecho marino.

3. Cuando no sea posible cumplir con estas profundidades, éstas pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas.

923-12. Separación de otras instalaciones subterráneas.

a) Generalidades. La separación entre el sistema de canalizaciones subterráneas y otras estructuras subterráneas ubicadas en forma paralela debe tener el ancho necesario para permitir el mantenimiento de los sistemas sin dañar las estructuras paralelas. Un banco de ductos que cruce sobre otra estructura debe tener una separación suficiente que evite el daño de ésta, estas separaciones deben ser determinadas por las partes involucradas.

NOTA: Cuando un banco de ductos cruce un pozo, una bóveda o por el techo de túneles de tránsito vehicular, éstos pueden estar soportados directamente en el techo, si las partes involucradas están de acuerdo.

b) Separaciones mínimas. La separación mínima entre ductos o bancos de ductos, y entre ellos y otras estructuras se indica en la Tabla 923-12(b).

Tabla 923-12(b).- Separación mínima entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas

Medio separador	Separación mínima metros
Tierra compactada	0.30

Tabique	0.10
Concreto	0.05

Previo acuerdo entre las partes involucradas, pueden reducirse estas separaciones.

c) Separación de instalaciones de drenaje, tuberías de agua, vapor o combustible. Los ductos o bancos de ductos de líneas eléctricas y de comunicación, no deben quedar en contacto con ninguna de estas instalaciones; su separación debe ser tan grande como sea posible, a fin de permitir trabajos de reparación o mantenimiento. En el caso de cruzamientos sobre dichas instalaciones, deben colocarse en ambos lados soportes adecuados para evitar que el peso de los ductos pueda dañar a las instalaciones. La separación mínima entre ductos o bancos de ductos de líneas eléctricas y de comunicación con instalaciones de combustible debe ser 1.00 metro.

d) Terrenos rocosos. Cuando el terreno sea rocoso y no permita respetar la profundidad mínima, el banco de ductos debe hacerse de concreto con la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos a que se encuentran sometidos. El banco de ductos puede colocarse inmediatamente bajo del piso terminado.

923-13. Excavación y material de relleno.

a) Trincheras. El fondo de las trincheras debe estar limpio, relativamente plano y compactado a 90 por ciento para banquetas y a 95 por ciento para calles. Cuando la excavación se haga en terreno rocoso, el ducto o banco de ductos debe colocarse sobre una capa protectora de material de relleno limpio y compactado.

b) Material de relleno. El relleno debe estar libre de materiales que puedan dañar a los ductos o bancos de ductos y compactado a 90 por ciento.

923-14. Ductos y sus acoplamientos.

a) Generalidades

1) El material de los ductos debe ser resistente a esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio donde quede instalado.

2) El material y la construcción de los ductos debe seleccionarse y diseñarse en forma que la falla de un cable en un conducto no se extienda a los cables de ductos adyacentes.

3) Los ductos o bancos de ductos deben estar diseñados y construidos para soportar las cargas exteriores a que pueden quedar sujetos, de acuerdo con los criterios que se establecen en 923-16, excepto que la carga de impacto puede ser reducida un tercio por cada 30 centímetros de profundidad, de forma que no necesita considerarse carga de impacto cuando la profundidad es de 90 centímetros o mayor.

4) El acabado interior de los ductos debe estar libre de asperezas o filos que puedan dañar los cables.

5) El área de la sección transversal de los ductos debe ser tal que, de acuerdo con su longitud y curvatura, permita instalar los cables sin causarles daño.

b) Instalación

1) En media tensión debe usarse un ducto no metálico por cable y en baja tensión un ducto por circuito.

Excepción: Se permite utilizar hasta tres conductores en una canalización en transiciones aéreo-subterráneas.

2) Los ductos incluyendo sus extremos y dobleces deben quedar fijos por el material de relleno, envolvente de concreto, anclas u otros medios, en tal forma que se mantengan en su posición original bajo los esfuerzos impuestos durante la instalación de los cables u otras condiciones.

3) Los tramos de ductos deben quedar unidos de forma que no queden escalones entre uno y otro tramo. No deben usarse materiales que puedan penetrar al interior de los ductos, formando protuberancias al solidificarse y que puedan causar daño a los cables.

4) Cuando se tengan condiciones tales que se requiera usar tubos con revestimiento exterior, el revestimiento de éstos debe ser resistente a la corrosión y debe ser inspeccionado y probado, verificando que el revestimiento sea continuo y esté intacto antes de rellenar; debe tenerse la precaución de no dañar el revestimiento al hacer el rellenado y compactado.

5) Cuando se tengan bancos de ductos instalados en puentes metálicos, el banco de ductos debe tener la capacidad de permitir la expansión y contracción de la estructura del puente. Los bancos de ductos que pasen a través de los estribos del puente deben instalarse de forma que se evite o resista cualquier hundimiento debido a un asentamiento del suelo.

6) Los ductos a la entrada de registros, pozos, bóvedas y otros recintos, deben quedar en terreno perfectamente compactado o quedar soportados adecuadamente para evitar esfuerzos cortantes en los mismos.

7) El extremo de los ductos dentro de los registros, pozos, bóvedas y otros recintos, debe tener los bordes redondeados y lisos para evitar daño a los cables.

8) Se recomienda que los ductos se instalen con una pendiente de 0.25 por ciento como mínimo, para facilitar el drenado.

9) Para evitar la posibilidad de que por los ductos entren líquidos, gases o animales, se recomienda utilizar sellos que impidan su paso. Esta medida puede complementarse con la instalación de dispositivos de ventilación y drenaje.

923-15. Registros, pozos y bóvedas.

a) Localización. La localización de los registros, pozos y bóvedas debe ser tal que su acceso desde el exterior quede libre y sin interferir con otras instalaciones. Debe evitarse, en lo posible, que en carreteras queden localizados en la carpeta asfáltica y en vías de ferrocarril en el terraplén.

b) Protección. Cuando los registros, pozos y bóvedas estén con el acceso abierto, deben colocarse medios adecuados de protección y advertencia para evitar accidentes.

c) Desagüe. En los registros, pozos y bóvedas, cuando sea necesario, debe instalarse un medio adecuado de desagüe. No debe existir comunicación con el sistema de drenaje.

d) Ventilación. Cuando los pozos, bóvedas y túneles tengan comunicación con galerías o áreas cerradas transitadas por personas, deben tener un sistema adecuado de ventilación hacia el exterior.

e) Detección de gases. Cuando se requiera entrar en algún pozo o bóveda, debe ventilarse previamente, si se sospecha que existen en el ambiente gases explosivos o tóxicos, debe determinarse y comprobarse mediante equipo adecuado si el ambiente es tolerable por el ser humano.

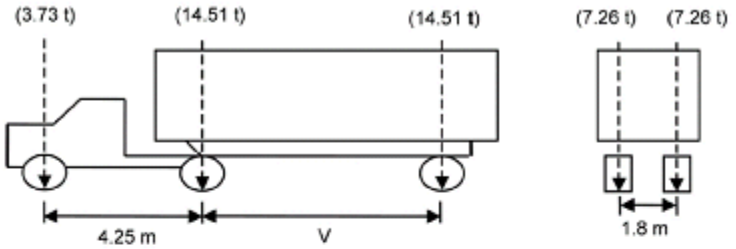
f) Obstrucción de accesos. Los accesos a registros, pozos o bóvedas no deben ser obstruidos por construcciones, estructuras, instalaciones provisionales, equipos semifijos o cualquier otra instalación.

923-16. Resistencia mecánica. Los registros, pozos y bóvedas deben estar diseñados y construidos para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que puedan actuar sobre su estructura.

Las cargas estáticas incluyen el peso propio de la estructura, el del equipo, el del agua sobre la cubierta interior, el del hielo y otras cargas que tengan influencia sobre la misma estructura.

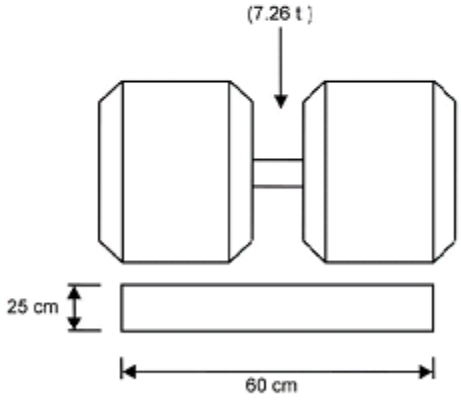
Las cargas dinámicas incluyen principalmente el peso de vehículos en movimiento y cargas por impacto que actúen sobre la estructura.

a) En las zonas de tránsito de vehículos debe tenerse en cuenta, para el cálculo, el vehículo más pesado que pueda transitar por el lugar y debe considerarse que su masa se reparte en cuatro ruedas, pero que sólo una de ellas transmite su carga a la cubierta y a la estructura del registro, pozo o bóveda, en un área vertical de 25 x 60 centímetros; excepto el caso en que, por las dimensiones del recinto, la estructura y su cubierta deban soportar la carga transmitida por dos ruedas separadas 2.00 metros en línea transversal al eje del vehículo.



Cuerpo del vehículo

V = Dimensión que varía entre 4.25 y 9.00 metros La dimensión a usar debe ser aquella que dé por resultado (La carga lateral y vertical que produzca los máximos momentos flexionantes en la estructura)
t=toneladas



Área de carga de una rueda

Figura 923-16.- Características del vehículo para determinar la carga dinámica

a) Masa y dimensiones de un vehículo

b) Area de carga de una rueda

Como referencia, la carga dinámica que puede considerarse para el cálculo anterior, corresponde a un vehículo cuya masa y dimensiones se indican en (a).

b) En zonas que no tienen tránsito de vehículos debe considerarse una carga dinámica mínima de 15 000 N/m^2 (15 kilopascales).

c) Las cargas dinámicas deben incrementarse en 30 por ciento por impacto.

d) Cuando en los registros, pozos y bóvedas se coloquen anclas para el jalado de los cables, éstas deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas, con un factor de seguridad mínimo de 2.

923-17. Dimensiones. Las paredes interiores de los registros deben dejar un espacio libre cuando menos igual que el que deja su tapa de acceso, y su altura debe ser tal que permita a una persona trabajar desde el exterior o parcialmente introducida en ellos.

En los pozos y bóvedas, además del espacio ocupado por cables y equipo, debe dejarse espacio libre suficiente para trabajar. La dimensión horizontal de este espacio debe ser cuando menos de 0.90 metros y la vertical de 1.80 metros.

En el caso de líneas de comunicación, las dimensiones mínimas de dicho espacio deben ser: la horizontal de 0.80 metros y la vertical de 1.20 metros.

923-18. Acceso a pozos y bóvedas.

a) El acceso a los pozos debe tener un espacio libre mínimo de 56 x 65 centímetros si es rectangular, o de 84 centímetros de diámetro si es circular. En el caso de líneas de comunicación dicho espacio debe ser de 40

x 50 centímetros si es rectangular. El acceso debe estar libre de protuberancias que puedan lesionar al personal o que impidan una rápida salida.

b) El acceso a pozos y bóvedas no debe ser localizado directamente sobre los cables o equipo. Cuando el acceso interfiera con algún obstáculo, puede quedar localizado sobre los cables, si se cumple con alguna de las siguientes medidas:

(1) una señal de advertencia adecuada;

(2) una barrera de protección sobre los cables; o

(3) una escalera fija.

c) En bóvedas puede tenerse otro tipo de aberturas localizadas sobre el equipo, para facilitar su operación desde el exterior.

923-19. Tapas. Las tapas de los registros, pozos y bóvedas deben ser de masa y diseño para que asienten y cubran los accesos, así como para evitar que puedan ser fácilmente removidas sin herramientas. Cuando las tapas de bóvedas y pozos para acceso del personal sean ligeras, deben estar provistas de aditamentos para la colocación de candados.

Las tapas deben ser de un diseño tal que no puedan caer accidentalmente dentro de los registros, pozos o bóvedas. No deben tener protuberancias dentro de los pozos de visita suficientemente grandes para tener contacto con los cables o equipos.

Las tapas y sus soportes deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas que se mencionan en 923-16.

Las tapas deben ser de un material o contar con un recubrimiento adecuado a las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

Las tapas deben ser antiderrapantes y tener una identificación visible desde el exterior que indique el tipo de instalación o la empresa a la que pertenecen.

En el caso de transformadores instalados en bóvedas, las tapas deben contar con una rejilla apropiada para permitir la ventilación. La separación del enrejado no debe permitir el paso de objetos que puedan dañar a los cables o equipos.

923-20. Puertas de acceso a túneles y bóvedas.

a) Las puertas de acceso deben localizarse de forma que se provea un acceso seguro.

b) Las puertas de acceso del personal a las bóvedas no deben localizarse o abrir directamente sobre el equipo o cables. Las aperturas de otros tipos (no para acceso del personal) en las bóvedas, pueden ubicarse sobre el equipo para facilitar el trabajo, reemplazo o instalación del mismo.

c) Cuando las puertas de túneles y bóvedas dentro de edificios estén accesibles al público, deben estar cerradas con llave, a menos que persona autorizada impida la entrada al público.

d) Estas puertas deben diseñarse de forma que una persona pueda salir rápidamente, aun cuando la puerta esté cerrada desde el exterior.

923-21. Protección en áreas de trabajo.

a) Tráfico de peatones y vehículos

1. Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, deben colocarse avisos preventivos o barreras normalizadas, o conos fosforescentes, de tal manera que sean perfectamente visibles al tráfico que se acerca al lugar de trabajo; en estos mismos casos, el personal de piso a cargo de estos trabajos debe usar chalecos de color fosforescente y debe poner en funcionamiento los faros giratorios del vehículo. Durante la noche, adicionalmente deben utilizarse señales luminosas o reflejantes. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones de tráfico lo justifiquen, una persona debe dedicarse exclusivamente a advertir al tráfico sobre los riesgos existentes, utilizando banderolas rojas o señales luminosas según sea de día o de noche. Los preventivos mencionados deben estar a una distancia adecuada considerando la topografía y configuración de las vías de circulación en el área de trabajo, así como la velocidad de circulación.

2. Se recomienda que los avisos sean de la siguiente manera:

- En los "avisos de precaución" el fondo de color ámbar con señales y letreros de advertencia color negro.

- En los "avisos de peligro" el fondo de color blanco con señales y letreros de advertencia color rojo.

3. Durante el día, los hoyos, cepas, registros sin tapa u obstrucciones, deben identificarse con señales de peligro, tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche deben usarse señales luminosas o reflejantes. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún hoyo o cepa, debe colocarse una tapa provisional, para evitar accidentes al público.

4. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tráfico lo justifiquen, debe solicitarse el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir al tráfico sobre los riesgos existentes.

b) Trabajadores

1. Cuando por razón de los trabajos se expongan partes energizadas o en movimiento, deben colocarse avisos preventivos y guardas, para advertir a los otros trabajadores en el área.

2. Cuando se trabaje en áreas con secciones múltiples muy semejantes, como es el caso de una sección de una subestación, la sección de trabajo debe marcarse en forma notoria, acordonándola o usando barreras, con avisos preventivos, a fin de evitar contactos accidentales con partes vivas tanto de la propia sección de trabajo como de secciones adyacentes.

c) Conductores

Todo trabajador que encuentre cables o alambres que representen peligro, debe informar de la situación peligrosa a su jefe inmediato, colocando avisos preventivos y debe quedarse a vigilar. De estar facultado y contar con los medios necesarios debe corregir la condición que representa peligro.

ARTICULO 924

SUBESTACIONES

924-1. Objetivo y campo de aplicación. Este Artículo contiene requisitos que se aplican a las subestaciones de usuarios (véase 110-30 y 110-31), y a las instalaciones que forman parte de sistemas instalados en la vía pública.

Estos requisitos se aplican a toda instalación, en el caso de instalaciones provisionales (que pueden requerirse en el proceso de construcción de fábricas o en subestaciones que están siendo reestructuradas o reemplazadas), el cumplimiento de alguno de estos requisitos se pueden lograr por otros medios, siempre que se brinde la debida seguridad.

924-2. Medio de desconexión general. Toda subestación particular debe tener en el punto de enlace entre el suministrador y el usuario un medio de desconexión general, ubicado en un lugar de fácil acceso y en el límite del predio, para las subestaciones siguientes:

a) Compactas

Excepción: En subestaciones compactas con un solo transformador que requieran ampliarse y no cuenten con espacio suficiente, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio medio de protección.

b) Abiertas o pedestal mayores a 500 kilovoltamperes

Abiertas o pedestal, se permite colocar un segundo transformador en el mismo medio de desconexión general, siempre que cada transformador tenga su propio dispositivo de protección contra sobrecorriente.

924-3. Resguardos de locales y espacios. Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben tener restringido y resguardado su acceso; por medio de cercas de malla, muros o bien en locales especiales para evitar la entrada de personas no calificadas. Los resguardos deben tener una altura mínima de 2.10 metros y deben cumplir con lo indicado en la Sección 110-34, espacio de trabajo y protección.

Excepción: En subestaciones tipo pedestal y compactas es suficiente una delimitación de área.

924-4. Condiciones de los locales y espacios. Los locales donde se instalen subestaciones deben cumplir con lo siguiente:

a) Deben estar hechos de materiales resistentes al fuego de al menos una hora.

b) No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no esté relacionada con el funcionamiento y operación del equipo.

Excepción: Se permite colocar en el mismo local la planta generadora de emergencia o respaldo, cumpliendo con el Artículo 445.

c) No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos.

d) Deben tener ventilación adecuada para que el equipo opere a su temperatura y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condición de operación.

La restricción de acceso a las subestaciones tipo abierta y azotea debe cumplir con lo indicado en la sección 110-31.

e) Deben mantenerse secos.

924-5. Instalación de alumbrado. Los niveles de iluminación mínima sobre la superficie de trabajo, para locales o espacios, se muestran en la Tabla 924-5, véase adicionalmente lo indicado en 110-34(d).

Tabla 924-5.- Niveles mínimos de iluminancia requeridos

Tipo de lugar	Iluminancia (lx)
Frente de tableros de control con instrumentos, diversos e interruptores, etc.	270
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "dúplex"	55
Pupitres de distribución o de trabajo	270
Cuarto de baterías	110
Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso)	55
Alumbrado de emergencia, en cualquier área	11
Areas de maniobra	160
Areas de tránsito de personal y vehículos	110
General	22

Excepción 1: No se requiere iluminación permanente en celdas de desconectadores y pequeños espacios similares ocupados por aparatos eléctricos.

Excepción 2: Las subestaciones de usuarios de tipo poste o pedestal quedan excluidas de los requerimientos a que se refiere esta sección y pueden considerarse iluminadas con el alumbrado existente para otras áreas adyacentes.

a) Contactos y unidades de alumbrado. Los contactos para conectar aparatos portátiles deben situarse de manera que, al ser utilizados, no se acerquen en forma peligrosa a cordones flexibles o a partes vivas.

Las unidades de alumbrado deben situarse de manera que puedan ser controladas, repuestas y limpiadas desde lugares de acceso seguro. No deben instalarse usando conductores que cuelguen libremente y que puedan moverse de modo que hagan contacto con partes vivas de equipo eléctrico.

b) Circuito independiente. En subestaciones, el circuito para alumbrado y contactos debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección adecuada contra sobrecorriente independiente de los otros circuitos.

c) Control de alumbrado. Con objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos, barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras.

d) Eficiencia. Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar las luminarias y sus conexiones.

e) Alumbrado de emergencia. Debe colocarse en el local, cuando menos, una lámpara para alumbrado de emergencia en cada puerta de salida del local.

924-6. Pisos, barreras y escaleras.

a) Pisos. En las subestaciones los pisos deben ser planos, firmes y con superficie antiderrapante, se debe evitar que haya obstáculos en los mismos. Los huecos, registros y trincheras deben tener tapas adecuadas.

El piso debe tener una pendiente (se recomienda una mínima de 2.5 por ciento) hacia las coladeras del drenaje.

b) Barreras. Todos los huecos en el piso que no tengan tapas o cubiertas adecuadas y las plataformas de más de 50 centímetros de altura, deben estar provistos de barreras, de 1.20 metros de altura, como mínimo. En lugares donde se interrumpa una barrera junto a un espacio de trabajo, para dar acceso a una escalera, debe colocarse otro tipo de barrera (reja, cadena).

c) Escaleras. Las escaleras que tengan cuatro o más escalones deben tener pasamanos. Las escaleras con menos de cuatro escalones deben distinguirse convenientemente del área adyacente, con pintura de color diferente u otro medio. No deben usarse escaleras tipo "marino", excepto en bóvedas.

924-7. Accesos y salidas. Los locales y cada espacio de trabajo deben tener un acceso y salida libre de obstáculos.

Si la forma del local, la disposición y características del equipo en caso de un accidente pueden obstruir o hacer inaccesible la salida, el área debe estar iluminada y debe proporcionar un segundo acceso y salida, indicando una ruta de evacuación.

La puerta de acceso y salida de un local debe abrir hacia afuera y estar provista de un seguro que permita su apertura, desde adentro. En subestaciones interiores, cuando no exista espacio suficiente para que el local cuente con puerta de abatimiento, se permite el uso de puertas corredizas, siempre que éstas tengan claramente marcado su sentido de apertura y se mantengan abiertas mientras haya personas dentro del local.

La puerta debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible, un aviso con la leyenda:

"PELIGRO ALTA TENSION"

924-8. Protección contra incendio. Independientemente de los requisitos y recomendaciones que se fijen en esta sección, debe cumplirse la reglamentación en materia de prevención de incendios.

a) Extintores. Deben colocarse extintores portátiles, tantos como sean necesarios en lugares visibles, de fácil acceso, libres de obstáculos y debidamente señalizados, situando dos, cuando menos, a una distancia que no exceda de 15 metros de la entrada de las subestaciones. En tensiones mayores de 1000 volts no se deben utilizar extintores de polvo químico seco.

Los extintores deben revisarse periódicamente para que estén permanentemente en condiciones de operación y no deben estar sujetos a cambios de temperaturas mayores que los indicados por el fabricante.

En las subestaciones de tipo abierto o pedestal instalados en redes de distribución no se requiere colocar extintores de incendio.

b) Sistemas integrados. En tensiones mayores de 69 kilovolts, se recomienda el uso de sistemas de protección contra incendio tipo fijo que operen automáticamente por medio de detectores de fuego que, al mismo tiempo, accionen alarmas.

c) Contenedores para aceite. En el equipo que contenga aceite, se deben tomar alguna o algunas de las siguientes medidas:

1) Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo, mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje. Para transformadores mayores que 1000 kilovoltamperes, el confinamiento debe ser para una capacidad de 20 por ciento de la capacidad de aceite del equipo y cuando la subestación tiene más de un transformador, una fosa colectora equivalente al 100 por ciento del equipo de mayor capacidad.

2) Construir muros divisorios, de tabique o concreto, entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere a tensiones iguales o mayores a 69 kilovolts.

3) Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras resistentes al fuego al menos una hora, o bien por una distancia suficiente para evitar la proyección de aceite incendiado de un equipo hacia los otros aparatos.

924-9. Localización y accesibilidad.

a) Los tableros deben colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas o partes de maquinaria o equipo en movimiento.

b) No debe haber materiales combustibles en la cercanía.

c) El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales, de acuerdo con lo indicado en 110-34.

d) El equipo de interruptores debe estar dispuesto de forma que los medios de control sean accesibles al operador.

924-10. Dispositivo general de protección contra sobrecorriente. Toda subestación debe tener en el lado primario un dispositivo general de protección contra sobrecorriente para la tensión y corriente del servicio, referentes a la corriente de interrupción y a la capacidad o ajuste de disparo, respectivamente (ver 230-206).

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, véase 240-100.

Excepción: En ampliaciones de subestaciones compactas aplicar la Excepción de 924-2.

924-11. Requisitos generales del sistema de protección del usuario. La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación de un usuario no debe depender del sistema de protección del suministrador.

Las fallas por cortocircuito en la instalación del usuario no deben ocasionar la apertura de las líneas suministradoras, lo cual puede afectar el servicio a otros usuarios, para tal fin el usuario debe consultar con el suministrador con objeto de obtener la coordinación correspondiente.

924-12. Equipo a la intemperie o en lugares húmedos. En instalaciones a la intemperie o en lugares húmedos, el equipo debe estar diseñado y construido para operar satisfactoriamente bajo cualquier condición atmosférica existente.

924-13. Consideraciones ambientales

a) Las subestaciones con tensiones mayores a 69 kilovolts deben considerar la limitación de los esfuerzos sísmicos y dinámicos que soporta el equipo a través de sus conexiones.

b) Los equipos deben ser capaces de soportar los esfuerzos sísmicos que se le trasmiten del suelo a través de sus bases de montaje y que resultan de las componentes de carga vertical y horizontal, más la ampliación debida a la vibración resonante.

c) El proyecto de las subestaciones urbanas con tensiones mayores a 69 kilovolts deben considerar el efecto del impacto ambiental, de manera que sus inconvenientes se reduzcan a un nivel tolerable.

En las subestaciones ubicadas en áreas urbanas se deben tomar medidas tendientes a limitar el ruido audible a 60 dB, medido en el límite del predio en la colindancia a la calle o a predios vecinos.

924-14. Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico. El equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido para reducir al mínimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energía.

a) Equipo de uso continuo. Antes de ser puesto en servicio, debe comprobarse que el equipo eléctrico cumple con los requisitos establecidos en los diferentes Artículos aplicables de esta NOM.

Posteriormente, debe ser mantenido en condiciones adecuadas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo. El equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazado.

b) Equipo de uso eventual. Se recomienda que el equipo o las instalaciones que se usen eventualmente, sean revisados y probados antes de usarse en cada ocasión.

Los equipos deben soportarse y fijarse de manera consistente a las condiciones de servicio esperadas. Los equipos pesados como transformadores quedan asegurados por su propio peso, pero aquellos donde se producen esfuerzos por sismo o fuerzas dinámicas durante su operación, pueden requerir medidas adicionales. Véase 924-13.

924-15. Partes con movimientos repentinos. Todas las partes que se muevan repentinamente y que puedan lastimar a personas que se encuentren próximas, deben protegerse por medio de resguardos.

924-16. Identificación del equipo eléctrico. Para identificar al equipo eléctrico en subestaciones se recomienda pintarlo y codificarlo, usando placas, etiquetas o algún otro medio que permita distinguirlo fácilmente, tanto respecto de su funcionamiento como del circuito al que pertenece. Es conveniente establecer un método de identificación uniforme en todo el equipo instalado en una subestación o en un grupo de instalaciones que correspondan a un mismo usuario.

Esta identificación no debe colocarse sobre cubiertas removibles o puertas que puedan ser intercambiadas.

924-17. Transformadores de corriente. Los circuitos secundarios de los transformadores de corriente deben tener medios para ponerse en cortocircuito y conectarse a tierra simultáneamente. Cuando exista relación múltiple y con salidas no conectadas, éstas se deben poner en cortocircuito.

924-18. Protección de los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos.

a) Conexión de puesta a tierra. Los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos (transformadores de corriente y de potencial) deben tener una referencia efectiva y permanente de puesta a tierra. Véase 250-170.

b) Protección mecánica de los circuitos secundarios cuando los primarios operen a más de 6600 volts. Los conductores de los circuitos secundarios deben alojarse en tubo conduit metálico, permanentemente puesto a tierra, a menos que estén protegidos contra daño mecánico y contra contacto de personas.

924-19. Instalación de transformadores de potencia y distribución. Los requisitos siguientes aplican a transformadores instalados al nivel del piso, en exteriores o interiores:

a) Instalación. Deben cumplirse las disposiciones establecidas en 450-8.

b) Transformadores que contengan aceite. En la instalación de transformadores que contengan aceite deben tenerse en cuenta los requisitos sobre protección contra incendio que se indican en 924-8 y el Artículo 450.

c) Edificios de subestaciones. En edificios que no se usen solamente para subestaciones, los transformadores deben instalarse en lugares especialmente destinados a ello de acuerdo con lo indicado en 450-9 y que sean solamente accesibles a personas calificadas.

924-20. Medio aislante. Deben tomarse las medidas siguientes:

a) Cumplir con lo establecido en 450-25 y en áreas peligrosas, debe cumplir adicionalmente con lo indicado en el Capítulo 5.

b) Los líquidos aislantes deben ser biodegradables, no dañinos a la salud.

924-21. Ajuste de la protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente de transformadores (excepto los de medición y control) debe cumplir con lo establecido en 450-3.

924-22. Locales para baterías. Los locales deben ser independientes con un espacio alrededor de las baterías para facilitar el mantenimiento, pruebas y reemplazo de celdas, cumpliendo con lo siguiente:

a) Local independiente. Las baterías se deben instalar en un local independiente.

Dentro de los locales debe dejarse un espacio suficiente y seguro alrededor de las baterías para la inspección, el mantenimiento, las pruebas y reemplazo de celdas.

b) Conductores y canalizaciones. No deben instalarse conductores desnudos en lugares de tránsito de personas, a menos que se coloquen en partes altas para quedar protegidos. Para instalar los conductores aislados puede usarse canalización metálica con tapa, siempre que estén debidamente protegidos contra la acción deteriorante del electrolito.

En los locales para baterías, los conductores con envolturas barnizadas no deben usarse.

c) Terminales. Si en el local de las baterías se usan canalizaciones u otras cubierta metálicas, los extremos de los conductores que se conecten a las terminales de las baterías deben estar fuera de la canalización, por lo menos a una distancia de 30.00 centímetros de las terminales, y resguardarse por medio de una funda aislante.

El extremo de la canalización debe cerrarse herméticamente para no permitir la entrada del electrolito.

d) Pisos. Los pisos de los locales donde se encuentren baterías y donde sea probable que el ácido se derrame y acumule, deben ser de material resistente al ácido o estar protegidos con pintura resistente al mismo. Debe existir un recolector para contener los derrames de electrolito.

e) Equipos de calefacción. No deben instalarse equipos de calefacción de flama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías.

f) Iluminación. Los locales de las baterías deben tener una iluminación natural adecuada durante el día.

En los locales para baterías, se deben usar luminarias con portalámparas a prueba de vapor y gas protegidos de daño físico por barreras o aislamientos. Los contactos y apagadores deben localizarse fuera del local.

924-23. Puesta a tierra.

Para disposiciones para puesta a tierra, véase el Artículo 921.

924-24. Tarimas y tapetes aislantes.

Estos medios de protección no deben usarse como substitutos de los resguardos indicados en las Secciones anteriores.

Las tarimas deben ser de material aislante sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes también deben ser de material aislante.

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, que operen a más de 1000 volts entre conductores; su colocación no debe presentar obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

CAPITULO 10

TABLAS

Tabla 1.- Porcentaje de la sección transversal en tubo conduit y en tubería para los conductores

Número de conductores	Todos los tipos de conductores
1	53
2	31
Más de 2	40

NOTA 1: Esta Tabla 1 se basa en las condiciones más comunes de cableado y alineación de los conductores, cuando la longitud de los tramos y el número de curvas de los cables están dentro de límites razonables. Sin embargo, en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los conductos.

NOTA 2: Cuando se instalen tres conductores o cables dentro de una canalización, si la relación de la canalización (diámetro interno) con el conductor o cable (diámetro externo) está entre 2.8 y 3.2, los cables se podrán atascar dentro de la canalización por lo que se debe instalar una canalización de tamaño inmediato superior. Si bien puede ocurrir un atascamiento cuando se instalen cuatro o más conductores o cables dentro de una canalización, la probabilidad es muy baja.

Notas de las Tablas

(1) Véase el apéndice C para el número máximo de conductores y cables de aparatos, todos del mismo tamaño (área de la sección transversal total incluido el aislamiento) permitidos en los tamaños comerciales aplicables de tubo conduit y tuberías

(2) La Tabla 1 se aplica sólo a instalaciones completas de tubo conduit o tuberías y no a conductos o tuberías que se emplean para proteger a los cables expuestos contra daño físico.

(3) Para calcular el por ciento de ocupación de los cables en tubo conduit, se deben tener en cuenta los conductores de puesta a tierra y unión de los equipos, cuando se utilicen. En los cálculos se debe utilizar la dimensión real y total de los conductores de puesta a tierra y unión de los equipos, tanto si están aislados como desnudos.

(4) Cuando entre las cajas, gabinetes y envolventes similares se instalan niples cuya longitud total no supera 60 cm., se permite que esos niples estén ocupados hasta el 60% de su sección transversal total y que no se apliquen los factores de ajuste que establece la Sección 310-15(b)(3).

(5) Para conductores no incluidos en el Capítulo 10, como por ejemplo los cables multiconductores y los cables de fibra óptica, se deben utilizar sus dimensiones reales.

(6) Para combinaciones de conductores de distinto tamaño nominal se aplican las Tablas 5 y 5A para dimensiones de los conductores y la Tabla 4 para las dimensiones del tubo conduit.

(7) Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en tubo conduit, todos del mismo tamaño (incluido el aislamiento), se debe tomar el número inmediato superior si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan un resultado decimal de 0.8 o superior.

(8) Cuando otras Secciones de esta norma permitan utilizar conductores desnudos, se permite utilizar las dimensiones de los conductores desnudos de la Tabla 8.

(9) Para calcular el por ciento de ocupación en tubo (conduit), un cable multiconductor o un cable flexible de dos o más conductores se debe considerar como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo del área de su sección transversal se hace tomando el diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo.

Tabla 2.- Radio de las curvas del tubo conduit y tuberías

Tamaño del tubo conduit o tubería		Dobladoras de un solo movimiento y de zapata completa	Otras curvas
Designación métrica	Tamaño comercial	mm	mm
16	½	101.6	101.6
21	¾	114.3	127
27	1	146.05	152.4
35	1¼	184.15	203.2

41	1½	209.55	254
53	2	241.3	304.8
63	2½	266.7	381
78	3	330.2	457.2
91	3½	381	533.4
103	4	406.4	609.6
129	5	609.6	762
155	6	762	914.4

Tabla 4.- Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit (basado en la Tabla 1, de este Capítulo)

Artículo 358 – Tubo conduit no metálico (EMT)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
16	½	15.8	196	118	104	61	78
21	¾	20.9	343	206	182	106	137
27	1	26.6	556	333	295	172	222
35	1 ¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1 ½	40.9	1314	788	696	407	526
53	2	52.5	2165	1299	1147	671	866
63	2 ½	69.4	3783	2270	2005	1173	1513
78	3	85.2	5701	3421	3022	1767	2280
91	3 ½	97.4	7451	4471	3949	2310	2980
103	4	110.1	9521	5712	5046	2951	3808
Artículo 362 – Tubo conduit no metálico (ENT)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
16	½	14.2	158	95	84	49	63
21	¾	19.3	293	176	155	91	117
27	1	25.4	507	304	269	157	203
35	1 ¼	34	908	545	481	281	363
41	1 ½	39.9	1250	750	663	388	500
53	2	51.3	2067	1240	1095	641	827
63	2 ½	—	—	—	—	—	—
78	3	—	—	—	—	—	—
91	3 ½	—	—	—	—	—	—

Artículo 348 – Tubo conduit metálico flexible (FMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
12	⅜	9.70	74	44	39	23	30

16	½	16.10	204	122	108	63	81
21	¾	20.90	343	206	182	106	137
27	1	25.90	527	316	279	163	211
35	1 ¼	32.40	824	495	437	256	330
41	1 ½	39.10	1201	720	636	372	480
53	2	51.80	2107	1264	1117	653	843
63	2 ½	63.50	3167	1900	1678	982	1267
78	3	76.20	4560	2736	2417	1414	1824
91	3 ½	88.90	6207	3724	3290	1924	2483
103	4	101	8107	4864	4297	2513	3243

Artículo 342 – Tubo conduit metálico semipesado (IMC)

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
12	⅜	—	—	—	—	—	—
16	½	16.80	222	133	117	69	89
21	¾	21.90	377	226	200	117	151
27	1	28.10	620	372	329	192	248
35	1 ¼	36.80	1064	638	564	330	425
41	1 ½	42.70	1432	859	759	444	573
53	2	54.60	2341	1405	1241	726	937
63	2 ½	64.90	3308	1985	1753	1026	1323
78	3	80.70	5115	3069	2711	1586	2046
91	3 ½	93.20	6822	4093	3616	2115	2729
103	4	105.40	8725	5235	4624	2705	3490

Artículo 356 – Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-B*)

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
12	⅜	12.5	123	74	65	38	49
16	½	16.1	204	122	108	63	81
21	¾	21.1	350	210	185	108	140
27	1	26.8	564	338	299	175	226
35	1 ¼	35.4	984	591	522	305	394
41	1 ½	40.3	1276	765	676	395	510
53	2	51.6	2091	1255	1108	648	836

Corresponde a 356.2(2)

Artículo 356 – Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (LFNC-A*)

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
12	⅜	12.6	125	75	66	39	50
16	½	16	201	121	107	62	80
21	¾	21	346	208	184	107	139
27	1	26.5	552	331	292	171	221
35	1¼	35.1	968	581	513	300	387
41	1½	40.7	1301	781	690	403	520
53	2	52.4	2157	1294	1143	669	863

Artículo 350 – Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
12	⅜	12.5	123	74	65	38	49
16	½	16.1	204	122	108	63	81
21	¾	21.1	350	210	185	108	140
27	1	26.8	564	338	299	175	226
35	1¼	35.4	984	591	522	305	394
41	1½	40.3	1276	765	676	395	510
53	2	51.6	2091	1255	1108	648	836
63	2½	63.3	3147	1888	1668	976	1259
78	3	78.4	4827	2896	2559	1497	1931
91	3½	89.4	6277	3766	3327	1946	2511
103	4	102.1	8187	4912	4339	2538	3275
129	5	—	—	—	—	—	—
155	6	—	—	—	—	—	—

Artículo 344 –Tubo conduit metálico pesado (RMC)

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
12	⅜	—	—	—	—	—	—
16	½	16.10	204	122	108	63	81
21	¾	21.20	353	212	187	109	141
27	1	27.00	573	344	303	177	229
35	1 ¼	35.40	984	591	522	305	394
41	1 ½	41.20	1333	800	707	413	533
53	2	52.90	2198	1319	1165	681	879
63	2 ½	63.20	3137	1882	1663	972	1255
78	3	78.50	4840	2904	2565	1500	1936
91	3 ½	90.70	6461	3877	3424	2003	2584
103	4	102.90	8316	4990	4408	2578	3326
129	5	128.90	13050	7830	6916	4045	5220
155	6	154.80	18821	11292	9975	5834	7528

Artículo 352 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Cédula 80

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
12	⅜	—	—	—	—	—	—
16	½	13.40	141	85	75	44	56
21	¾	18.30	263	158	139	82	105
27	1	23.80	445	267	236	138	178
35	1¼	31.90	799	480	424	248	320
41	1½	37.50	1104	663	585	342	442
53	2	48.60	1855	1113	983	575	742
63	2½	58.20	2660	1596	1410	825	1064
78	3	72.70	4151	2491	2200	1287	1660
91	3½	84.50	5608	3365	2972	1738	2243
103	4	96.20	7268	4361	3852	2253	2907
129	5	121.10	11518	6911	6105	3571	4607
155	6	145.00	16513	9908	8752	5119	6605

Artículos 352 y 353 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Cédula 40 y Conduit HDPE (HDPE)

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
12	⅜	—	—	—	—	—	—
16	½	15.3	184	110	97	57	74
21	¾	20.4	327	196	173	101	131
27	1	26.1	535	321	284	166	214
35	1¼	34.5	935	561	495	290	374
41	1½	40.4	1282	769	679	397	513
53	2	52	2124	1274	1126	658	849
63	2½	62.1	3029	1817	1605	939	1212
78	3	77.3	4693	2816	2487	1455	1877
91	3½	89.4	6277	3766	3327	1946	2511
103	4	101.5	8091	4855	4288	2508	3237
129	5	127.4	12748	7649	6756	3952	5099
155	6	153.2	18433	11060	9770	5714	7373

Artículo 352 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Tipo A

Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
16	½	17.80	249	149	132	77	100
21	¾	23.10	419	251	222	130	168
27	1	29.80	697	418	370	216	279
35	1¼	38.10	1140	684	604	353	456
41	1½	43.70	1500	900	795	465	600
53	2	54.70	2350	1410	1245	728	940
63	2½	66.90	3515	2109	1863	1090	1406
78	3	82.00	5281	3169	2799	1637	2112
91	3½	93.70	6896	4137	3655	2138	2758
103	4	106.20	8858	5315	4695	2746	3543
129	5	—	—	—	—	—	—
155	6	—	—	—	—	—	—

Artículo 352 – Tubo conduit rígido de PVC (PVC), Cédula 80							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2	mm^2
16	½	—	—	—	—	—	—
21	¾	—	—	—	—	—	—
27	1	—	—	—	—	—	—
35	1¼	—	—	—	—	—	—
41	1½	—	—	—	—	—	—
53	2	56.40	2498	1499	1324	774	999
63	2½	—	—	—	—	—	—
78	3	84.60	5621	3373	2979	1743	2248
91	3½	96.60	7329	4397	3884	2272	2932
103	4	108.90	9314	5589	4937	2887	3726
129	5	135.00	14314	8588	7586	4437	5726
155	6	160.90	20333	12200	10776	6303	8133

Tabla 5.- Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Area aproximada
	mm^2	AWG o kcmil	mm	mm^2
Tipo: FFH-2, RFH-1, RFH-2, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
RFH-2, FFH-2	0.824	18	3.454	9.355
	1.31	16	3.759	11.10
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4.902	18.9
	3.31	12	5.385	22.77
	5.26	10	5.994	28.19
	6.63	8	8.28	53.87
	8.37	6	9.246	67.16
	21.2	4	10.46	86
	26.7	3	11.18	98.13
	33.6	2	11.99	112.9
	42.4	1	14.78	171.6
	53.5	1/0	15.8	196.1
	67.4	2/0	16.97	226.1
	85.0	3/0	18.29	262.7
	107	4/0	19.76	306.7
	127	250	22.73	405.9
	152	300	24.13	457.3
	177	350	25.43	507.7
	203	400	26.62	556.5
	253	500	28.78	650.5
	304	600	31.57	782.9
	355	700	33.38	874.9
	380	750	34.24	920.8
	405	800	35.05	965
	456	900	36.68	1057
	507	1000	38.15	1143
	633	1250	43.92	1515

Tipo	Tamaño		Diámetro aproximado	Area aproximada
	mm^2	AWG o kcmil	mm	mm^2
	760	1500	47.04	1738
	887	1750	49.94	1959
	1013	2000	52.63	2175
SF-2, SFF-2	0.824	18	3.073	7.419
	1.31	16	3.378	8.968
	2.08	14	3.759	11.10
SF-1, SFF-1	0.824	18	2.311	4.194
RFH-1, XF, XFF	0.824	18	2.692	5.161
TF, TFF, XF,XFF	1.31	16	2.997	7.032
TW, XF, XFF, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3.378	8.968
TW,THHW, THW,THW-2	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.470	55.68
	6.63	8	5.994	28.19
RHH*, RHW*, RHW-2*	2.08	14	4.140	13.48
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	3.31	12	4.623	16.67
Tipo: RHH*, RHW*, RHW-2*, THHN, THHW, THW, RHH, RHW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN2, XF, XFF				
RHH*, RHW*, RHW-2*, XF, XFF	5.26	10	5.232	21.48
RHH*, RHW*, RHW-2*	6.63	8	6.756	35.87
TW,THW,THHW,THW-2,RHH*,RHW*,RHW-2*	8.37	6	7.722	46.84
	21.2	4	8.941	62.77
	26.7	3	9.652	73.16
	33.6	2	10.46	86.00
	42.4	1	12.50	122.60
	53.5	1/0	13.51	143.40
	67.4	2/0	14.68	169.30
	85.0	3/0	16.00	201.10
	107	4/0	17.48	239.90
	127	250	19.43	296.50
	152	300	20.83	340.70
	177	350	22.12	384.40
	203	400	23.32	427.00
	253	500	25.48	509.70
	304	600	28.27	627.7
	355	700	30.07	710.3
	380	750	30.94	751.7
	405	800	31.75	791.7
	456	900	33.38	874.9
	507	1000	34.85	953.8
	633	1250	39.09	1200
	760	1500	42.21	1400
	887	1750	45.1	1598
	1013	2000	47.80	1795

TFN, TFFN	0.824	18	2.134	3.548
	1.31	16	2.438	4.645

THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	2.819	6.258
	3.31	12	3.302	8.581
	5.26	10	4.166	13.61
	6.63	8	5.486	23.61
	8.37	6	6.452	32.71
	21.2	4	8.23	53.16
	26.7	3	8.941	62.77
	33.6	2	9.754	74.71
	42.4	1	11.33	100.8
	53.5	1/0	12.34	119.7
	67.4	2/0	13.51	143.4
	85.0	3/0	14.83	172.8
	107	4/0	16.31	208.8
	127	250	18.06	256.1
	152	300	19.46	297.3
Tipo: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFF, TFE, THHN, THWN, THWN-2, Z, ZF, ZFF				
THHN, THWN, THWN-2	177	350	20.75	338.2
	203	400	21.95	378.3
	253	500	24.1	456.3
	304	600	26.7	559.7
	355	700	28.5	637.9
	380	750	29.36	677.2
	405	800	30.18	715.2
	456	900	31.8	794.3
	507	1000	33.27	869.5
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFF, PAFF	0.824	18	2.184	3.742
	1.31	16	2.489	4.839
PF, PGFF, PGF, PFF, PTF, PAF, PTFF, PAFF, TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	2.08	14	2.87	6.452
TFE, FEP, PFA, FEPB, PFAH	3.31	12	3.353	8.839
	5.26	10	3.962	12.32
	6.63	8	5.232	21.48
	8.37	6	6.198	30.19
	21.2	4	7.417	43.23
	26.7	3	8.128	51.87
	33.6	2	8.941	62.77
TFE, PFAH	42.4	1	10.72	90.26
TFE, PFA, PFAH, Z	53.5	1/0	11.73	108.1
	67.4	2/0	12.9	130.8
	85.0	3/0	14.22	158.9
	107	4/0	15.7	193.5
ZF, ZFF	0.824	18	1.93	2.903
	1.31	16	2.235	3.935
Z, ZF, ZFF	2.08	14	2.616	5.355
Z	3.31	12	3.099	7.548
	5.26	10	3.962	12.32
	6.63	8	4.978	19.48
	8.37	6	5.944	27.74

	21.2	4	7.163	40.32
	26.7	3	8.382	55.16
	33.6	2	9.195	66.39
	42.4	1	10.21	81.87

Tipo: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW				
XHHW, ZW, XHHW-2, XHH	2.08	14	3.378	8.968
	3.31	12	3.861	11.68
	5.26	10	4.47	15.68
	6.63	8	5.994	28.19
	8.37	6	6.96	38.06
	21.2	4	8.179	52.52
	26.7	3	8.89	62.06
	33.6	2	9.703	73.94
XHHW, XHHW-2, XHH	42.4	1	11.23	98.97
	53.5	1/0	12.24	117.7
	67.4	2/0	13.41	141.3
	85.0	3/0	14.73	170.5
	107	4/0	16.21	206.3
	127	250	17.91	251.9
	152	300	19.3	292.6
	177	350	20.6	333.3
	203	400	21.79	373
	253	500	23.95	450.6
	304	600	26.75	561.9
	355	700	28.55	640.2
	380	750	29.41	679.5
	405	800	30.23	717.5
	456	900	31.85	796.8
	507	1000	33.32	872.2
	633	1250	37.57	1108
	760	1500	40.69	1300
	887	1750	43.59	1492
	1013	2000	46.28	1682
KF-2, KFF-2	0.824	18	1.6	2
	1.31	16	1.905	2.839
	2.08	14	2.286	4.129
	3.31	12	2.769	6
	5.26	10	3.378	8.968
KF-1, KFF-1	0.824	18	1.448	1.677
	1.31	16	1.753	2.387
	2.08	14	2.134	3.548
	3.31	12	2.616	5.355
	5.26	10	3.226	8.194

Tabla 5 A.- Dimensiones y áreas nominales de cables de aluminio tipo XHHW y de cobre compacto

Area	Tamaño	Conductor desnudo	Tipos THW y THHW		Tipo THHN		Tipo XHHW	
		Diámetro	Diámetro aproximado	Area aproximada	Diámetro aproximado	Area aproximada	Diámetro aproximado	Area aproximada
mm^2	AWG o kcmil	mm	mm	mm^2	mm	mm^2	mm	mm^2
8.37	8	3.404	6.477	32.9	—	—	5.69	25.42
13.3	6	4.293	7.366	42.58	6.096	29.16	6.604	34.19

21.2	4	5.41	8.509	56.84	7.747	47.10	7.747	47.1
33.6	2	6.807	9.906	77.03	9.144	65.61	9.144	65.61
42.4	1	7.595	11.81	109.5	10.54	87.23	10.54	87.23
53.5	1/0	8.534	12.7	126.6	11.43	102.6	11.43	102.6
67.4	2/0	9.55	13.84	150.5	12.57	124.1	12.45	121.6
85.0	3/0	10.74	14.99	176.3	13.72	147.7	13.72	147.7
107	4/0	12.07	16.38	210.8	15.11	179.4	14.99	176.3
127	250	13.21	18.42	266.3	17.02	227.4	16.76	220.7
152	300	14.48	19.69	304.3	18.29	262.6	18.16	259
177	350	15.65	20.83	340.7	19.56	300.4	19.3	292.6
203	400	16.74	21.97	379.1	20.7	336.5	20.32	324.3
253	500	18.69	23.88	447.7	22.48	396.8	22.35	392.4
304	600	20.65	26.67	558.6	25.02	491.6	24.89	486.6
355	700	22.28	28.19	624.3	26.67	558.6	26.67	558.6
380	750	23.06	29.21	670.1	27.31	585.5	27.69	602
456	900	25.37	31.09	759.1	30.33	722.5	29.69	692.3
507	1000	26.92	32.64	836.6	31.88	798.1	31.24	766.6

Tabla 8.- Propiedades de los conductores

Tamaño (AWG o kcmil)	Area		Conductores				Resistencia en corriente continua a 75 °C		
			Trenzado		Total		Cobre		Aluminio
			Cantidad de hilos	Diámetro	Diámetro	Area	No Cubierto	Recubierto	Aluminio
	mm^2	kcmil		mm	mm	mm^2	Ω/km	Ω/km	Ω/km
18	0.823	1620	1	—	1.02	0.823	25.5	26.5	—
18	0.823	1620	7	0.39	1.16	1.06	26.1	27.7	—
16	1.31	2580	1	—	1.29	1.31	16	16.7	—
16	1.31	2580	7	0.49	1.46	1.68	16.4	17.3	—
14	2.08	4110	1	—	1.63	2.08	10.1	10.4	—
14	2.08	4110	7	0.62	1.85	2.68	10.3	10.7	—
12	3.31	6530	1	—	2.05	3.31	6.34	6.57	—
12	3.31	6530	7	0.78	2.32	4.25	6.5	6.73	—
10	5.261	10380	1	—	2.588	5.26	3.984	4.148	—
10	5.261	10380	7	0.98	2.95	6.76	4.07	4.226	—
8	8.367	16510	1	—	3.264	8.37	2.506	2.579	—
8	8.367	16510	7	1.23	3.71	10.76	2.551	2.653	—
6	13.3	26240	7	1.56	4.67	17.09	1.608	1.671	2.652
4	21.15	41740	7	1.96	5.89	27.19	1.01	1.053	1.666
3	26.67	52620	7	2.2	6.6	34.28	0.802	0.833	1.32
2	33.62	66360	7	2.47	7.42	43.23	0.634	0.661	1.045
1	42.41	83690	19	1.69	8.43	55.8	0.505	0.524	0.829
1/0	53.49	105600	19	1.89	9.45	70.41	0.399	0.415	0.66
2/0	67.43	133100	19	2.13	10.62	88.74	0.317	0.329	0.523
3/0	85.01	167800	19	2.39	11.94	111.9	0.2512	0.261	0.413
4/0	107.2	211600	19	2.68	13.41	141.1	0.1996	0.205	0.328
250	127	—	37	2.09	14.61	168	0.1687	0.1753	0.2778
300	152	—	37	2.29	16	201	0.1409	0.1463	0.2318
350	177	—	37	2.47	17.3	235	0.1205	0.1252	0.1984
400	203	—	37	2.64	18.49	268	0.1053	0.1084	0.1737
500	253	—	37	2.95	20.65	336	0.0845	0.0869	0.1391
600	304	—	61	2.52	22.68	404	0.0704	0.0732	0.1159

Tamaño (AWG o kcmil)	Area		Conductores				Resistencia en corriente continua a 75 °C		
			Trenzado		Total		Cobre		Aluminio
			Cantidad de hilos	Diámetro	Diámetro	Area	No Cubierto	Recubierto	Aluminio
	mm^2	kcmil		mm	mm	mm^2	Ω/km	Ω/km	Ω/km
700	355	—	61	2.72	24.49	471	0.0603	0.0622	0.0994
750	380	—	61	2.82	25.35	505	0.0563	0.0579	0.0927
800	405	—	61	2.91	26.16	538	0.0528	0.0544	0.0868
900	456	—	61	3.09	27.79	606	0.047	0.0481	0.077
1000	507	—	61	3.25	29.26	673	0.0423	0.0434	0.0695
1250	633	—	91	2.98	32.74	842	0.0338	0.0347	0.0554
1500	760	—	91	3.26	35.86	1011	0.02814	0.02814	0.0464
1750	887	—	127	2.98	38.76	1180	0.0241	0.0241	0.0397
2000	1013	—	127	3.19	41.45	1349	0.02109	0.02109	0.0348

Notas

(1) Estos valores de resistencia son válidos solamente para los parámetros indicados. Al usar conductores con hilos recubiertos, de distinto tipo de trenzado y especialmente a otras temperaturas, cambia la resistencia.

(2) Fórmula para el cambio de temperatura: $R2 = R1\ [1 + (T2 - 75)]$, donde cu = 0.00323, AL = 0.00330 a 75º C.

(3) Los conductores con cableado compacto o comprimido tienen aproximadamente un 9% y un 3%, respectivamente, menos de diámetro del conductor desnudo que los conductores mostrados. Para las dimensiones reales de los cables compactos, véase la Tabla 5A.

(4) Las conductividades usadas, según la IACS: cobre desnudo = 100%, aluminio = 61%.

(5) El cableado de Clase B está aprobado también como sólido para algunos tamaños. Su área y diámetro total son los de la circunferencia circunscrita

Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.

Tres conductores individuales en un tubo conduit.

Area mm^2	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro													
		X_L (Reactancia)para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a *FP* = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a *FP* = 0.85 para conductores de aluminio		
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: conductores del tipo RHH con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75 °C y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.

2. La impedancia (*Z*) eficaz se define como *R* cos ( )+ X sen( ), en donde es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (*FP*) del circuito, la impedancia eficaz (*Ze*) se puede calcular a partir de los valores de *R* y *XL* dados en esta tabla, como sigue: $Ze = R \times FP + X_L$ sen [arc cos (*FP*)].

Tabla 10.- Número de hilos de los cables

Tamaño del conductor		Número de hilos		
		Cobre		Aluminio
mm^2	AWG o kcmil	Clase B	Clase C	Clase B
0.20-0.05	24-30	[a]	-	-
0.32	22	7	-	-
0.52	20	10	-	-
0.82	18	16	-	-
1.3	16	26	-	-
2.1-33.6	14-2	7	19	7[b]
42.4-107	1-4/0	19	37	19
127-253	250-500	37	61	37
304-508	600-1000	61	91	61
635-759	1250-1500	91	127	91
886-1016	1750-2000	127	271	127

[a] El número de hilos varía

[b] No está disponible el tamaño 14 AWG (2.1 mm) en aluminio

Tablas 11(A) y 11(B)

Para propósitos de certificación, las Tablas 11(A) y 11(B) proporcionan las limitaciones exigidas para las fuentes de alimentación de Clase 2 y de Clase 3. La Tabla 11(A) se aplica a las fuentes de corriente alterna, y la Tabla 11(B) a las fuentes de corriente continua.

La alimentación para los circuitos de Clase 2 y de Clase 3 debe ser: 1) limitada por sí misma, por lo cual no requiere protección contra sobrecorriente, o 2) no limitada por sí misma, por lo cual requiere de una combinación de fuente de alimentación y protección contra sobrecorriente.

Las fuentes de alimentación diseñadas para interconexión deben estar aprobadas para ese propósito.

Las fuentes de alimentación de Clase 2 y de Clase 3 deben estar marcadas en forma duradera y donde sea fácilmente visible, para indicar la clase de alimentación y sus valores eléctricos nominales. Una fuente de alimentación de Clase 2 que no sea adecuada para su uso en lugares mojados debe estar así marcada.

Excepción: Los circuitos de potencia limitada utilizados para equipos de tecnología de la información.

Cuando se exijan dispositivos de protección contra sobrecorriente, se deben ubicar en el punto en el que el conductor que se quiera proteger reciba la alimentación y no deben ser intercambiables con dispositivos de mayor valor nominal. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Tabla 11(A).- Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna de Clase 2 y de Clase 3

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada por sí misma (No se requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de alimentación no limitada por sí misma (Se requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase 2			Clase 3	Clase 2		Clase 3	
Tensión de la fuente V_{max} (volts) (Véase Nota 1)		0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 150	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 100	Más de100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		—	—	—	—	250 (ver Nota 3)	250	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) max (véase la Nota 1)		8	8	0.005	$150/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	1
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		—	—	—	—	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	1
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por datos de placa	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{max}$	100	$0.005 \times V_{max}$	100	$5.0 \times V_{max}$	100	100	100
	Corriente (amperes)	5	$100/V_{max}$	0.005	$100/V_{max}$	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$

*Los intervalos de tensión presentados son para corriente alterna sinusoidal en lugares interiores o en donde no es probable que haya humedad.

Para condiciones no sinusoidales o de contacto con la humedad, véase la Nota 2.

Tabla 11(B).- Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua de Clase 2 y de Clase 3

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada por sí misma. (No se requiere protección contra sobrecorriente)					Fuente de alimentación no limitada por sí misma. (Se requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase 2				Clase 3	Clase 2		Clase 3	
Tensión de la fuente V_{max} (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 60*	Más de 60 y hasta 150	Más de 60 y hasta 100	0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 60*	Más de 60 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		—	—	—	—	—	250 (véase Nota 3)	250	250	N.A
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) (véase la Nota 1)		8	8	$150/V_{max}$	0.005	$150/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	1
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		—	—	—	—	—	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	1
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{max}$	100	100	$0.005 \times V_{max}$	100	$5.0 \times V_{max}$	100	100	100
	Corriente (amperes)	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	0.005	$100/V_{max}$	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$

* Los intervalos de tensión presentados son para corriente continua permanente en interiores o en donde no es probable que haya humedad.
Para condiciones de corriente continua interrumpida o de contacto con la humedad, véase la Nota 4.

Notas a las Tablas 11(A) y 11(B)

1: $V_{máx}$, $I_{máx}$, y $VA_{máx}$, se determinan con la impedancia de limitación de corriente en el circuito (sin conectarla en derivación), como sigue:

$V_{máx}$: tensión máximo de salida independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada.

$I_{máx}$: corriente máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente conectada en derivación, si se usa. Cuando un transformador limita la corriente de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de un minuto de funcionamiento. Cuando se usa una impedancia de limitación de corriente, aprobada para ese propósito o que forma parte de un producto aprobado, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como por ejemplo una batería de acumulador, para limitar la corriente de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de cinco segundos.

$VA_{máx}$: salida máxima en voltamperes después de 1 minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación.

2: Para corriente alterna no sinusoidal, $V_{máx}$ no debe ser mayor de 42.4 voltios pico. Cuando es probable que haya humedad (no se incluye la inmersión), se deben usar métodos de alambrado de Clase 3 o $V_{máx}$ no debe ser mayor de 15 volts para corriente alterna sinusoidal y 21.2 volts pico para corriente alterna no sinusoidal.

3: Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{máx}$ es 350 o menos, cuando $V_{máx}$ es 15 o menos.

4: Para corriente continua interrumpida a un valor de frecuencia de 10 a 200 Hz, $V_{máx}$ no debe ser mayor de 24.8 volts pico. Cuando es probable que haya humedad (sin incluir la inmersión), se deben utilizar métodos de alambrado de Clase 3, o $V_{máx}$ no debe ser mayor a 30 volts para corriente continua permanente; 12.4 volts pico para corriente continua interrumpida a un valor de frecuencia de 10 a 200 Hertz.

Tablas 12(A) y 12(B)0

Para efectos de aprobación, las Tablas 12(A) y 12(B) presentan las limitaciones de las fuentes de alimentación exigidas para fuentes de alarma contra incendios de potencia limitada. La Tabla 12(A) se aplica a las fuentes de corriente alterna y la Tabla 12(B) a las fuentes de corriente continua.

La alimentación para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada debe ser: (1) limitada por sí misma, que no requiere protección contra sobrecorriente o (2) no limitada por sí misma, que requiere que la potencia esté limitada por una combinación de fuente de alimentación y protección contra sobrecorriente.

Las fuentes de alimentación para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada, por sus siglas en inglés) deben estar marcadas de modo bien visible y duradero, indicando que se trata de una fuente de alimentación para un circuito de alarma contra incendios de potencia limitada.

El dispositivo de protección contra sobrecorriente, cuando se exija, se debe instalar en el punto donde el conductor que se quiere proteger recibe la alimentación, y no debe ser intercambiable con dispositivos de mayor valor nominal. Se permitirá que el dispositivo de protección contra sobrecorriente forme parte integral de la fuente de alimentación.

Tabla 12(A).- Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada por sí misma. (No se requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de alimentación no limitada por sí misma. (Se requiere protección contra sobrecorriente)		
Tensión de la fuente V_{max} (volts)(Véase la Nota 1)		0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		—	—	—	250 (véase Nota 2)	250	N.A.
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) (véase la Nota 1)		8	8	$150/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	1
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		—	—	—	5	$100/V_{max}$	1
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{max}$	100	100	$5.0 \times V_{max}$	100	100
	Corriente (amperes)	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$

Tabla 12(B).- Limitaciones para las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (alarmas contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada por sí misma. (No se requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de alimentación no limitada por sí misma. (Se requiere protección contra sobrecorriente)		
Tensión de la fuente V_{max} (volts) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30	Más de 30 y hasta 100	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperes) (véase la Nota 1)		—	—	—	250 (véase Nota 2)	250	N.A.
Limitaciones de corriente I_{max} (amperes) (véase la Nota 1)		8	8	$150/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	1
Protección máxima contra sobrecorriente (amperes)		—	—	—	5	$100/V_{max}$	1
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperes)	$5.0 \times V_{max}$	100	100	$5.0 \times V_{max}$	100	100
	Corriente (amperes)	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	5	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$

Notas a las Tablas 12(A) y 12(B)

1. $V_{máx}$, $I_{máx}$ y $VA_{máx}$ se determinan como sigue:

$V_{máx}$: Tensión máxima de salida independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada

$I_{máx}$: corriente máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con la protección contra sobrecorriente, si se usa, conectada en derivación. Cuando un transformador limita la corriente de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de 1 minuto de funcionamiento. Cuando se usa una impedancia de limitación de corriente, listada para ese propósito, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como por ejemplo una batería de acumulador, para limitar la corriente de salida, los límites de $I_{máx}$ se aplican después de 5 segundos.

$VA_{máx}$: Salida máxima en voltamperes después de 1 minuto de funcionamiento, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación. La impedancia de limitación de corriente no se debe conectar en derivación cuando se determinan $I_{máx}$ y $VA_{máx}$.

2. Si la fuente de alimentación es un transformador, $VA_{máx}$ es 350 o menos, cuando $V_{máx}$ es igual o menor a 15.

TITULO 6

VIGILANCIA

La Secretaría de Energía, a través de la Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica, y Recursos Nucleares conforme a sus atribuciones, es la autoridad encargada de verificar o comprobar la aplicación y el cumplimiento de la presente NOM.

TITULO 7

BIBLIOGRAFIA

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1975, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación 1o. de junio de 2011.

Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (RLSPEE). Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de junio de 2001.

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, última reforma publicada Diario Oficial de la Federación 30 de abril de 2009.

Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones eléctricas (utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de marzo de 2006.

International Electrotechnical Commission (IEC) 60364-1, Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions, publicado en noviembre de 2005.

National Fire Protection Association (NFPA) 70, Código Eléctrico Nacional (NEC) 2008, Edición en español publicado en 2009.

Analysis of changes, NEC 2011.

National Fire Protection Association (NFPA) 70, Nacional Electric Code (NEC) 2011, publicado en 2010.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (IEEE), 2012 National Electrical Safety Code (NESC), publicado en agosto de 2011.

TITULO 8

CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES Y NORMAS MEXICANAS

Esta NOM es equivalente con la parte 1 de la Norma Internacional IEC 60364, Electrical Installations of Buildings Part 1: Scope, Object and Fundamental Principles, en lo referente a los principios fundamentales de seguridad. El título 5 de la presente NOM, no concuerda con la serie de normas de la IEC 60364, por las siguientes razones aplicables a parte de la infraestructura técnica del país:

El sistema de suministro de energía eléctrica en México, considerando las configuraciones eléctricas para este fin, así como los valores de tensión nominal de uso común en México, establecidos en la NMX-J-098-ANCE-1999, Sistemas eléctricos de potencia-Suministro-Tensiones Eléctricas Normalizadas.

Esta NOM está basada en Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX), que se listan en el Apéndice B (informativo), considerando las prácticas industriales, así como la infraestructura e ingeniería de uso común en México.

NOTA: En esta NOM se utiliza como símbolo del separador decimal el punto (.), de conformidad con la "Modificación del inciso 0, el encabezado de la Tabla 13, el último párrafo del Apéndice B y el apartado Signo decimal de la Tabla 21 de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida", por lo que, en las cantidades se puede leer el punto decimal como una coma (,) decimal.

Asimismo, esta NOM concuerda con la Norma Oficial Mexicana NOM-063-SCFI-2001, Productos eléctricos-Conductores-Requisitos de seguridad.

APENDICE A (Informativo)

TABLAS ADICIONALES DE AMPACIDAD

Este apéndice no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos.

B. Información de aplicación para los cálculos de la ampacidad

B.310.15(B)(1) Información para la aplicación de las fórmulas.

Este apéndice ofrece información relacionada con las ampacidades calculadas bajo la supervisión de ingenieros.

B.310.15(B)(2) Aplicaciones típicas cubiertas por las tablas.

En las Tablas B.310.15(2)(1) a B.310.15(2)(10) se muestran las ampacidades típicas para conductores de 0 a 2000 volts nominales. Tabla B.310.15(2)(11) ofrece el factor de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable con cargas diversas. Para ductos eléctricos subterráneos, que se detallan en las Figuras B.310.15(2)(3), B.310.15(2)(4) y B.310.15(2)(5). En las Figuras B.310.15(2)(2) a B.310.15(2)(5), cuando se empleen bancos de ductos adyacentes, es suficiente una separación de 1.50 metros entre los centros de los ductos más próximos de cada grupo, o de 1.20 metros entre los extremos de las cubiertas de concreto para evitar la disminución de la ampacidad de los conductores (aplicación de los factores de corrección) debido al calentamiento mutuo.

Algunos valores típicos de resistividad térmica (Rho) son:

Concreto = 55
Suelo húmedo (zonas costeras, tabla de nivel freático) = 60
Papel aislante = 550
Polietileno (PE) = 450
Policloruro de vinilo (PVC) = 650
Goma (caucho) y similares = 500
Suelo muy seco (rocoso o arenoso) = 120

La resistividad térmica como se usa en este apéndice, es la habilidad de transferencia de calor a través de una sustancia, por conducción. Es el recíproco de la conductividad térmica, se designa como Rho y se expresa con las unidades de °C-cm/W.

B.310.15(B)(3) Modificaciones de los criterios. Cuando se conocen los valores del factor de carga y de Rho para la instalación de un banco de ductos eléctricos en particular, y sean distintos de los que aparecen en una tabla o figura específicas de este apéndice, se pueden modificar las ampacidades mostradas en la tabla o figura, aplicando los factores derivados del uso de la Figura B.310.15(2)(1).

Cuando dos ampacidades diferentes se apliquen a partes adyacentes de un circuito, la ampacidad es más alta se puede utilizar más allá del punto de transición, a una distancia igual a 3 metros o el 10% de la longitud del circuito calculada en la mayor ampacidad, la que sea menor.

Cuando la profundidad del enterramiento directo o la del banco de ductos para circuitos eléctricos se modifiquen respecto a los valores que aparecen en una figura o en una tabla, se pueden modificar las ampacidades es como se indica en los siguientes apartados (a) y (b):

(a) Cuando se incrementen las profundidades de enterramiento de una o varias partes de un ducto eléctrico para evitar obstáculos subterráneos, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores, siempre que la longitud total de las partes del conducto que van a mayor profundidad para evitar obstáculos, sea inferior al 25% de la longitud total del tramo.

(b) Cuando las profundidades de enterramiento sean mayores de las que aparecen en una tabla o en una figura, para una ampacidad específica subterránea, se puede aplicar un factor de corrección para la ampacidad del 6% por cada 30 centímetros de incremento de la profundidad, para todos los valores de Rho. Cuando se disminuya la profundidad de enterramiento no es necesario modificar las ampacidades (aplicar factores de corrección).

B.310.15(B)(4) Ductos eléctricos. En la sección 310-60 se define el término "ducto(s) eléctrico(s)".

B.310.15(B)(5)

Tablas B.310.15(B)(2)(6) y B.310. 15(B)(2)(7).

(a) Para obtener la ampacidad de cables instalados en dos ductos eléctricos situados en una fila horizontal con una separación de 19 centímetros entre los centros de los ductos eléctricos, similar a lo que se muestra en el Detalle 1 de la Figura B.310.15(B)(2)(2), se multiplica por 0.88 la ampacidad mostrada para un ducto en las Tablas B.310.15(B)(2)(6) y B.310.15(B)(2)(7).

(b) Para obtener la ampacidad de cables instalados en cuatro conductos eléctricos, situados en una fila horizontal con una separación entre centros de los conductos eléctricos de 19 centímetros, similar a lo que se muestra en el Detalle 2 de la Figura B.310.15(B)(2)(2), se multiplica por 0.94 la ampacidad mostrada para tres ductos eléctricos, en las Tablas B.310.15(B)(2)(6) y B.310.15(B)(2)(7).

B.310.15(B)(6) Ductos eléctricos utilizados según la Figura B.310.15(B)(2)(2). Si la separación entre los ductos eléctricos, como se muestra en la Figura B.310.15(B)(2)(2), es menor a lo especificado en dicha figura, cuando los ductos eléctricos entran desde la instalación subterránea en los encerramientos de los equipos, no es necesario reducir la ampacidad de los conductores contenidos en dichos ductos.

B.310.15(B)(7) Ejemplos que muestran la aplicación de la Figura B.310.15(B)(2)(1) para modificar la ampacidad en bancos de ductos eléctricos. La Figura B.310.15(B)(2)(1) se usa para interpolar o extrapolar los valores de Rho y del factor de carga para los cables instalados en ductos eléctricos. Las curvas de la parte superior muestran la variación de la ampacidad y de Rho para un factor de carga unitario en términos de I_1, la ampacidad para Rho= 60 y un factor de carga del 50%. En cada curva se representa una relación I_2/I_1 particular, siendo I_2 la ampacidad para Rho=120 y un factor de carga del 100%.

Las curvas de la parte inferior muestran la relación entre Rho y el factor de carga que daría prácticamente la misma ampacidad que el valor indicado de Rho a un factor de carga del 100%.

Por ejemplo, para encontrar la ampacidad de un circuito con cables de cobre de 500 kcmils para seis ductos eléctricos, como se muestra en la Tabla B.310.15(B)(2)(5): a Rho = 60, factor de carga = 50, I_1 = 583; para Rho = 120 y factor de carga = 100, I_2 = 400. La relación I_2/I_1 = 0.686. Se localiza Rho = 90 en la parte inferior del gráfico y se sigue la línea de Rho =90 hasta su intersección con la curva del factor de carga de 100 por ciento, donde el Rho equivalente = 90. Después se sigue la línea de Rho = 90 hasta una relación I_2/I_1= 0.686, donde F=0.74. La ampacidad deseada será = 0.74 x 583 = 431, que coincide con la de la tabla para Rho = 90 y factor de carga=100%.

Para determinar la ampacidad para el mismo circuito, cuando Rho = 80 y factor de carga = 75 a partir de la Figura B.310. 15(B)(2)(1), el Rho equivalente = 43, F = 0.855 y la ampacidad deseada es 0.855 x 583 = 498 amperes. Los valores para utilizar con la Figura B.310.15(B)(2)(1) se encuentran en las tablas de ampacidad para bancos de ductos eléctricos de este apéndice.

Cuando el factor de carga sea menor al 100% y se pueda verificar por medición o cálculo, se puede modificar la ampacidad de las instalaciones de bancos de ductos eléctricos como se indicó. De la misma manera se pueden ajustar a diferentes valores de Rho.

Tabla B.310.15(B)(2)(1) Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales con un recubrimiento general (cable multiconductor) en una canalización al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 30 °C

		Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]				
		60 °C	75 °C	90 °C	75 °C	90 °C
Tamaño mm^2	Designación (AWG o kcmil)	Tipo TW, UF	Tipo RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, ZW	Tipo THHN, THHW, THW-2, THWN-2, RHH, RWH-2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipo RHW, XHHW	Tipo RHH, RWH-2,USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE	
2.08	14	16**	18**	21**	—	—
3.31	12	20**	24**	27**	—	—
5.261	10	27**	33**	36**	—	—
8.367	8	36	43	48	—	—
13.3	6	48	58	65	45	51
21.15	4	66	79	89	61	69
26.67	3	76	90	102	70	79
33.62	2	88	105	119	83	93
42.41	1	102	121	137	95	106
53.49	1/0	121	145	163	113	127
67.43	2/0	138	166	186	129	146
85.01	3/0	158	189	214	147	167
107.2	4/0	187	223	253	176	197
127	250	205	245	276	192	217
152	300	234	281	317	221	250
177	350	255	305	345	242	273
203	400	274	328	371	261	295
253	500	315	378	427	303	342
304	600	343	413	468	335	378
355	700	376	452	514	371	420
380	750	387	466	529	384	435
405	800	397	479	543	397	450
456	900	415	500	570	421	477
507	1000	448	542	617	460	521

*Consulte 310-15(B)(2) para los factores de corrección de ampacidad donde la temperatura ambiente es distinta de 30 °C.

**Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente para los tipos de conductores marcados con asterisco (*) no debe ser mayor a 15 amperes para el tamaño del 14 AWG, 20 amperes para el 12 AWG y 30 amperes para el 10 AWG; o 15 amperes para el 12 AWG y 25 amperes para el 10 AWG para los conductores de cobre.

Tabla B.310.15(B)(2)(3) Ampacidades de cables multiconductores con no más de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales al aire libre, con base en una temperatura ambiente de 40 °C. (Para cables de los tipos TC, MC, MI, UF y USE)

Area mm^2	Tamaño (AWG o kcmil)	Temperatura nominal del conductor [véase la Tabla 310-104(a)]							
		60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C
		COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
0.823	18	—	—	—	11	—	—	—	—
1.31	16	—	—	—	16	—	—	—	—
2.08	14	18**	21**	24**	25**	—	—	—	—
3.31	12	21**	28**	30**	32**	—	—	—	—
5.261	10	28**	36**	41**	43**	—	—	—	—
8.367	8	39	50	56	59	—	—	—	—
13.3	6	52	68	75	79	41	53	59	61
21.15	4	69	89	100	104	54	70	78	81
26.67	3	81	104	116	121	63	81	91	95
33.62	2	92	118	132	138	72	92	103	108
42.41	1	107	138	154	161	84	108	120	126
53.49	1/0	124	160	178	186	97	125	139	145
67.43	2/0	143	184	206	215	111	144	160	168
85.01	3/0	165	213	238	249	129	166	185	194
107.2	4/0	190	245	274	287	149	192	214	224
127	250	212	274	305	320	166	214	239	250
152	300	237	306	341	357	186	240	268	280
177	350	261	337	377	394	205	265	296	309
203	400	281	363	406	425	222	287	317	334
253	500	321	416	465	487	255	330	368	385
304	600	354	459	513	538	284	368	410	429
355	700	387	502	562	589	306	405	462	473
380	750	404	523	586	615	328	424	473	495
405	800	415	539	604	633	339	439	490	513
456	900	438	570	639	670	362	469	514	548
507	1000	461	601	674	707	385	499	558	584

*Consulte 310.15(B)(2) para los factores de corrección de ampacidad donde la temperatura ambiente es distinta de 40 °C.

**Si no se permite específicamente otra cosa en otro lugar de esta NOM, la protección contra sobrecorriente para los tipos de conductores marcados con asterisco (*) no debe ser mayor a 15 amperes para el tamaño del 14 AWG, 20 amperes para el 12 AWG y 30 amperes para el 10 AWG; o 15 amperes para el 12 AWG y 25 amperes para el 10 AWG para los conductores de cobre.

Tabla B.310.15(B)(2)(5) Ampacidad de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos no magnéticos (un conductor por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Area mm^2	Tamaño (AWG o kcmil)	3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)			9 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 4)			3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)			9 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 4)		
		Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, , XHHW, USE			Tipos RHW, , XHHW, USE			Tipos RHW, , XHHW, USE		
		COBRE									ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE								
		RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100
127	250	410	344	327	386	295	275	369	270	252	320	269	256	302	230	214	288	211	197
177	350	503	418	396	472	355	330	446	322	299	393	327	310	369	277	258	350	252	235
253	500	624	511	484	583	431	400	545	387	360	489	401	379	457	337	313	430	305	284
380	750	794	640	603	736	534	494	674	469	434	626	505	475	581	421	389	538	375	347
507	1000	936	745	700	864	617	570	776	533	493	744	593	557	687	491	453	629	432	399
633	1250	1055	832	781	970	686	632	854	581	536	848	668	627	779	551	508	703	478	441
760	1500	1160	907	849	1063	744	685	918	619	571	941	736	689	863	604	556	767	517	477
887	1750	1250	970	907	1142	793	729	975	651	599	1026	796	745	937	651	598	823	550	507
1013	2000	1332	1027	959	1213	836	768	1030	683	628	1103	850	794	1005	693	636	877	581	535
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección																	
6–10		1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			0.90		

Tabla B.310.15(B)(2)(6) Ampacidades de tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por conducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

Area mm^2	Tamaño (AWG o kcmil)	1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)			1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)		
		Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE		
		COBRE									ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE								
		RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RH 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100	RHO 60 LF 50	RHO 90 LF 100	RHO 120 LF 100
8.367	8	58	54	53	56	48	46	53	42	39	45	42	41	43	37	36	41	32	30
13.3	6	77	71	69	74	63	60	70	54	51	60	55	54	57	49	47	54	42	39
21.15	4	101	93	91	96	81	77	91	69	65	78	72	71	75	63	60	71	54	51
33.62	2	132	121	118	126	105	100	119	89	83	103	94	92	98	82	78	92	70	65
42.41	1	154	140	136	146	121	114	137	102	95	120	109	106	114	94	89	107	79	74
53.49	1/0	177	160	156	168	137	130	157	116	107	138	125	122	131	107	101	122	90	84
67.43	2/0	203	183	178	192	156	147	179	131	121	158	143	139	150	122	115	140	102	95
85.01	3/0	233	210	204	221	178	158	205	148	137	182	164	159	172	139	131	160	116	107
107.2	4/0	268	240	232	253	202	190	234	168	155	209	187	182	198	158	149	183	131	121
127	250	297	265	256	280	222	209	258	184	169	233	207	201	219	174	163	202	144	132
177	350	363	321	310	340	267	250	312	219	202	285	252	244	267	209	196	245	172	158
253	500	444	389	375	414	320	299	377	261	240	352	308	297	328	254	237	299	207	190
380	750	552	478	459	511	388	362	462	314	288	446	386	372	413	314	293	374	254	233
507	1000	628	539	518	579	435	405	522	351	321	521	447	430	480	361	336	433	291	266
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección																	
6–10		1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			0.90		

Tabla B.310.15(B)(2)(7). Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente del suelo de 20 °C y los ductos eléctricos dispuestos como en la Figura B.310.15(B)(2)(2), temperatura del conductor 75 °C

		1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)			1 Ducto Eléctrico (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 1)			3 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 2)			6 Ductos Eléctricos (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 3)		
		Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE			Tipos RHW, XHHW, USE		
		COBRE									ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE								
		RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO	RHO
		60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120
Area	Tamaño (AWG o	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF	LF
mm^2	kcmil)	50	100	100	50	100	100	50	100	100	50	100	100	50	100	100	50	100	100
8.367	8	63	58	57	61	51	49	57	44	41	49	45	44	47	40	38	45	34	32
13.3	6	84	77	75	80	67	63	75	56	53	66	60	58	63	52	49	59	44	41
21.15	4	111	100	98	105	86	81	98	73	67	86	78	76	79	67	63	77	57	52
26.67	3	129	116	113	122	99	94	113	83	77	101	91	89	83	77	73	84	65	60
33.62	2	147	132	128	139	112	106	129	93	86	115	103	100	108	87	82	101	73	67
42.41	1	171	153	148	161	128	121	149	106	98	133	119	115	126	100	94	116	83	77
53.49	1/0	197	175	169	185	146	137	170	121	111	153	136	132	144	114	107	133	94	87
67.43	2/0	226	200	193	212	166	156	194	136	126	176	156	151	165	130	121	151	106	98
85.01	3/0	260	228	220	243	189	177	222	154	142	203	178	172	189	147	138	173	121	111
107.2	4/0	301	263	253	280	215	201	255	175	161	235	205	198	219	168	157	199	137	126
127	250	334	290	279	310	236	220	281	192	176	261	227	218	242	185	172	220	150	137
152	300	373	321	308	344	260	242	310	210	192	293	252	242	272	204	190	245	165	151
177	350	409	351	337	377	283	264	340	228	209	321	276	265	296	222	207	266	179	164
203	400	442	376	361	394	302	280	368	243	223	349	297	284	321	238	220	288	191	174
253	500	503	427	409	460	341	316	412	273	249	397	338	323	364	270	250	326	216	197
304	600	552	468	447	511	371	343	457	296	270	446	373	356	408	296	274	365	236	215
355	700	602	509	486	553	402	371	492	319	291	488	408	389	443	321	297	394	255	232
380	750	632	529	505	574	417	385	509	330	301	508	425	405	461	334	309	409	265	241
405	800	654	544	520	597	428	395	527	338	308	530	439	418	481	344	318	427	273	247
456	900	692	575	549	628	450	415	554	355	323	563	466	444	510	365	337	450	288	261
507	1000	730	605	576	659	472	435	581	372	338	597	494	471	538	385	355	475	304	276
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección																	
6–10		1.09			1.09			1.09			1.09			1.09			1.09		
11–15		1.04			1.04			1.04			1.04			1.04			1.04		
16–20		1.00			1.00			1.00			1.00			1.00			1.00		
21–25		0.95			0.95			0.95			0.95			0.95			0.95		
26–30		0.90			0.90			0.90			0.90			0.90			0.90		

Tabla B.310.15(B)(2)(8) Ampacidades de dos o tres conductores aislados, de 0 a 2000 volts nominales, cableados dentro de un recubrimiento general (dos o tres conductores), directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica de 90 (Rho)

		1 Cable (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 5)		2 Cables (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 6)		1 Cable (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 5)		2 Cables (Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 6)	
		60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS				TIPOS			
		UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, THHW, THW, THWN, XHHW, USE	UF	RHW, XHHW, USE	UF	RHW, XHHW, USE
Area mm^2	Tamaño (AWG o kcmil)	COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	64	75	60	70	51	59	47	55
13.3	6	85	100	81	95	68	75	60	70
21.15	4	107	125	100	117	83	97	78	91
33.62	2	137	161	128	150	107	126	110	117
42.41	1	155	182	145	170	121	142	113	132
53.49	1/0	177	208	165	193	138	162	129	151
67.43	2/0	201	236	188	220	157	184	146	171
85.01	3/0	229	269	213	250	179	210	166	195
107.2	4/0	259	304	241	282	203	238	188	220
127	250	—	333	—	308	—	261	—	241
177	350	—	401	—	370	—	315	—	290
253	500	—	481	—	442	—	381	—	350
380	750	—	585	—	535	—	473	—	433
507	1000	—	657	—	600	—	545	—	497
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección							
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90

NOTA: Para las ampacidades de los cables del tipo UF en conductos eléctricos subterráneos, multiplicar las ampacidades mostradas en esta tabla por 0.74.

Tabla B.310.15(B)(2)(9) Ampacidades de tres ternas de conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 7		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 8		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 7		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 8	
		60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS				TIPOS			
		UF	USE	UF	USE	UF	USE	UF	USE
Area mm^2	Tamaño (AWG o kcmil)	COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	72	84	66	77	55	65	51	60
13.3	6	91	107	84	99	72	84	66	77
21.15	4	119	139	109	128	92	108	85	100
33.62	2	153	179	140	164	119	139	109	128
42.41	1	173	203	159	186	135	158	124	145
53.49	1/0	197	231	181	212	154	180	141	165
67.43	2/0	223	262	205	240	175	205	159	187
85.01	3/0	254	298	232	272	199	233	181	212
107.2	4/0	289	339	263	308	226	265	206	241
127	250	—	370	—	336	—	289	—	263
177	350	—	445	—	403	—	349	—	316
253	500	—	536	—	483	—	424	—	382
380	750	—	654	—	587	—	525	—	471
507	1000	—	744	—	665	—	608	—	544
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección							
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90

Tabla B.310.15(B)(2)(10) Ampacidades de tres conductores sencillos aislados, de 0 a 2000 volts nominales, directamente enterrados en la tierra, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, Ducto Eléctrico de acuerdo a la Figura B.310.15(B)(2)(2), factor de carga del 100%, resistencia térmica (Rho) de 90

		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 9		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 10		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 9		Ver Fig. B.310.15(B)(2)(2), Detalle 10	
		60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C	60 °C	75 °C
		TIPOS				TIPOS			
Area mm^2	Tamaño (AWG o kcmil)	UF	USE	UF	USE	UF	USE	UF	USE
		COBRE				ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			
8.367	8	84	98	78	92	66	77	61	72
13.3	6	107	126	101	118	84	98	78	92
21.15	4	139	163	130	152	108	127	101	118
33.62	2	178	209	165	194	139	163	129	151
42.41	1	201	236	187	219	157	184	146	171
53.49	1/0	230	270	212	249	179	210	165	194
67.43	2/0	261	306	241	283	204	239	188	220
85.01	3/0	297	348	274	321	232	272	213	250
107.2	4/0	336	394	309	362	262	307	241	283
127	250	—	429	—	394	—	335	—	308
177	350	—	516	—	474	—	403	—	370
253	500	—	626	—	572	—	490	—	448
380	750	—	767	—	700	—	605	—	552
507	1000	—	887	—	808	—	706	—	642
633	1250	—	979	—	891	—	787	—	716
760	1500	—	1063	—	965	—	862	—	783
887	1750	—	1133	—	1027	—	930	—	843
1013	2000	—	1195	—	1082	—	990	—	897
Temperatura Ambiente (°C)		Factores de Corrección							
6–10		1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09	1.12	1.09
11–15		1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04	1.06	1.04
16–20		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21–25		0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.95
26–30		0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90	0.87	0.90

Tabla B.310.15(B)(2)(11) Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o en un cable, con diversidad de carga

Número de conductores portadores de corriente*	Porcentaje de los valores de las barras ajustadas según la temperatura ambiente
4-6	80
7-9	70
10-24	70**
25-42	60**
43-85	50**

*Número de conductores es el número total de conductores en la canalización o cables ajustados de acuerdo con 310.(B)(4) y (5).

**Estos factores incluyen los efectos los efectos de una diversidad de carga de 50%.

NOTA: El límite de las ampacidades para el número de conductores portadores de corriente de 10 hasta 85 se basa en la siguiente fórmula. Para más de 85 conductores, se requieren cálculos especiales que están más allá del alcance de esta tabla:

$$A_2 = \left[\sqrt{\frac{0.5\,N}{E}}\,x\,(A_1)\right] o\ A_1\ ,el\ que\ sea\ menor$$

Donde:

A_1= Ampacidad, según las Tablas: 310.15(B)(16), 310.15(B)(18), B.310.15(B)(2)(1), B.310.15(B)(2)(6) y B.310.15(B)(2)(7), multiplicada por el factor adecuado según la Tabla B.310.15(B)(2)(11).

N= número total de conductores utilizados para obtener el factor de multiplicación de la Tabla B.310.15(B)(2)(11).

E= número de conductores portadores de corriente simultáneos en la canalización o cable.

A_2= Límite de la ampacidad para los conductores portadores de corriente en la canalización o cable.

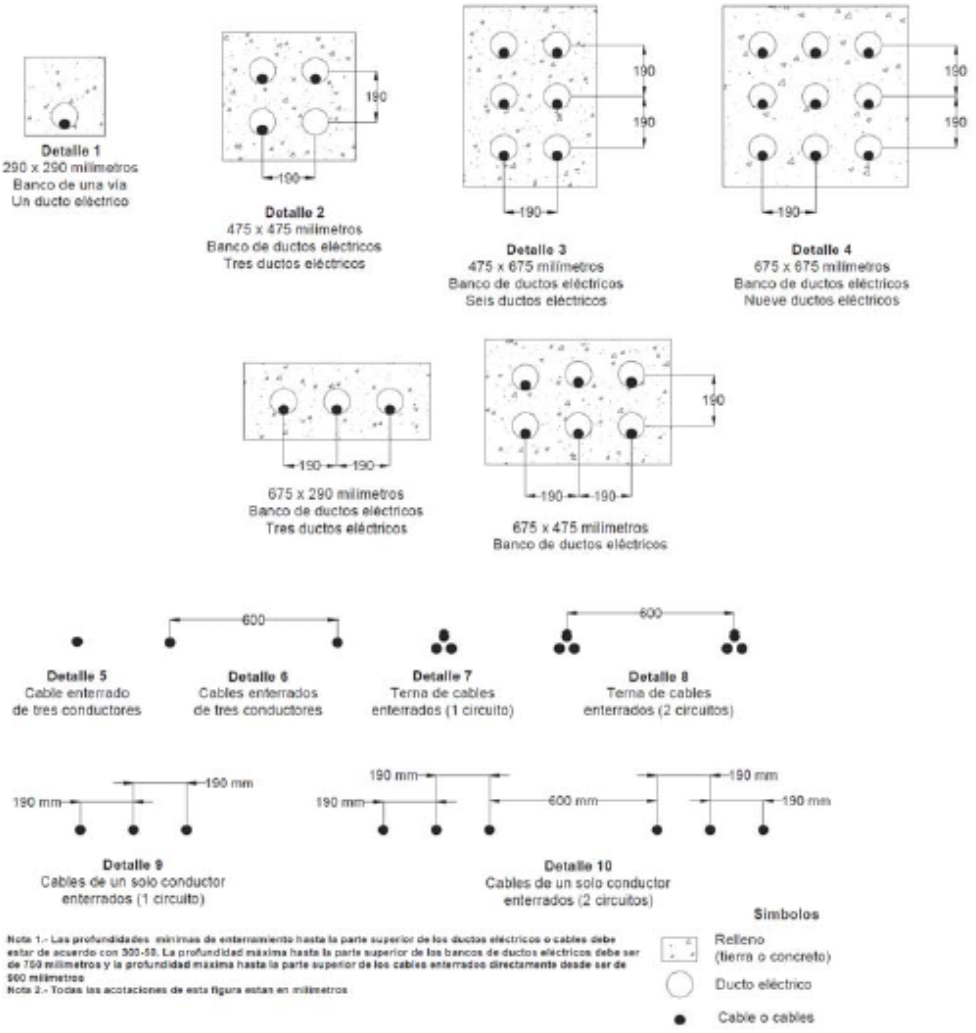
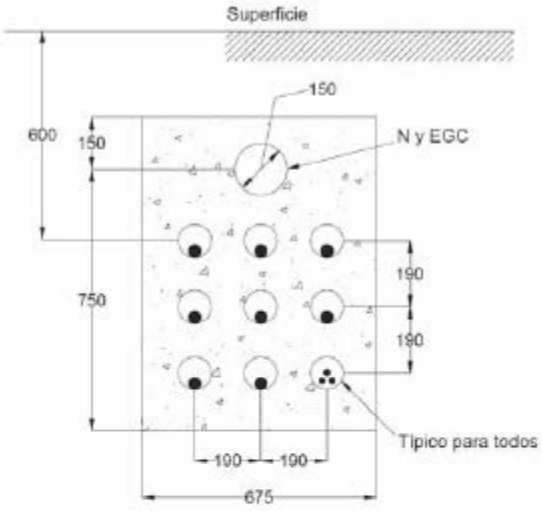


Figura B. 310-15(B)(2)(2).- Dimensiones de la instalación de cables para usarlas con las Tablas B.310.15(B)(2)(5) hasta la Tabla B.310.15(B)(2)(10)



Criterios de diseño:
Ductos para el conductor del neutro (N) y para el conductor de puesta a tierra de equipos (EGC) = 15 cm
Ductos para la fase = 7.50 a 12.50 cm
Número de cables por ducto = 3

Número de cables por fase = 9

Rho del concreto = Rho de la tierra − 5
Rho del ducto de PVC = 650
Rho del aislamiento de los cables = 500
Rho de la chaqueta de los cables = 650

Notas:

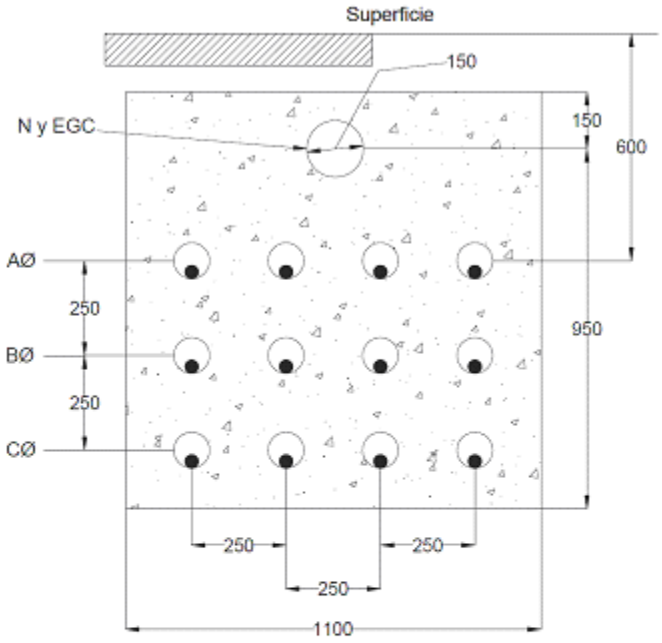
1. La configuración del neutro según 300−5(1) Excepción 2 para instalaciones de fase separada en ductos no magnéticos.
2. Las fases en las filas o columnas son A, B, C. Cuando se utilicen ductos eléctricos magnéticos, los conductores se instalan en configuración A, B, C en cada ductos con el neutro y todos los conductores de puesta a tierra de equipos en el mismo ductos. En este caso se elimina en ductos de 15 centímetros del neutro.
3. La carga máxima de armónicos en el conductor del neutro no puede superar el 50% de la corriente de fase para las ampacidad mostradas en la tabla.
4. Las pantallas metálicas de los cables del tipo MV−90 se deben poner a tierra sólo en un punto cuando se use la disposición A, B, C de las filas en las filas o columnas.

Tamaño (kcmil)	TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW,USE, OR MV-90*		
	Corriente nominal total por fase en amperes		
	RHO DE LA TIERRA 60 F. DEF. CARGA 50	RHO DE LA TIERRA 90 F. DEF. CARGA 100	RHO DE LA TIERRA 120 F. DEF. CARGA 100
250	2340 (260 A / Cable)	1530 (170 A / Cable)	1395 (155 A / Cable)
350	2790 (310 A / Cable)	1800 (200 A / Cable)	1665 (185 A / Cable)
500	3375 (375 A / Cable)	2160 (240 A / Cable)	1980 (220 A / Cable)

Temperatura Ambiente (°C)	Para temperaturas ambiente distintas de 20 °C, multiplicar las temperaturas ambiente anteriores por el factor ambiente (°C) adecuado de los siguientes:				
6-10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
11-15	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21-25	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
26-30	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

- Limitado a la temperatura del conductor de 75 °C.

NOTA a la Figura B.310.15(B)(2)(3) Ampacidad de los conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), nueve cables de un solo conductor, por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y temperatura de los conductores de 75 °C.



Criterios de diseño:
Ductos para el conductor del neutro (N) y para el conductor de puesta a tierra de equipos (EGC) = 15 cm
Ductos para la fase = 7.50
Número de cables por ducto = 1

Número de cables por fase = 4

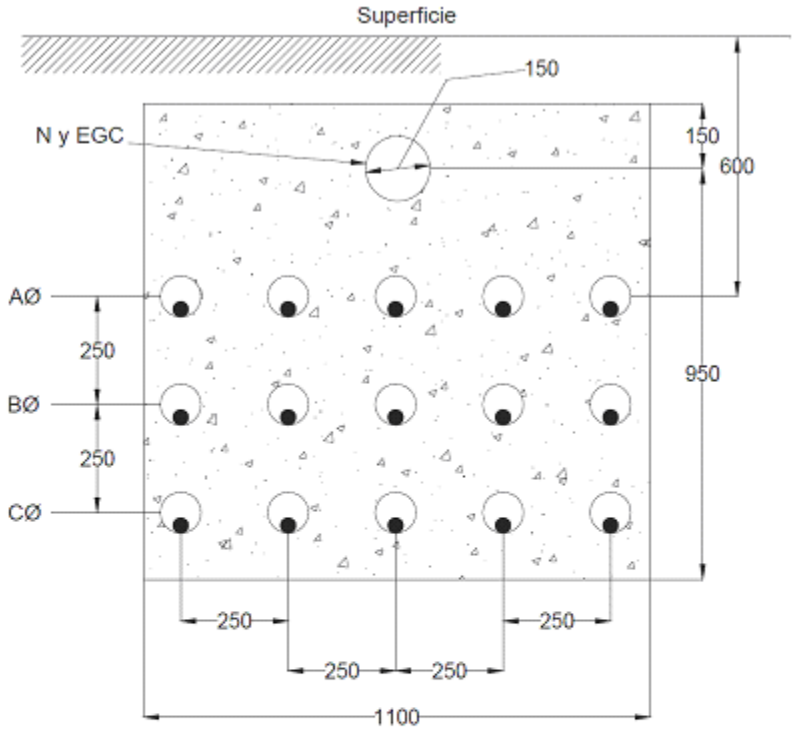
Rho del concreto = Rho de la tierra = 5
Rho del ducto de PVC = 650
Rho del aislamiento de los cables = 500
Rho de la chaqueta de los cables = 650

Notas:

1. La configuración del neutro según 300.5(1) Excepción 2.
2. La carga máxima de armónicos en el conductor del neutro no puede superar el 50% de la corriente de fase para las ampacidad mostradas en la tabla.
3. Las pantallas metálicas de los cables del tipo MV-90 se deben poner a tierra sólo en un punto cuando se use la disposición A, B, C de las filas en las filas o columnas.

Tamaño (kcmil)	**TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW,USE, O MV-90***				
	Corriente nominal total por fase en amperes				
	RHO DE LA TIERRA 60 F. DEF. CARGA 50		**RHO DE LA TIERRA 90 F. DEF. CARGA 100**		**RHO DE LA TIERRA 120 F. DEF. CARGA 100**
750	2820 (705 A / Cable)		1860 (465 A / Cable)		1680 (420 A / Cable)
1000	3300 (825 A / Cable)		2140 (535A / Cable)		1920 (480 A / Cable)
1250	3700 (925 A / Cable)		2380 (595 A / Cable)		2120 (530 A / Cable)
1500	4060 (260 A / Cable)		2580 (645A / Cable)		2300 (575 A / Cable)
1750	4360 (260 A / Cable)		2740 (685 A / Cable)		2460 (615A / Cable)
Temperatura Ambiente (°C)	**Para temperaturas ambiente distintas de 20 °C, multiplicar las temperaturas ambiente anteriores por el factor ambiente (°C) adecuado de los siguientes :**				
6-10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
11-15	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21-25	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
26-30	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

NOTA a la Figura B.310.15(B)(2)(4)Ampacidad de los conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), nueve cables de un solo conductor, por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y temperatura de los conductores de 75 °C.



Criterios de diseño:
Ductos para el conductor del neutro (N) y para el conductor de puesta a tierra de equipos (EGC) = 15 cm
Ductos para la fase = 7.50 cm
Material de los conductores = Cobre
Número de cables por ducto = 1

Número de cables por fase = 5
Rho del concreto = Rho de la tierra = 5

Rho del ducto de PVC = 650
Rho del aislamiento de los cables = 500
Rho de la chaqueta de los cables = 650

Notas:

1. La configuración del neutro según 300.5(1) Excepción 2.
2. La carga máxima de armónicos en el conductor del neutro no puede superar el 50% de la corriente de fase para las ampacidad mostradas en la tabla.
3. Las pantallas metálicas de los cables del tipo MV-90 se deben poner a tierra sólo en un punto.

Tamaño (kcmil)	**TIPOS RHW, THHW, THW, THWN, XHHW,USE, O MV-90***				
	Corriente nominal total por fase en amperes				
	RHO DE LA TIERRA 60 F. DEF. CARGA 50		**RHO DE LA TIERRA 90 F. DEF. CARGA 100**		**RHO DE LA TIERRA 120 F. DEF. CARGA 100**
2000	5575 (1115 A / Cable)		3375 (675 A / Cable)		3000 (600 A / Cable)
Temperatura Ambiente (°C)	**Para temperaturas ambiente distintas de 20 °C, multiplicar las temperaturas ambiente anteriores por el factor ambiente (°C) adecuado de los siguientes:**				
6-10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
11-15	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
16-20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21-25	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
26-30	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

NOTA a la Figura B.310.15(B)(2)(5)Ampacidad de los conductores sencillos aislados, de 0 a 5000 volts nominales, en ductos eléctricos subterráneos (tres conductores por ducto eléctrico), nueve cables de un solo conductor, por fase, con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C y temperatura de los conductores de 75 °C

APENDICE B

(Informativo)

Este apéndice no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

TABLA B1.1 LISTA DE NORMAS OFICIALES Y NORMAS MEXICANAS

NORMA	Título	Sección
NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene	500-4 (c)
NOM-029-STPS-2005	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad	
NOM-010-SECRE-2002	Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio	514-2(b)
NMX-J-163-ANCE-2004	Artefactos eléctricos-Configuraciones	550-5 550-23 555-3
NMX-J-472-ANCE-2008	Conductores-Determinación de la cantidad de gas ácido halogenado generado durante la combustión controlada de materiales poliméricos tomados de cables eléctricos-Método de prueba	725-71(a)
NMX-J-498-ANCE-2011	Conductores-Determinación de la resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos que se colocan en charola vertical-Método de prueba	725-71(b)
NRF-011-CFE-2004	Sistema de tierras para plantas y subestaciones eléctricas	921-25, 250-191
NOM-007-ENER-2004	Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales	220-3
NOM-053-SCFI-2000	Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga-Especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos	620-2

TABLA B1.2 LISTADO DE NORMAS DE PRODUCTOS ELECTRICOS

NORMA	TITULO	Sección
NOM-003-SCFI-2000	Productos eléctricos especificaciones de seguridad	
NMX-J-005-ANCE-2005	Interruptores de uso general para instalaciones eléctricas fijas – Especificaciones generales y métodos de prueba	404-9 210-24 240
NOM-058-SCFI-2007	Productos eléctricos-Balastros para lámparas de descarga eléctrica en gas-Especificaciones de seguridad	300-3 (c) (2) 410
NOM-063-SCFI-2001	Productos eléctricos - Conductores-Requisitos de seguridad	310
NOM-064-SCFI-2000	Productos eléctricos - Luminarios para uso en interiores y exteriores-especificaciones de seguridad y métodos de prueba	410
NOM-021-ENER/SCFI-2008	Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado	440
NOM-011-ENER-2006	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límite, métodos de prueba y etiquetado	440
NOM-014-ENER-2004	Eficiencia energética de motores eléctricos de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0.180 kW a 1.500 kW. Límites, método de prueba y marcado	430
NOM-016-ENER-2010	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0.746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado	430
NMX-J-002-ANCE-2001	Conductores – Alambres de cobre duro para usos eléctricos-Especificaciones	310
NMX-J-008-ANCE-2001	Conductores – Alambres de cobre estañado suave o recocido para usos eléctricos-Especificaciones	310
NMX-J-009/248-1-ANCE-2006	Fusibles para baja tensión – Parte 1: Requisitos generales	240
NMX-J-009/248-4-ANCE-2006	Fusible para baja tensión – Parte 4: Fusibles clase CC	240-4 (d)(1)
NMX-J-009/248-8-ANCE-2006	Fusible para baja tensión – Parte 8: Fusibles clase J	240-4 (d)(1)
NMX-J-009/248-15-ANCE-2006	Fusible para baja tensión – Parte 15: Fusibles clase T	240-4 (d)(1)

NMX-J-009/248-7-ANCE-2000	Fusibles para baja tensión – Parte 7: Fusibles renovables clase H	240-60 (d)
NMX-J-009/248-11-ANCE-2006	Fusibles para baja tensión – Parte 11: Fusibles tipo tapón	240 e
NMX-J-010-ANCE-2011	Conductores – Conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V – Especificaciones	310-104
NMX-J-012-ANCE-2008	Conductores – Cable de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos – Especificaciones	315
NMX-J-017-ANCE-2006	Accesorios para cables y tubos – Especificaciones y métodos de prueba	342, 358, 360, 348, 350, 356
NMX-J-023/1-ANCE-2007	Cajas registro metálicas y sus accesorios – Parte 1: Especificaciones y métodos de prueba	110-28 314-40
NMX-J-024-ANCE-2005	Artefactos eléctricos – Portalámparas roscados tipo Edison – Especificaciones y métodos de prueba	422-40 422-48 (b)
NMX-J-028-ANCE-2001	Conductores – Cables concéntricos tipo espiral para acometida aérea a baja tensión, hasta 600 V – Especificaciones	230 D
NMX-J-032-ANCE-2009	Conductores de aluminio – Cable de aluminio de aleación 1350 con cableado concéntrico, para usos eléctricos – Especificaciones	810
NMX-J-036-ANCE-2001	Conductores – Alambre de cobre suave para usos eléctricos – Especificaciones	310
NMX-J-038/11-ANCE-2007	Equipos de soldadura eléctrica por arco – Parte 11: Portaelectrodos	630
NMX-J-058-ANCE-2007	Conductores – Cable de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR) – Especificaciones	230
NMX-J-059-ANCE-2004	Conductores – Cable de cobre con cableado concéntrico compacto, para usos eléctricos – Especificaciones	315
NMX-J-075/1-ANCE-1994	Aparatos eléctricos – Máquinas rotatorias – Parte 1: Motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0,062 a 373 kW – Especificaciones	430
NMX-J-075/2-ANCE-1994	Aparatos eléctricos – Máquinas rotatorias – Parte 2: Motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias grandes – Especificaciones	430
NMX-J-075/3-ANCE-1994	Aparatos eléctricos – Máquinas rotatorias – Parte 3: Métodos de prueba para motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0,062 kW	430
NMX-J-093-ANCE-2009	Conductores – Determinación de la resistencia a la propagación de incendio en conductores eléctricos – Métodos de prueba	Tabla 310-104 (a)
NMX-J-102-ANCE-2005	Conductores – Cordones flexibles tipo SPT con aislamiento termoplástico a base de policloruro de vinilo para instalaciones hasta 300 V – Especificaciones	400-5 a)
NMX-J-116-ANCE-2005	Transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación – Especificaciones	450
NMX-J-118/1-ANCE-2000	Productos eléctricos - Tableros de alumbrado y distribución en baja tensión - Especificaciones y métodos de prueba	480
NMX-J-118/2-ANCE-2007	Tableros – Tableros de distribución de baja tensión – Especificaciones y métodos de prueba	480
NMX-J-142/1-ANCE-2011	Conductores – Cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno-propileno para tensiones de 5 kV a 35 kV – Especificaciones y métodos de prueba	250-190 504-30 b)
NMX-J-148-ANCE-2001	Electroductos - Especificaciones y métodos de prueba	368
NMX-J-149/2-ANCE-2008	Fusibles para media y alta tensión – Parte 2: Cortacircuitos fusible de expulsión – Especificaciones y métodos de prueba	490-21(b)
NMX-J-150/1-ANCE-2008	Coordinación de aislamiento – Parte 1: Definiciones, principios y reglas	922-11
NMX-J-150/2-ANCE-2004	Coordinación de aislamiento – Parte 2: Guía de aplicación	922-11
NMX-J-192-ANCE-2009	Conductores – Resistencia a la propagación de la flama en conductores eléctricos – Métodos de prueba	Tabla 310-104(a)
NMX-J-203/1-ANCE-2005	Capacitores – Parte 1: Capacitores de potencia en conexión paralelo – Especificaciones y métodos de prueba	460
NMX-J-203/2-ANCE-2006	Capacitores – Parte 2: Bancos de capacitores de potencia en conexión paralelo – Especificaciones y guía para la instalación y operación	460
NMX-J-203/3-ANCE-2008	Capacitores – Parte 3: Fusibles de media y alta tensión para la protección externa de bancos de capacitores y unidades capacitivas de potencia en conexión paralelo – Especificaciones y métodos de prueba	460-8 460-25

NMX-J-203/4-ANCE-2010	Capacitores – Parte 4: Guía para realizar la pruebas de envejecimiento de ciclo de sobre tensión	460
NMX-J-234-ANCE-2008	Aisladores – Boquillas de extra alta, alta y media tensión para corriente alterna – Especificaciones y métodos de prueba	922
NMX-J-235/1-ANCE-2008	Envolventes – Envolventes para uso en equipo eléctrico – Parte 1: Consideraciones no ambientales – Especificaciones y métodos de prueba	314-40 c)
NMX-J-235/2-ANCE-2000	Envolventes - Envolventes (gabinetes) para uso en equipo eléctrico - Parte 2: requerimientos específicos - Especificaciones y métodos de prueba	314-40 c)
NMX-J-266-ANCE-1999	Productos eléctricos – Interruptores – Interruptores automáticos en caja moldeada – Especificaciones y métodos de prueba	110-22 230
NMX-J-281/601-ANCE-2011	Vocabulario electrotécnico – Parte 601: Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica – Generalidades	100
NMX-J-285-ANCE-2005	Transformadores de distribución tipo pedestal monobásico y trifásico para distribución subterránea.	450
NMX-J-297-ANCE-2005	Conductores – Conductores flexibles de cobre para usos eléctricos y electrónicos – Especificaciones	400-5 a)
NMX-J-298-ANCE-2007	Conductores – Conductores tipo dúplex (TWD) con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 V – Especificaciones	396-2
NMX-J-300-ANCE-	Conductores-Cables control- Especificaciones	392
NMX-J-321-ANCE-2005	Apartarrayos de óxidos metálicos sin explosores, para sistemas de corriente alterna – Especificaciones y métodos de prueba	922
NMX-J-321/5-ANCE-2008	Apartarrayos – Parte 5: Recomendaciones para selección y aplicación	922
NMX-J-412-ANCE-2008	Clavijas y receptáculos - Especificaciones y métodos de prueba generales	517-2
NMX-J-412/1-ANCE-2004	Clavijas y contactos para uso doméstico y similar – Parte 1: requisitos generales	406-6
NMX-J-412/2-3-ANCE-2009	Conectores – Especificaciones y métodos de prueba	200-10 406
NMX-J-412/2-6-ANCE-2009	Artefactos grado hospital – Especificaciones y métodos de prueba	517-2 517-19
NMX-J-429-ANCE-2009	Conductores – Alambres, cables y cordones con aislamiento de PVC 80 ºC, 9 ºC y 105 ºC, para equipos electrónicos – Especificaciones.	400-5(a)
NMX-J-436-ANCE-2007	Conductores – Cordones y cables flexibles – Especificaciones	400-5
NMX-J-508-ANCE-2010	Artefactos eléctricos – Requisitos de seguridad – Especificaciones y métodos de prueba.	404 406
NMX-J-511-ANCE-2011	Soportes para conductores eléctricos – Sistemas de soportes metálicos tipo charola – Especificaciones y métodos de prueba.	392-12 392-100
NMX-J-515-ANCE-2003	Equipos de control y distribución – Requisitos generales de seguridad – Especificaciones y métodos de prueba.	408 409
NMX-J-519-ANCE-2011	Conectadores – Conectadores sellados – Especificaciones y métodos de prueba	110-14
NMX-J-520-ANCE-2006	Interruptores de circuito por falla a tierra – Especificaciones y métodos de prueba	406-4 (d) 406-6 409-21 (c)
NMX-J-529-ANCE-2006	Grados de protección proporcionados por los envolventes (código IP)	110-28
NMX-J-534-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo pesado y sus accesorios para la protección de conductores – Especificaciones y métodos de prueba	344
NMX-J-535-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo semipesado y sus accesorios para la protección de conductores – Especificaciones y métodos de prueba	342
NMX-J-536-ANCE-2008	Tubos metálicos rígidos de acero tipo ligero y sus accesorios para la protección de conductores – Especificaciones y métodos de prueba	358
NMX-J-538/1-ANCE-2005	Productos de distribución y de control de baja tensión – Parte 1: Reglas generales	230, 240, 408, 520-27
NMX-J-538/2-ANCE-2005	Productos de distribución y de control de baja tensión – Parte 2: Interruptores automáticos	230, 240, 408, 520-27
NMX-J-542-ANCE-2006	Tubo corrugado (flexible) no metálico para la protección de conductores eléctricos – Especificaciones y Métodos de prueba	360
NMX-J-543-ANCE-2008	Conectadores – Conectadores para instalaciones eléctricas utilización hasta 34,5 kV – Especificaciones y métodos de prueba	110-14 210-10 250-70

NMX-J-548-ANCE-2008	Conectadores – Conectadores tipo empalme para instalaciones eléctricas utilización – Especificaciones y métodos de prueba	110-14 210-10 250-70
NMX-J-549-ANCE-2005	Sistema de protección contra tormentas eléctricas – Especificaciones, materiales y métodos de medición	4.1.6, 250-4, 205-106, 620-37, 800
NMX-J-550/1-1-ANCE-2008	Compatibilidad electromagnética (EMC) Parte 1-1: Generalidades Aplicación e interpretación de definiciones y términos básicos	200, 250, 517, 650, 668
NMX-J-554-ANCE-2004	Roscas para tubo (conduit) y sus accesorios – Especificaciones y método de prueba.	342, 344, 500-8
NMX-J-569-ANCE-2005	Accesorios eléctricos - Interruptores automáticos para protección contra sobrecorriente en instalaciones domésticas y similares - Interruptores automáticos para operación con c.a.	406-6
NMX-J-570/1-ANCE-2006	Sistema de canalizaciones y ductos para instalaciones eléctricas – Parte 1: Requisitos generales	376-100 388-100
NMX-J-570/2-ANCE-2006	Sistema de canalizaciones y ductos para instalaciones eléctricas – Parte 2: Requisitos particulares – Sección 1: Sistemas de canalizaciones y ductos diseñados para montarse en techos	376-100 388-100
NMX-J-575-ANCE-2006	Interruptores automáticos operados con corriente diferencial residual sin protección integrada contra sobrecorrientes para instalaciones domésticas y usos similares (IDS) Parte 1: Reglas generales	406-6
NMX-J-576-ANCE-2005	Tubos rígidos de aluminio para la protección de conductores eléctricos y sus accesorios – Especificaciones y métodos de prueba	344
NMX-J-580/1-ANCE-2006	Ensambles de tableros de baja tensión – Parte 1: Ensambles con pruebas tipo y ensambles con pruebas tipo parciales	480
NMX-J-589-ANCE-2010	Métodos de medición para instalaciones eléctricas	4.2.12, 110-26, 250-12, 312-6, 680
NMX-J-590-ANCE-2009	Conectadores – Equipo para puesta tierra	250-70
NMX-J-592/1-ANCE-2008	Sistemas de gestión de energía - Esquemas de funcionamiento - Parte 1: Directrices y requisitos generales	Capítulo 9
NMX-J-592/2-ANCE-2008	Sistemas de gestión de energía – Esquemas de funcionamiento – Parte 1: Definiciones	Capítulo 9
NMX-J-593/1-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas - Parte 1: Introducción y visión de conjunto	924
NMX-J-593/2-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas – Parte 2: Definiciones	924
NMX-J-593/3-ANCE-2008	Sistemas de interconexión de subestaciones eléctricas – Parte 3: Requisitos generales	924
NMX-J-594-ANCE-2008	Relevadores de protección y control en la operación de sistemas eléctricos - Guía de aplicación	250-170 250-174 250-176 250-188
NMX-J-603-ANCE-2008	Guía de aplicación del sistema de protección contra tormentas eléctricas	4.1.6, 250-4, 205-106, 620-37, 800
NMX-J-604-ANCE-2008	Instalaciones eléctricas- Métodos de diagnóstico y reacondicionamiento de instalaciones eléctricas en operación – Especificaciones	4.4.2 110 240
NMX-J-609/826-ANCE-2009	Vocabulario electrotécnico - Parte 826: Instalaciones eléctricas (Utilización)	100
NMX-J-616-ANCE-2009	Guía de aplicación de filtros y capacitores con conexión en paralelo para la corrección de distorsión armónica	460
SERIE NMX-J-618/1-ANCE-2010	Evaluación de la seguridad en módulos fotovoltaicos (FV) – Parte 1: Requisitos generales para construcción	690
SERIE NMX-J-643/1-ANCE-2011	Dispositivos fotovoltaicos – Parte 1: Medición de la característica corriente-Tensión de los dispositivos fotovoltaicos	690
NMXJ-620/1-ANCE-2009	Interruptores automáticos operados con corriente residual con protección integrada contra sobrecorrientes para instalaciones domésticas y usos similares (IDCS) Parte 1: Reglas generales	406-6

NMX-J-623-ANCE-2009	Sistemas de canalizaciones para cables - Cinchos de sujeción para cables para instalaciones eléctricas	320-30, 330-30
NMX-J-627-ANCE-2009	Envolventes – Grados de protección proporcionados por la envolventes de equipos eléctricos en contra de impactos mecánicos (Código IK)	376-12 378-12 (1)
NMX-J-631-ANCE-2011	Canalizaciones eléctricas - Ductos metálicos, canales auxiliares y accesorios asociados – Especificaciones y métodos de prueba	366
NMX-J-643/1-ANCE-2011	Dispositivos fotovoltaicos- Parte 1: Medición de la característica corriente –Tensión de los dispositivos fotovoltaicos	690
NMX-E-242/1-ANCE-CNCP-2005	Industria del plástico – Tubo de polietileno de alta densidad (PEAD) para instalaciones eléctricas subterráneas (Conduit) – Especificaciones y métodos de prueba – Parte 1: Pared corrugada	353
NMX-E-242/2-ANCE-CNCP-2005	Industria del plástico – Tubo de polietileno de alta densidad (PEAD) para instalaciones eléctricas subterráneas – Especificaciones y métodos de prueba – Parte 2: Pared lisa	353
NMX-E-252-ANCE-CNCP-2008	Industrial del plástico – Tubos (Conduit) y conexiones poli(cloruro de vinilo) (PVC) sin plastificante tipo 1 (cédula 40) y tipo 2 (cédula 80) para instalaciones eléctricas – Especificaciones y métodos de prueba	352
NMX-I-118/02 NYCE	Telecomunicaciones-Cables-Parte 02-Cable Coaxial para acometida en sistemas de televisión por cable (STVC)	250, 324, 800
NMX-I-236/01 NYCE	Telecomunicaciones-Cables-Cables de fibras ópticas para uso interior-Especificaciones y métodos de prueba-Parte 01: Características básicas	250, 324, 800
NMX-I-237 NYCE	Telecomunicaciones-Cables-Cables de fibras ópticas para uso interior-Especificaciones y métodos de prueba.	250, 324, 800

TABLA B2.1 LISTADO DE NORMAS INTERNACIONALES

NORMA	Título	Sección
ISO 965-1: 1998	ISO general-purpose metric screw threads - Tolerances - Part 1: Principles and basic data	500-4
ISO 965-3: 1998	ISO general purpose metric screw threads - Tolerances - Part 3: Deviations for constructional screw threads	500-4
IEC 60079-0 (2011-06)	Explosive atmospheres - Part 0: Equipment - General requirements	505-4
IEC 60079-1 (2007-04)	Explosive atmospheres - Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures "d"	505-8
IEC 60079-2 (2007-02)	Explosive atmospheres - Part 2: Equipment protection by pressurized enclosures "p"	505-8
IEC 60079- 13 (2010-10)	Explosive atmospheres - Part 13: Equipment protection by pressurized room "p"	505-8
IEC 60079-15 (2010-01)	Explosive atmospheres - Part 15: Equipment protection by type of protection "n"	505-8
IEC 60079-6 (2007-03)	Explosive atmospheres - Part 6: Equipment protection by oil immersion "o"	505-8
IEC 60079-7 (2006-07)	Explosive atmospheres - Part 7: Equipment protection by increased safety "e"	505-8
IEC 60079-18 (2009-05)	Explosive atmospheres - Part 18: Equipment protection by encapsulation "m"	505-8
IEC 60079-5 (2007-03)	Explosive atmospheres - Part 5: Equipment protection by powder filling "q"	505-8
IEC 60079-10-1 (2008-12)	Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres	505-5 Nota 2 505-9 (a) 505-10
IEC 60079-10-2 (2008-12)	Explosive atmospheres - Part 10-2: Classification of areas - Combustible dust atmospheres	505-5 Nota 2 505-9 (a) 505-10
IEC 60079-16 (1990-05)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres. Part 16: Artificial ventilation for the protection of analyzer (s) houses	505-5 Nota 6
IEC 60079-20-1 (2010-01)	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres-Part 20: Data for Flammable gases and vapors, relating to use of electrical apparatus	505-7 505-8
IEC 60598-2-22 (2008-04)	Luminaires - Part 2-22: Particular requirements - Luminaires for emergency lighting	517-40 700-12
IEC 61400-1 ed3.0 (2005-08)	Wind turbines Part 1: Design requirements	694
ISO 30061 (2007)	Emergency lighting	700-16 924
IEC 60287-2-1 (2006-05)	Electric cables – Calculation of the current rating – Part 2-1: Thermal resistance – Calculation of thermal resistance	B.310.15(B)(2)
IEC 60287-3-1 (1999-05)	Electric cables – Calculation of the current rating – Part 3-1: Sections on operating conditions – Reference operating conditions and selection of cable type	TABLA B.310.15(B)(2)(1)

TABLA B2.2 LISTADO DE NORMAS EXTRANJERAS

NORMA	Título	Sección
C2-2012	National Electrical Safety Code (NESC)	110-31(b)(1) 225-18 225-19 500-5(b)(3) 551-79 nota 830-10
NFPA 20-2010	Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection	240-3 (a) 517-30(a)
IEEE 142-2007	Recommended practice for grounded of industrial and commercial power systems	250-27 (c)
NFPA 30-2012	Flammable and Combustible Liquids Code	500-3(c) 500-7(b) 505-5 513-1 515-1, 515-2 Tabla 515-2 515-16
NFPA 32-2011	Standard for Dry Cleaning Plants	500-3 (c)
NFPA 33-2011	Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials	500-3 (c) 516-1
NFPA 34-2011	Standard for Dipping, Coating and Printing Processes Using Flammable or Combustible Liquids	500-3 (c) 516-1
NFPA 35-2011	Standard for the Manufacture of Organic Coatings	500-3 (c)
NFPA 36-2009	Standard for Solvent Extraction Plants	500-3 (c)
NFPA 45-2011	Standard on Fire Protection for Laboratories using Chemicals	500-3 (c)
NFPA 50A-1999	Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites	500-3 (c)
NFPA 50B-1999	Standard for Liquefied Hydrogen Systems at Consumer Sites	500-3 (c)
NFPA 58-2011	Liquefied Petroleum Gas Code	500-3 (c) 500-7(b)
NFPA 59-2012	Utility LP-Gas Plant Code	500-3 (c)
NFPA 77-2007	Recommended Practice on Static Electricity	500-3 (c) 505-5 NOTA 3
NFPA 496-2008	Standard for Purged Pressurized Enclosure for Electrical Equipment	500-4(d) 501-3(a) 501-5(a)(2) 501-5(b)(2) 505-4(b)
UL 886-1994	Outlet Boxes and Fittings for Use in (Classified) Locations	501-5(e)(2) NOTA 2
NFPA 497-2008	Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500-3 (c) 500-5(a)(4) 500-5(e) 505-8 800-31
NFPA 499-2008	Recommended Practice for the Classification of Combustible Dusts and of Hazardous Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	500-3 (c) 500-5(b)(3) 500-5(e) 500-5(f)
NFPA 780-2011	Standard for the Installation of Lightning Protection Systems	500-3 (c) 505-5
NFPA 820-2012	Standard for Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities	500-3 (c)

API RP 500-1 2002	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 and Division 2	500-3 (c) 505-5 Nota 4 505-10(c)
API 2003-1998	Protection Against Ignitions Arising Out of Static Lightning and Stray Currents	500-3 (c) 505-5 Nota 3
ANSI/API RP 14F 2008	Design, Installation, and Maintenance of Electrical Systems for Fixed and Floating Offshore Petroleum Facilities for Unclassified and Class 1, Division 1 and Division 2 Locations	500-3 (c) 505-5 Nota 5
UL 1203-2006	Standard for Explosion-Proof and Dust-Ignition-Proof Electrical Equipment for Use in Hazardous (Classified) Locations	500-4 (a) 500-4 (b) 502-1
UL 1604-2004	Standard for Electrical Equipment For Use In Class I and II, Division 2, And Class III Hazardous (Classified) Locations	500-4(c) 500-4(f)(2)
UL 913-2006	Standard for Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations	500-4(e) 505-4(c)
UL 698A-2008	Standard for Industrial Control Panels Relating to Hazardous (Classified) Locations	500-4(g)
ANSI/ASHRAE 15- 2010	Safety Standard for Mechanical Refrigeration	500-5(a)(4)
ANSI CGA G2.1-1999	Safety Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia.	500-5(a)(4)
ASTM D 3175-11	Standard Test Method for Volatile Material in the Analysis Sample for Coal and Coke	500-5(b)(2)
NFPA 505-2011	Fire Safety Standard for Powered Industrial Trucks Including Type Designations, Areas of Use, Conversions, Maintenance, and Operation	503-1 625-1
ANSI/ISA RP12.06.01-2003	Recommended Practice for Wiring Methods for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation Part 1: Intrinsic Safety	504-1 504-50
UL 913-2006	Standard for Safety, Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, and III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations	504-2
UL 2279-1996	Electrical Equipment for use In Class I, Zone 0, 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations	505-4
ANSI/ISA-60079-0-(12.00.01)-2009	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zones 0, 1 & 2 Hazardous (Classified) Locations: General Requirements (IEC 60079-0 Mod)	505-4
ANSI/ISA-S12.10-1988	Area Classification in Hazardous (Classified) Dust Locations	500-3 (c)
ANSI/ISA 12.12.01-2011	Non incendive Electrical Equipment for Use in Class I & II, Division 2 & Class III, Divisions I & 2 Hazardous	500-4(c) 500-4(f)(1) 500-4(f)(2) 500-4(h)
ANSI/ISA-60079-7 (12.16.01)-2008	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations: Type of Protection-Increased Safety "e" (IEC 60079-7 Mod)	~~505-4(f)~~
ANSI/ISA-60079-1-(12.22.01)-2009	Electrical Apparatus for use in Class I, Zone 1 and 2 Hazardous (Classified) Locations, Type of Protection -Flameproof "d"	505-4(a)
ANSI/ISA-60079-18- (12.23.01)-2009	Electrical Apparatus for Use in Class I, Zone 1 Hazardous (Classified) Locations Type of Protection-Encapsulation "m" (IEC 60079-18 Mod)	505-4(g)
ANSI/ISA-60079-5-(12.00.04)-2009	Explosive atmospheres - Part 5: Equipment Protection by Powder Filling "q" (IEC 60079-5 Mod)	505-4(h)
ANSI/ISA-60079-6-(12.00.05)-2009	Explosive atmospheres - Part 6: Equipment Protection by Oil Immersion "o" (IEC 60079-6 Mod)	505-4(e)
API RP 505 1998	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, and Zone 2	505-5 Nota 2 505-9 505-10
ISA S12.24.01-1998	Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2	505-5 505-9(a) 505-10(c)
NFPA 88A -2011	Standard for Parking Structures	511-2
NFPA 88B -1997	Standard for Repair Garages	511-2

NFPA 409-2011	Standard on Aircraft hangars	513-1
NFPA 30A-2012	Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages	514-5(c) 555-10
NFPA 91-2010	Standard for Exhaust Systems for Air Conveying of Vapors, Gases, Mists, and Noncombustible Particulate Solids	516-1
NFPA 99-2012	Health Care Facilities Code Handbook	517-2, 517-20 (c), 517-25, 517-30(a), 517-30(b)(4), 517-30(b)(6), 517-30(e), 517-31, 517-32(c)(2), 517-32(g), 517-33(a)(9), 517-34, 517-34(b)(3), 517-34(b)(9), 517-35(a), 517-40(a) Excepción (c) 517-40(c) 517-41(a) 517-41(b)(2) 517-41(e) 517-42 517-42(c)(2) 517-42(g) 517-43(b)(3) 517-44(a) 517-44(b) Excepción 2 517-45(a) 517-45(b) 517-45(c) 517-60(a)(1) 517-61(a)(1) 517-61(a)(3) 517-64(f) 517-160(a)(2) 517-160 (a) (4) (2) 517-160 (a) 6 NOTAS 1 y 2, 517-160 (c) (1) a., b., c., d., e., f., g., h., i. y j 700-1 701-1
NFPA 101-2012	Life Safety Code	517-1 517-2 517-10(b)(2) 517-32(a) 517-32(b) 517-32(c)(1) 517-40 (a) Excepción (c) 571-41(b) 517-42(a) 517-42(b) 517-42(c)(1) 540-10 700-9 700-12
ASHRAE	Handbook of fundamentals (Indicado en el Capítulo 24)	517-34 517-43-(b)(1)
NFPA 40-2011	Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film	530-1 540-1

ASAE EP 473-1997	Equipotential Planes in Animal Containment Areas, American Society of Agricultural Engineers	547-9

SAE J1128-2011	Low-Tension Primary Cable	551-10 552-10(b)
SAE J1127-2010	Low Voltage Battery Cable	551-10 552-10(b)
NFPA 1192-2011	Standard on Recreational Vehicles	551-30(d)
NFPA 302-2010	Fire Protection Standard for Pleasure and Commercial Motor Craft	555-2 555-3
NFPA 303-2011	Fire Protection Standard for Marinas and Boatyards	555-3 555-7 555-10
NFPA 110-2010	Standard for Emergency and Standby Power Systems	700-1 700-7 701-1 701-8
IEEE 446-1995	Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications	701-1
NFPA 70E-2012	Handbook for Electrical Safety in the Workplace	710-1
NFPA 72-2010	National Fire Alarm and Signaling Code	760-1
TIA/EIA 568-A-1995	Commercial Building Telecommunications, Wiring Standard	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7
TIA/EIA 569 -2004	Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7
TIA/EIA 570-2004	Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard	725-7 760-8 770-8 800-6 830-7
UL 1666-2007	Test for Flame Propagation Height of Electrical and Optical-Fiber Cable Installed Vertically in Shafts	760-31(d) 760-31(e) 760-71(e) 800-51 (b) 770-51(b) 820-51(b) 830-5(a)
UL 2024 -2011	Standard for Signaling, Optical Fiber and Communications Raceways and Cable Routing Assemblies	770-6 800-4
UL 1459-1995	Standard for Safety, Telephone Equipment	800-4
UL 1863-2004	Standard for Safety, Communications Circuit Accessories	800-4
UL 497A-2001	Standard for Secondary Protectors for Communications Circuits	800-32
NFPA 86-2011	Standard for Ovens and Furnaces	516-2 (e)
NEMA 250-2008	Enclosures for Electrical Equipment (1 000 volts Maximum)	500-4 (c)
SAE J554-1987	Electric Fuses (Cartridge Type)	551-10(e)2
SAE J1284-1988	Blade Type Electric Fuses	551-10(e)2
UL 275-1993	Automotive Glass-Tube Fuses	551-10(e)2
NEMA WD6-2002	Wiring Devices-Dimensional Requirements	551-46(c) 552-44

APENDICE C (Informativo)

TABLAS DE OCUPACION EN TUBO CONDUIT DE CONDUCTORES

Y CABLES DEL MISMO TAMAÑO NOMINAL

Este apéndice no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos

Tabla C-1.- Número máximo de conductores o alambres para artefactos en tubería metálica eléctrica (EMT)

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm^2	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	7	11	20	27	46	80	120	157	201
	3.31	12	3	6	9	17	23	38	66	100	131	167
	5.26	10	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	8.37	8	1	2	4	7	9	16	28	42	55	70
	13.3	6	1	1	3	5	8	13	22	34	44	56
	21.2	4	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	26.7	3	1	1	1	4	5	9	15	23	30	38
	33.6	2	1	1	1	3	4	7	13	20	26	33
	42.4	1	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	53.5	1/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	67.4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	253	500	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	2.08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
	3.31	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
	5.26	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
	8.37	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW, THW-2	2.08	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW	3.31	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227

	5.26	10	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW THW-2	8.37	8	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106
RHH, RHW, RHW-2 TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	3.31	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	5.26	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8.37	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	13.3	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
	26.7	3	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51
	42.4	1	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18

	127	250	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	12	21	34	60	81	134	234	354	462	590
	3.31	12	9	15	25	43	59	98	171	258	337	430
	5.26	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
	8.37	8	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
	13.3	6	2	4	7	12	17	28	50	75	98	126
	21.2	4	1	3	5	9	12	20	35	53	69	88
	26.7	3	1	2	4	7	10	16	29	44	57	73
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
PFA, FAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	6	9	16	25	33	42
PFAH, TFE, PFA, PFAH, TFE,Z	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	21	27	35
	67.4	2/0	0	1	1	3	4	6	11	17	22	29
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	8	11	15	19
Z	2.08	14	14	25	41	72	98	161	282	426	556	711
	3.31	12	10	18	29	51	69	114	200	302	394	504
	5.26	10	6	11	18	31	42	70	122	185	241	309
	8.37	8	4	7	11	20	27	44	77	117	153	195
	13.3	6	3	5	8	14	19	31	54	82	107	137
	21.2	4	1	3	5	9	13	21	37	56	74	94
	26.7	3	1	2	4	7	9	15	27	41	54	69
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	22	34	45	57
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	18	28	36	46
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
	3.31	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
	5.26	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
	8.37	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
	13.3	6	1	3	6	10	14	22	39	60	78	100
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	28	43	56	72
	26.7	3	1	1	3	6	8	14	24	36	48	61

	33.6	2	1	1	3	5	7	11	20	31	40	51
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	4	5	8	15	23	30	38
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	13	19	25	32
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	10	16	21	27
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	6	9	12	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ALAMBRES PARA APARATOS												
FFH-2, FH-2, RFHH-3	0.824	18	8	14	24	41	56	92	—	—	—	—
	1.31	16	7	12	20	34	47	78	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	10	18	30	52	71	116	—	—	—	—
	1.31	16	8	15	25	43	58	96	—	—	—	—
	2.08	14	7	12	20	34	47	78	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	18	33	53	92	125	206	—	—	—	—
RFHH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	14	24	39	68	92	152	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	11	19	31	55	74	123	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	8	15	25	43	58	96	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	22	38	63	108	148	244	—	—	—	—
	1.31	16	17	29	48	83	113	186	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	21	36	59	103	140	231	—	—	—	—
	1.31	16	16	28	46	79	108	179	—	—	—	—
	2.08	14	12	21	34	60	81	134	—	—	—	—
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	0.824	18	27	47	77	133	181	298	—	—	—	—

	1.31	16	20	35	56	98	133	220	—	—	—	—
	2.08	14	14	25	41	72	98	161	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	39	69	111	193	262	433	—	—	—	—
	1.31	16	27	48	78	136	185	305	—	—	—	—
	2.08	14	19	33	54	93	127	209	—	—	—	—
	3.31	12	13	23	37	64	87	144	—	—	—	—
	5.26	10	8	15	25	43	58	96	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	46	82	133	230	313	516	—	—	—	—
	1.31	16	33	57	93	161	220	362	—	—	—	—
	2.08	14	22	38	63	108	148	244	—	—	—	—
	3.31	12	14	25	41	72	98	161	—	—	—	—
	5.26	10	9	16	27	47	64	105	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	4	8	13	23	31	51	—	—	—	—
	5.26	10	3	6	10	18	24	40	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para los conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-1 (a).

2. El cable tipo RHH con resistencia al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-1(a).- Número máximo de conductores compactos en tubería metálica eléctrica (EMT)

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**									
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**
THW, THW-2, THHW	8.37	8	2	4	6	11	16	26	46	69	90	115
	13.3	6	1	3	5	9	12	20	35	53	70	89
	21.2	4	1	2	4	6	9	15	26	40	52	67
	26.7	2	1	1	3	5	7	11	19	29	38	49
	42.4	1	1	1	1	3	4	8	13	21	27	34
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	12	18	23	30
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	10	15	20	25
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	203	400	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	2	4	7	13	18	29	52	78	102	130
	21.2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	26.7	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43

	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	30
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	127	250	0	1	1	1	1	4	6	10	13	16
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	3	3	4
XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	5	8	15	20	34	59	90	117	149
	13.3	6	1	4	6	11	15	25	44	66	87	111
	21.2	4	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	26.7	2	1	1	3	6	8	13	23	34	45	58
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	17	26	34	43
	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	14	22	29	37
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	6	10	15	20	25
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	8	13	17	21
	127	250	0	1	1	1	2	4	7	10	13	17
	152	300	0	0	1	1	1	3	6	9	11	14
	177	350	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	7	9	11
	253	500	0	0	0	1	1	1	4	6	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	380	750	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-2.- Número máximo de conductores o alambres para artefactos en tuberías eléctricas no metálicas (ENT)

CONDUCTORES								
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**					
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	3	6	10	19	26	43
	3.31	12	2	5	9	16	22	36
	5.26	10	1	4	7	13	17	29
	8.37	8	1	1	3	6	9	15
	13.3	6	1	1	3	5	7	12
	21.2	4	1	1	2	4	6	9
	26.7	3	1	1	1	3	5	8
	33.6	2	0	1	1	3	4	7
	42.4	1	0	1	1	1	3	5
	53.5	1/0	0	0	1	1	2	4
	67.4	2/0	0	0	1	1	1	3
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3
	107	4/0	0	0	1	1	1	2
	127	250	0	0	0	1	1	1
	152	300	0	0	0	1	1	1
	177	350	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	1
	380	750	0	0	0	0	0	1
	405	800	0	0	0	0	0	1
	456	900	0	0	0	0	0	1

	507	1000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0
	760	1500	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0
TW	2.08	14	7	13	22	40	55	92
	3.31	12	5	10	17	31	42	71
	5.26	10	4	7	13	23	32	52
	8.37	8	1	4	7	13	17	29
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW, THW-2	2.08	14	4	8	15	27	37	61
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW	3.31	12	3	5	12	21	29	49
	5.26	10	3	7	9	17	23	38
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW THW-2	8.37	8	1	3	5	10	14	23
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	2	4	7	10	17
	21.2	4	1	1	3	5	8	13
	26.7	3	1	1	2	5	7	11
	33.6	2	1	1	2	4	6	9
	42.4	1	0	1	1	3	4	6
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	5
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5
	85.0	3/0	0	0	1	1	2	4
	107	4/0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	1	1	1	2
	152	300	0	0	0	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	10	18	32	58	80	132
	3.31	12	7	13	23	42	58	96
	5.26	10	4	8	15	26	36	60
	8.37	8	2	5	8	15	21	35
	13.3	6	1	3	6	11	15	25
	21.2	4	1	1	4	7	9	15
	26.7	3	1	1	3	5	8	13
	33.6	2	1	1	2	5	6	11
	42.4	1	1	1	1	3	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	4
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1

FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	10	18	31	56	77	128
	3.31	12	7	13	23	41	56	93
	5.26	10	5	9	16	29	40	67
	8.37	8	3	5	9	17	23	38
	13.3	6	1	4	6	12	16	27
	21.2	4	1	2	4	8	11	19
	26.7	3	1	1	4	7	9	16
	33.6	2	1	1	3	5	8	13
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	1	4	5	9
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	1	1	2	4	6
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	2	4
Z	2.08	14	12	22	38	68	93	154
	3.31	12	8	15	27	48	66	109
	5.26	10	5	9	16	29	40	67
	8.37	8	3	6	10	18	25	42
	13.3	6	1	4	7	13	18	30
	21.2	4	1	3	5	9	12	20
	26.7	3	1	1	3	6	9	15
	33.6	2	1	1	3	5	7	12
	42.4	1	1	1	2	4	6	10
XHH, XHHW, XHHW2, ZW	2.08	14	7	13	22	40	55	92
	3.31	12	5	10	17	31	42	71
	5.26	10	4	7	13	23	32	52
	8.37	8	1	4	7	13	17	29
	13.3	6	1	3	5	9	13	21
	21.2	4	1	1	4	7	9	15
	26.7	3	1	1	3	6	8	13
	33.6	2	1	1	2	5	6	11
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	3	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0

ALAMBRES PARA ARTEFACTOS								
FFH-2, RFH-2, RFHH-3, SF-2, SFF-2	0.823	18	6	12	21	39	53	88
	1.31	16	5	10	18	32	45	74
	0.823	18	8	15	27	49	67	111
	1.31	16	7	13	22	40	55	92
	2.08	14	5	10	18	32	45	74
SF-1, SFF-1	0.823	18	15	28	48	86	119	197
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.823	18	11	20	35	64	88	145
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	9	16	29	51	71	117
XF, XFF	2.08	14	7	13	22	40	55	92

TFN, TFFN	0.823	18	18	33	57	102	141	233
	1.31	16	13	25	43	78	107	178
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.823	18	17	31	54	97	133	221
	1.31	16	13	24	42	75	103	171
	2.08	14	10	18	31	56	77	128
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	0.823	18	22	40	70	125	172	285
	1.31	16	16	29	51	92	127	210
	2.08	14	12	22	38	68	93	154
KF-2, KFF-2	0.823	18	31	58	101	182	250	413
	1.31	16	22	41	71	128	176	291
	2.08	14	15	28	49	88	121	200
	3.31	12	10	19	33	60	83	138
	5.261	10	7	13	22	40	55	92
KF-1, KFF-1	0.823	18	38	69	121	217	298	493
	1.31	16	26	49	85	152	209	346
	2.08	14	18	33	57	102	141	233
	3.31	12	12	22	38	68	93	154
	5.261	10	7	14	24	44	61	101
XF, XFF	3.31	12	3	7	12	21	29	49
	5.261	10	3	5	9	17	23	38

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debe usar la Tabla C-2 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-2(a).- Número máximo de conductores compactos en tuberías eléctricas no metálicas (ENT)

CONDUCTORES								
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**					
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	3	6	11	15	25
	13.3	6	1	2	4	8	11	19
	21.2	4	1	1	3	6	8	14
	33.6	2	1	1	2	4	6	10
	42.4	1	0	1	1	3	4	7
	53.5	1/0	0	1	1	3	4	6
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	4
	107	4/0	0	0	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	1	4	7	12	17	28
	21.2	4	1	2	4	7	10	17
	33.6	2	1	1	3	5	7	12
	42.4	1	1	1	2	4	5	9
	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8
	67.4	2/0	0	1	1	3	4	6
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3

	177	350	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	1	1	2
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	1	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8.37	8	2	4	8	14	19	32
	13.3	6	1	3	6	10	14	24
	21.2	4	1	2	4	7	10	17
	33.6	2	1	1	3	5	7	12
	42.4	1	1	1	2	4	5	9
	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8
	67.4	2/0	0	1	1	3	4	7
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	1	1	1	3	4
	127	250	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	1	1	1	3
	203	400	0	0	1	1	1	2
	253	500	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	1	1	1
	456	900	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	1	1

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-3.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico flexible (FMC)

CONDUCTORES												
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**									
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	7	11	17	25	44	67	96	131	171
	3.31	12	3	6	9	14	21	37	55	80	109	142
	5.26	10	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
	8.37	8	1	2	4	6	9	15	23	34	46	60
	13.3	6	1	1	3	5	7	12	19	27	37	48
	21.2	4	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	26.7	3	1	1	1	3	5	8	13	18	25	33
	33.6	2	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	42.4	1	0	1	1	1	2	5	7	10	14	19
	53.5	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	67.4	2/0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	203	400	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	253	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TW	2.08	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
	3.31	12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277
	5.26	10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207
	8.37	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW THW-2	2.08	14	6	10	15	24	35	62	94	135	184	240
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW	3.31	12	5	8	12	19	28	50	75	108	148	193
	5.26	10	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151
RHH*, RHW*, RHW-2* THHW, THW THW-2	8.37	8	1	4	6	9	13	23	35	51	69	90
RHH*, RHW*, RHW-2* TW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	4	7	10	18	27	39	53	69
	21.2	4	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	26.7	3	1	1	3	4	6	11	17	25	34	44
	33.6	2	1	1	2	4	5	10	14	21	29	37
	42.4	1	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	13	22	33	52	76	134	202	291	396	518
	3.31	12	9	16	24	38	56	98	147	212	289	378
	5.26	10	6	10	15	24	65	62	93	134	182	238
	8.37	8	3	6	9	14	20	35	53	77	105	137
	13.3	6	2	4	6	10	14	25	38	55	76	99
	21.2	4	1	2	4	6	9	16	24	34	46	61
	26.7	3	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
	33.6	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	43
	42.4	1	1	1	1	3	4	8	12	18	24	32
	53.5	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	27
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	6	9	12	17	22
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	5	7	10	14	18
	107	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	12	21	32	51	74	130	196	282	385	502
	3.31	12	9	15	24	37	54	95	143	206	281	367
	5.26	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263
	8.37	8	4	6	10	15	22	39	59	85	115	151

	13.3	6	2	4	7	11	16	28	42	60	82	107
	21.2	4	1	3	5	7	11	19	29	42	57	75
	26.7	3	1	2	4	6	9	16	24	35	48	62
	33.6	2	1	1	3	5	7	13	20	29	39	51
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	3	5	9	14	20	27	36
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	30
	67.4	2/0	1	1	1	2	3	6	9	14	19	24
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	11	15	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
Z	2.08	14	15	25	39	61	89	157	236	340	463	605
	3.31	12	11	18	28	43	63	111	168	241	329	429
	5.26	10	6	11	17	26	39	68	103	148	201	263
	8.37	8	4	7	11	17	24	43	65	93	127	166
	13.3	6	3	5	7	12	17	30	45	65	89	117
	21.2	4	1	3	5	8	12	21	31	45	61	80
	26.7	3	1	2	4	6	8	15	23	33	45	58
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	19	27	37	49
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	15	22	30	39
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	9	15	23	36	53	94	141	203	277	361
	3.31	12	7	11	18	28	41	72	108	156	212	277
	5.26	10	5	8	13	21	30	54	81	116	158	207
	8.37	8	3	5	7	11	17	30	45	64	88	115
	13.3	6	1	3	5	8	12	22	33	48	65	85
	21.2	4	1	2	4	6	9	16	24	34	47	61
	26.7	3	1	1	3	5	7	13	20	29	40	52
	33.6	2	1	1	3	4	6	11	17	24	33	44
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	3	5	8	13	18	25	32
	53.5	1/0	1	1	1	2	4	7	10	15	21	27
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	17	23
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	19
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ALAMBRES PARA APARATOS												
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	8	14	22	35	51	90	—	—	—	—
	1.31	16	7	12	19	29	43	76	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	11	18	28	44	64	113	—	—	—	—
	1.31	16	9	15	23	36	53	94	—	—	—	—
	2.08	14	7	12	19	29	43	76	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	19	32	50	78	114	201	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	14	24	37	58	84	148	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	11	19	30	47	68	120	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	9	15	23	36	53	94	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	23	38	59	93	135	237	—	—	—	—
	1.31	16	17	29	45	71	103	181	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	22	36	56	88	128	225	—	—	—	—
	1.31	16	17	28	43	68	99	174	—	—	—	—
	2.08	14	12	21	32	51	74	130	—	—	—	—
ZF, ZFF,ZHF, HF, HFF	0.824	18	28	47	72	113	165	290	—	—	—	—
	1.31	16	20	35	53	83	121	214	—	—	—	—
	2.08	14	15	25	39	61	89	157	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	41	68	105	164	239	421	—	—	—	—

	1.31	16	28	48	74	116	168	297	—	—	—	—
	2.08	14	19	33	51	80	116	204	—	—	—	—
	3.31	12	13	23	35	55	80	140	—	—	—	—
	5.26	10	9	15	23	36	53	94	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	48	82	125	196	285	503	—	—	—	—
	1.31	16	34	57	88	138	200	353	—	—	—	—
	2.08	14	23	38	59	93	135	237	—	—	—	—
	3.31	12	15	25	39	61	89	157	—	—	—	—
	5.26	10	10	16	25	40	58	103	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	5	8	12	19	28	50	—	—	—	—
	5.26	10	4	6	10	15	22	39	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-3 (a).

2. El cable tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-3(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit metálico flexible (FMC)

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**									
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**
THW, THHW, THW-2	8.37	8	2	4	6	10	14	25	38	55	75	98
	13.3	6	1	3	5	7	11	20	29	43	58	76
	21.2	4	1	2	3	5	8	15	22	32	43	57
	26.7	2	1	1	2	4	6	11	16	23	32	42
	33.6	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	29
	53.5	1/0	1	1	1	2	3	6	10	14	19	25
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	107	4/0	0	1	1	1	1	4	6	8	11	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	3	4	7	11	16	29	43	62	85	111
	21.2	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	26.7	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	33.6	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	67.4	2/0	1	1	1	2	4	6	10	14	20	26
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	127	250	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4

XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	5	8	13	19	33	50	71	97	127
	13.3	6	2	4	6	9	14	24	37	53	72	95
	21.2	4	1	3	4	7	10	18	27	38	52	69
	26.7	2	1	1	3	5	7	13	19	28	38	49
	33.6	1	1	1	2	3	5	9	14	21	28	37
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	12	17	24	31
	67.4	2/0	1	1	1	2	4	7	10	15	20	26
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	8	12	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	7	10	14	18
	127	250	0	1	1	1	1	4	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-4.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico intermedio (IMC)

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm^2	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	8	13	22	30	49	70	108	144	186
	3.31	12	4	6	11	18	25	41	58	89	120	154
RHH, RHW, RHW-2	5.26	10	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
	8.37	8	1	3	4	8	10	17	24	38	50	65
	13.3	6	1	1	3	6	8	14	19	30	40	52
	21.2	4	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
	26.7	3	1	1	2	4	6	9	13	21	28	36
	33.6	2	1	1	1	3	5	8	11	18	24	31
	42.4	1	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18
	67.4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	127	250	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	2.08	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
	3.31	12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
	5.26	10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
	8.37	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	2.08	14	6	11	18	31	42	69	98	151	202	261

RHH*,RHW*, RHW-2*, THHW, THW	3.31	12	5	9	14	25	34	56	79	122	163	209
	5.26	10	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
RHH*, RHW*, RHW-2*, THW, THHW, THW-2	8.37	8	2	4	7	12	16	26	37	57	76	98
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	5	9	12	20	28	43	58	75
	21.2	4	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
RHH*, RHW* RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	26.7	3	1	1	3	6	8	13	18	28	37	48
	33.6	2	1	1	3	5	6	11	15	23	31	41
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	11	16	22	28
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	14	24	39	68	91	149	211	326	436	562
	3.31	12	10	17	29	49	67	109	154	238	318	410
	5.26	10	6	11	18	31	42	68	97	150	200	258
	8.37	8	3	6	10	18	24	39	56	86	115	149
	13.3	6	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	21.2	4	1	3	4	8	10	17	25	38	51	66
	26.7	3	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47
	42.4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	29
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	24
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	13	23	38	66	89	145	205	317	423	545
	3.31	12	10	17	28	48	65	106	150	231	309	398
	5.26	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8.37	8	4	7	11	19	26	43	61	95	127	163
	13.3	6	3	5	8	14	19	31	44	67	90	116
	21.2	4	1	3	5	10	13	21	30	47	63	81
	26.7	3	1	3	4	8	11	18	25	39	52	68
	33.6	2	1	2	4	6	9	15	21	32	43	56
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18

Z	2.08	14	16	28	46	79	107	175	247	381	510	657
	3.31	12	11	20	32	56	76	124	175	271	362	466
	5.26	10	7	12	20	34	46	76	107	166	221	285
	8.37	8	4	7	12	21	29	48	68	105	140	180
	13.3	6	3	5	9	15	20	33	47	73	98	127
	21.2	4	1	3	6	10	14	23	33	50	67	87
	26.7	3	1	2	4	7	10	17	24	37	49	63
	33.6	2	1	1	3	6	8	14	20	30	41	53
	42.4	1	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	10	17	27	47	64	104	147	228	304	392
	3.31	12	7	13	21	36	49	80	113	175	234	301
	5.26	10	5	9	15	27	36	59	84	130	174	224
	8.37	8	3	5	8	15	20	33	47	72	97	124
	13.3	6	1	4	6	11	15	24	35	53	71	92
	21.2	4	1	3	4	8	11	18	25	39	52	67
	26.7	3	1	2	4	7	9	15	21	33	44	56
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	18	27	37	47
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	27	35
	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	11	17	23	30
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

ALAMBRES PARA APARATOS												
FHH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	9	16	26	45	61	100	—	—	—	—
	1.31	16	8	13	22	38	51	84	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	12	20	33	57	77	126	—	—	—	—
	1.31	16	10	17	27	47	64	104	—	—	—	—
	2.08	14	8	13	22	38	51	84	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	21	36	59	101	137	223	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	15	26	43	75	101	165	—	—	—	—
RFH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	12	21	35	60	81	133	—	—	—	—
XF,XFF	2.08	14	10	17	27	47	64	104	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	25	42	69	119	161	264	—	—	—	—
	1.31	16	19	32	53	91	123	201	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	23	40	66	113	153	250	—	—	—	—
	1.31	16	18	31	51	87	118	193	—	—	—	—
	2.08	14	13	23	38	66	89	145	—	—	—	—
ZF, ZFF, ZHF, HF, HFF	0.824	18	30	52	85	146	197	322	—	—	—	—
	1.31	16	22	38	63	108	145	238	—	—	—	—
	2.08	14	16	28	46	79	107	175	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	44	75	123	212	287	468	—	—	—	—
	1.31	16	31	53	87	149	202	330	—	—	—	—
	2.08	14	21	36	60	103	139	227	—	—	—	—
	3.31	12	14	25	41	70	95	156	—	—	—	—
	5.26	10	10	17	27	47	64	104	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	52	90	147	253	342	558	—	—	—	—
	1.31	16	37	63	103	178	240	392	—	—	—	—
	2.08	14	25	42	69	119	161	264	—	—	—	—
	3.31	12	16	28	46	79	107	175	—	—	—	—

	5.26	10	10	18	30	52	70	114	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	5	9	14	25	34	56	—	—	—	—
	5.26	10	4	7	11	19	26	43	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-4 (a).

2. El cable tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-4(a).- Número máximo de conductores compactos en conduit metálico intermedio (IMC)

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm^2	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	2	4	7	13	17	28	40	62	83	107
	13.3	6	1	3	6	10	13	22	31	48	64	82
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62
	26.7	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45
	33.6	1	1	1	1	4	5	8	12	18	25	32
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	67.4	2/0	0	1	1	3	4	6	9	13	18	23
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	3	5	8	14	19	32	45	70	93	120
	21.2	4	1	3	5	9	12	20	28	43	58	74
	26.6	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53
	33.6	1	1	1	3	5	6	10	15	23	31	40
	53.5	1/0	1	1	2	4	5	9	13	20	26	34
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28
	85.0	3/0	0	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19
	127	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	203	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	253	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	3	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	6	9	16	22	37	52	80	107	138
	13.3	6	2	4	7	12	16	27	38	59	80	103
	21.2	4	1	3	5	9	12	20	28	43	58	74
	26.7	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53
	33.6	1	1	1	3	5	6	10	15	23	31	40
	53.5	1/0	1	1	2	4	5	9	13	20	26	34
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	11	17	22	29
	85.0	3/0	0	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	107	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	20
	127	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16

	152	300	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	203	400	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	253	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	355	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-5.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B*)

CONDUCTORES									
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación Métrica (tamaño comercial)**						
	mm²	**AWG o kcmil**	**12 (⅜)**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	2	4	7	12	21	27	44
	3.31	12	1	3	6	10	17	22	36
	5.26	10	1	3	5	8	14	18	29
	8.37	8	1	1	2	4	7	9	15
	13.3	6	1	1	1	3	6	7	12
	21.2	4	0	1	1	2	4	6	9
	26.7	3	0	1	1	1	4	5	8
	33.6	2	0	1	1	1	3	4	7
	42.4	1	0	0	1	1	1	3	5
	53.5	1/0	0	0	1	1	1	2	4
	67.4	2/0	0	0	1	1	1	1	3
	85.0	3/0	0	0	0	1	1	1	3
	107	4/0	0	0	0	1	1	1	2
	127	250	0	0	0	0	1	1	1
	152	300	0	0	0	0	1	1	1
	177	350	0	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	0	1
	380	750	0	0	0	0	0	0	1
	405	800	0	0	0	0	0	0	1
	456	900	0	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	0
	760	1500	0	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
TW	2.08	14	5	9	15	25	44	57	93
	3.31	12	4	7	12	19	33	43	71
	5.26	10	3	5	9	14	25	32	53
	8.37	8	1	3	5	8	14	18	29
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3	6	10	16	29	38	62
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW,	3.31	12	3	5	8	13	23	30	50
	5.26	10	1	3	6	10	18	23	39
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW, THW-2	8.37	8	1	1	4	6	11	14	23
RHH†, RHW† RHW-2†, THHW, THW, THW-2	13.3	6	1	1	3	5	8	11	18
	21.2	4	1	1	1	3	6	8	13
	26.7	3	1	1	1	3	5	7	11
RHH†, RHW†, RHW-2†, TW, THW, THHW, THW-2	33.6	2	0	1	1	2	4	6	9
	42.4	1	0	1	1	1	3	4	7
	53.5	1/0	0	0	1	1	2	3	6
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	5

	85.0	3/0	0	0	1	1	1	2	4
	107	4/0	0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	8	13	22	36	63	81	133
	3.31	12	5	9	16	26	46	59	97
	5.26	10	3	6	10	16	29	37	61
	8.37	8	1	3	6	9	16	21	35
	13.3	6	1	2	4	7	12	15	25
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	15
	26.7	3	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	2	1	1	1	3	5	7	11
	42.4	1	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	7	12	21	35	61	79	129
	3.31	12	5	9	15	25	44	57	94
	5.26	10	4	6	11	18	32	41	68
	8.37	8	1	3	6	10	18	23	39
	13.3	6	1	2	4	7	13	17	27
	21.2	4	1	1	3	5	9	12	19
	26.7	3	1	1	2	4	7	10	16
	33.6	2	1	1	1	3	6	8	13
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	0	1	1	2	4	5	9
PFA, PFAH,	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
TFE, Z	67.4	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
Z	2.08	14	9	15	26	42	73	95	156
	3.31	12	6	10	18	30	52	67	111
	5.26	10	4	6	11	18	32	41	68
	8.37	8	2	4	7	11	20	26	43
	13.3	6	1	3	5	8	14	18	30
	21.2	4	1	1	3	5	9	12	20
	26.7	3	1	1	2	4	7	9	15
	33.6	2	0	1	1	3	6	7	12
	42.4	1	0	1	1	2	5	6	10
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	5	9	15	25	44	57	93
	3.31	12	4	7	12	19	33	43	71
	5.26	10	3	5	9	14	25	32	53
	8.37	8	1	3	5	8	14	18	29
	13.3	6	1	1	3	6	10	13	22
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	16

	26.7	3	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	2	1	1	1	3	5	7	11
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	85	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
ALAMBRES PARA APARATOS									
FFH-2, RFH-2	0.824	18	5	8	15	24	42	54	89
	1.31	16	4	7	12	20	35	46	75
SF-2, SFF-2	0.824	18	6	11	19	30	53	69	113
	1.31	16	5	9	15	25	44	57	93
	2.08	14	4	7	12	20	35	46	75
SF-1, SFF-1	0.824	18	11	19	33	53	94	122	199
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	8	14	24	39	69	90	147
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	7	11	20	32	56	72	119
XF, XFF	2.08	14	5	9	15	25	44	57	93
TFN, TFFN	0.824	18	14	23	39	63	111	144	236
	1.31	16	10	17	30	48	85	110	180
PF, PFF, PGF, PGFF,PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	13	21	37	60	105	136	223
	1.31	16	10	16	29	46	81	105	173
	2.08	14	7	12	21	35	61	79	129
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	17	28	48	77	136	176	288
	1.31	16	12	20	35	57	100	129	212
	2.08	14	9	15	26	42	73	95	156
KF-2, KFF-2	0.824	18	24	40	70	112	197	255	418
	1.31	16	17	28	49	79	139	180	295
	2.08	14	12	19	34	54	95	123	202
	3.31	12	8	13	23	37	65	85	139
	5.26	10	5	9	15	25	44	57	93
KF-1, KFF-1	0.824	18	29	48	83	134	235	304	499
	1.31	16	20	34	58	94	165	214	350
	2.08	14	14	23	39	63	111	144	236
	3.31	12	9	15	26	42	73	95	156
	5.26	10	6	10	17	27	48	62	102
XF, XFF	3.31	12	3	5	8	13	23	30	50
	5.26	10	1	3	6	10	18	23	39

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-5 (a).

2. El cable tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Corresponde a 356-2(2)

†Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-5(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B*)

CONDUCTORES COMPACTOS									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm^2	AWG o kcmil	12 (⅜)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	2	4	7	12	15	25
	13.3	6	1	1	3	5	9	12	19
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	14
	26.7	2	1	1	1	3	5	6	11
	33.6	1	0	1	1	1	3	4	7
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	4	6
	53.5	2/0	0	0	1	1	2	3	5
	67.4	3/0	0	0	1	1	1	3	4
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	107	250	0	0	0	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	2
	152	350	0	0	0	1	1	1	2
	177	400	0	0	0	0	1	1	1
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1
THHN, THWN,THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	1	2	4	7	13	17	28
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	17
	26.7	2	1	1	1	3	6	7	12
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	9
	42.4	1/0	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	4
	107	250	0	0	1	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	2
	177	400	0	0	0	1	1	1	2
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	1	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8.37	8	1	3	5	9	15	20	33
	13.3	6	1	2	4	6	11	15	24
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	17
	26.7	2	1	1	1	3	6	7	12
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	9
	42.4	1/0	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	4
	107	250	0	0	1	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	3
	177	400	0	0	0	1	1	1	2
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	1	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1

*****Corresponde a 356-2(2).

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-6.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-B*)

CONDUCTORES									
Tipo	Tamaño o designación		Designación Métrica (tamaño comercial)						
	mm^2	(AWG o kcmil)	12 (⅜)	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)
RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	2	4	7	11	20	27	45
	3.31	12	1	3	6	9	17	23	38
	5.26	10	1	3	5	8	13	18	30
	8.37	8	1	1	2	4	7	9	16
	13.3	6	1	1	1	3	5	7	13
	21.2	4	0	1	1	2	4	6	10
	26.7	3	0	1	1	1	4	5	8
	33.6	2	0	1	1	1	3	4	7
	42.4	1	0	0	1	1	1	3	5
	53.5	1/0	0	0	1	1	1	2	4
	67.4	2/0	0	0	1	1	1	1	4
	85.0	3/0	0	0	0	1	1	1	3
	107	4/0	0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	0	0	1	1	1
	152	300	0	0	0	0	1	1	1
	177	350	0	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	0	1	1
	304	600	0	0	0	0	0	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	0	1
	380	750	0	0	0	0	0	0	1
	405	800	0	0	0	0	0	0	1
	456	900	0	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	0
	760	1500	0	0	0	0	0	0	0
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
TW	2.08	14	5	9	15	24	43	58	96
	3.31	12	4	7	12	19	33	44	74
	5.26	10	3	5	9	14	24	33	55
	8.37	8	1	3	5	8	13	18	30
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW, THW-2	2.08	14	3	6	10	16	28	38	64
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW	3.31	12	3	4	8	13	23	31	51
	5.26	10	1	3	6	10	18	24	40
RHH†, RHW†, RHW-2†, THHW, THW, THW-2	8.37	8	1	1	4	6	10	14	24
RHH†, RHW†, RHW-2†, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	1	3	4	8	11	18
	21.2	4	1	1	1	3	6	8	13
	26.7	3	1	1	1	3	5	7	11
	33.6	2	0	1	1	2	4	6	10
	42.4	1	0	1	1	1	3	4	7
	53.5	1/0	0	0	1	1	2	3	6
	67.4	2/0	0	0	1	1	1	3	5
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	2	4
	107	4/0	0	0	0	1	1	1	3
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	2
	177	350	0	0	0	0	1	1	1
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	0	1	1

	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	0	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	8	13	22	35	62	83	137
	3.31	12	5	9	16	25	45	60	100
	5.26	10	3	6	10	16	28	38	63
	8.37	8	1	3	6	9	16	22	36
	13.3	6	1	2	4	6	12	16	26
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	16
	26.7	3	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	2	1	1	1	3	5	7	11
	42.4	1	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	7	12	21	34	60	80	133
	3.31	12	5	9	15	25	44	59	97
	5.26	10	4	6	11	18	31	42	70
	8.37	8	1	3	6	10	18	24	40
	13.3	6	1	2	4	7	13	17	28
	21.2	4	1	1	3	5	9	12	20
	26.7	3	1	1	2	4	7	10	16
	33.6	2	1	1	1	3	6	8	13
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	0	1	1	2	4	5	9
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	4	6
	85.0	3/0	0	0	1	1	2	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
Z	2.08	14	9	15	25	41	72	97	161
	3.31	12	6	10	18	29	51	69	114
	5.26	10	4	6	11	18	31	42	70
	8.37	8	2	4	7	11	20	26	44
	13.3	6	1	3	5	8	14	18	31
	21.2	4	1	1	3	5	9	13	21
	26.7	3	1	1	2	4	7	9	15
	33.6	2	1	1	1	3	6	8	13
	42.4	1	1	1	1	2	4	6	10
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	5	9	15	24	43	58	96
	3.31	12	4	7	12	19	33	44	74
	5.26	10	3	5	9	14	24	33	55
	8.37	8	1	3	5	8	13	18	30
	13.3	6	1	1	3	5	10	13	22
	21.2	4	1	1	2	4	7	10	16
	26.7	3	1	1	1	3	6	8	14
	33.6	2	1	1	1	3	5	7	11
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	0	1	1	1	4	5	8
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	2/0	0	0	1	1	2	3	6

	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	127	250	0	0	0	1	1	1	3
	152	300	0	0	0	1	1	1	3
	177	350	0	0	0	1	1	1	2
	203	400	0	0	0	0	1	1	1
	253	500	0	0	0	0	1	1	1
	304	600	0	0	0	0	1	1	1
	355	700	0	0	0	0	1	1	1
	380	750	0	0	0	0	0	1	1
	405	800	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	0	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	0	1
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0
ALAMBRES DE ARTEFACTOS									
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	5	8	14	23	41	55	92
	1.31	16	4	7	12	20	35	47	77
SF-2, SFF-2	0.824	18	6	11	18	29	52	70	116
	1.31	16	5	9	15	24	43	58	96
	2.08	14	4	7	12	20	35	47	77
SF-1, SFF-1	0.824	18	12	19	33	52	92	124	205
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	8	14	24	39	68	91	152
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	7	11	19	31	55	74	122
XF, XFF	2.08	14	5	9	15	24	43	58	96
TFN, TFFN	0.824	18	14	22	39	62	109	146	243
	1.31	16	10	17	29	47	83	112	185
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	13	21	37	59	103	139	230
	1.31	16	10	16	28	45	80	107	178
	2.08	14	7	12	21	34	60	80	133
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	17	27	47	76	133	179	297
	1.31	16	12	20	35	56	98	132	219
	2.08	14	9	15	25	41	72	97	161
KF-2, KFF-2	0.824	18	25	40	69	110	193	260	431
	1.31	16	17	28	48	77	136	183	303
	2.08	14	12	19	33	53	94	126	209
	3.31	12	8	13	23	36	64	86	143
	5.26	10	5	9	15	24	43	58	96
KF-1, KFF-1	0.824	18	29	48	82	131	231	310	514
	1.31	16	21	33	57	92	162	218	361
	2.08	14	14	22	39	62	109	146	243
	3.31	12	9	15	25	41	72	97	161
	5.26	10	6	10	17	27	47	63	105
XF, XFF	3.31	12	3	4	8	13	23	31	51
	5.26	10	1	3	6	10	18	24	40

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C.6 (A).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Corresponde a la sección 356.2(1)

†Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-6(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo LFNC-A*)

CONDUCTORES COMPACTOS									
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación Métrica (tamaño comercial)**						
	mm²	**AWG o kcmil**	**12 (⅜)**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	2	4	6	11	16	26

	13.3	6	1	1	3	5	9	12	20
	21.2	4	1	1	2	4	7	9	15
	26.7	2	1	1	1	3	5	6	11
	33.6	1	0	1	1	1	3	4	8
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	4	7
	53.5	2/0	0	0	1	1	2	3	5
	67.4	3/0	0	0	1	1	1	3	5
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	2	4
	107	250	0	0	0	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	2
	177	400	0	0	0	0	1	1	1
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	0	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	1	2	4	7	13	18	29
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	18
	26.7	2	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	10
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	250	0	0	1	1	1	1	3
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	3
	177	400	0	0	0	1	1	1	2
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	1	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1
XHHW, XHHW-2	8.37	8	1	3	5	8	15	20	34
	13.3	6	1	2	4	6	11	15	25
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	18
	26.7	2	1	1	1	3	6	8	13
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	10
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	5	8
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	7
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	6
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	5
	107	250	0	0	1	1	1	2	4
	127	300	0	0	0	1	1	1	3
	152	350	0	0	0	1	1	1	3
	177	400	0	0	0	1	1	1	2
	203	500	0	0	0	0	1	1	1
	253	600	0	0	0	0	1	1	1
	304	700	0	0	0	0	1	1	1
	355	750	0	0	0	0	1	1	1
	456	900	—	0	0	0	0	1	1
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1

*****Corresponde a 356-2(1).

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-7.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)

CONDUCTORES											
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**								
	mm^2	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**

RHH, RHW, RHW-2	2.08	14	4	7	12	21	27	44	66	102	133	173
	3.31	12	3	6	10	17	22	36	55	84	110	144
	5.26	10	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
	8.37	8	1	2	4	7	9	15	23	36	46	61
	13.3	6	1	1	3	6	7	12	18	28	37	48
	21.2	4	1	1	2	4	6	9	14	22	29	38
	26.7	3	1	1	1	4	5	8	13	19	25	33
	33.6	2	1	1	1	3	4	7	11	17	22	29
	42.4	1	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19
	53.5	1/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	16
	67.4	2/0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	107	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	203	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
TW	2.08	14	9	15	25	44	57	93	140	215	280	365
	3.31	12	7	12	19	33	43	71	108	165	215	280
	5.26	10	5	9	14	25	32	53	80	123	160	209
	8.37	8	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	2.08	14	6	10	16	29	38	62	93	143	186	243
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	3.31	12	5	8	13	23	30	50	75	115	149	195
	5.26	10	3	6	10	18	23	39	58	89	117	152
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	8	1	4	6	11	14	23	35	53	70	91
RHH*, RHW*, RHW-2', TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	5	8	11	18	27	41	53	70
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52
	26.7	3	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44
	33.6	2	1	1	2	4	6	9	14	22	29	38
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	13	22	36	63	81	133	201	308	401	523
	3.31	12	9	16	26	46	59	97	146	225	292	381

	5.26	10	6	10	16	29	37	61	92	141	184	240
	8.37	8	3	6	9	16	21	35	53	81	106	138
	13.3	6	2	4	7	12	15	25	38	59	76	100
	21.2	4	1	2	4	7	9	15	23	36	47	61
	26.7	3	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	17	26	33	44
	42.4	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19
	107	4/0	1	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	12
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	12	21	35	61	79	129	195	299	389	507
	3.31	12	9	15	25	44	57	94	142	218	284	370
	5.26	10	6	11	18	32	41	68	102	156	203	266
	8.37	8	3	6	10	18	23	39	58	89	117	152
	13.3	6	2	4	7	13	17	27	41	64	83	108
	21.2	4	1	3	5	9	12	19	29	44	58	75
	26.7	3	1	2	4	7	10	16	24	37	48	63
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	20	30	40	52
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	5	9	14	21	28	36
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	11	18	23	30
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17
Z	2.08	14	20	26	42	73	95	156	235	360	469	611
	3.31	12	14	18	30	52	67	111	167	255	332	434
	5.26	10	8	11	18	32	41	68	102	156	203	266
	8.37	8	5	7	11	20	26	43	64	99	129	168
	13.3	6	4	5	8	14	18	30	45	69	90	118
	21.2	4	2	3	5	9	12	20	31	48	62	81
	26.7	3	2	2	4	7	9	15	23	35	45	59
	33.6	2	1	1	3	6	7	12	19	29	38	49
	42.4	1	1	1	2	5	6	10	15	23	30	40
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	9	15	25	44	57	93	140	215	280	365
	3.31	12	7	12	19	33	43	71	108	165	215	280
	5.26	10	5	9	14	25	32	53	80	123	160	209
	8.37	8	3	5	8	14	18	29	44	68	89	116
	13.3	6	1	3	6	10	13	22	33	50	66	86
	21.2	4	1	2	4	7	9	16	24	36	48	62
	26.7	3	1	1	3	6	8	13	20	31	40	52
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	28
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	17	23
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5

	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
ALAMBRES PARA APARATOS												
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	8	15	24	42	54	89	—	—	—	—
	1.31	16	7	12	20	35	46	75	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	11	19	30	53	69	113	—	—	—	—
	1.31	16	9	15	25	44	57	93	—	—	—	—
	2.08	14	7	12	20	35	46	75	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	19	33	53	94	122	199	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	14	24	39	69	90	147	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	11	20	32	56	72	119	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	9	15	25	44	57	93	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	23	39	63	111	144	236	—	—	—	—
	1.31	16	17	30	48	85	110	180	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	21	37	60	105	136	223	—	—	—	—
	1.31	16	16	29	46	81	105	173	—	—	—	—
	2.08	14	12	21	35	61	79	129	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	28	48	77	136	176	288	—	—	—	—
	1.31	16	20	35	57	100	129	212	—	—	—	—
	2.08	14	15	26	42	73	95	156	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	40	70	112	197	255	418	—	—	—	—
	1.31	16	28	49	79	139	180	295	—	—	—	—
	2.08	14	19	34	54	95	123	202	—	—	—	—
	3.31	12	13	23	37	65	85	139	—	—	—	—
	5.26	10	9	15	25	44	57	93	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	48	83	134	235	304	499	—	—	—	—
	1.31	16	34	58	94	165	214	350	—	—	—	—
	2.08	14	23	39	63	111	144	236	—	—	—	—
	3.31	12	15	26	42	73	95	156	—	—	—	—
	5.26	10	10	17	27	48	62	102	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	5	8	13	23	30	50	—	—	—	—
	5.26	10	3	6	10	18	23	39	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-7 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-7(a).- Número máximo de conductores compactos para aparatos en tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos (LFMC)

C0NDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**									
	mm²	**AWG o kcmil**	**12 (⅜)**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**
THW, THW-2,	8.37	8	1	2	4	7	12	15	25	38	58	76	99
	13.3	6	1	1	3	5	9	12	19	29	45	59	77
THHW	21.2	4	1	1	2	4	7	9	14	22	34	44	57
	26.7	2	1	1	1	3	5	6	11	16	25	32	42
	33.6	1	0	1	1	1	3	4	7	11	17	23	30
	42.4	1/0	0	1	1	1	3	4	6	10	15	20	26
	53.5	2/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	16	21
	67.4	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	11	14	18
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15

	107	250	0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	127	300	0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	152	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	177	400	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	203	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	253	600	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	456	900	—	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	——
	13.3	6	1	2	4	7	13	17	28	43	66	86	112
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	17	26	41	53	69
	26.7	2	1	1	1	3	6	7	12	19	29	38	50
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	9	14	22	28	37
	42.4	1/0	0	1	1	1	4	5	8	12	19	24	32
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	6	10	15	20	26
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	17	22
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	14	18
	107	250	0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	14
	127	300	0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	350	0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177	400	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	500	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	600	0	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	—	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW, XHHW-2	8.37	8	1	3	5	9	15	20	33	49	76	98	129
	13.3	6	1	2	4	6	11	15	24	37	56	73	95
	21.2	4	1	1	3	4	8	11	17	26	41	53	69
	26.7	2	1	1	1	3	6	7	12	19	29	38	50
	33.6	1	0	1	1	2	4	6	9	14	22	28	37
	42.4	1/0	0	1	1	1	4	5	8	12	19	24	32
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	4	7	10	16	20	27
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	3	5	8	13	17	22
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	11	14	18
	107	250	0	0	1	1	1	1	3	5	8	11	15
	127	300	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	152	350	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	177	400	0	0	0	1	1	1	2	4	6	7	10
	203	500	0	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8
	253	600	0	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	—	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-8.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico rígido (RMC)

CONDUCTORES														
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**											
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**	**129 (5)**	**155 (6)**
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	4	7	12	21	28	46	66	102	136	176	276	398
	13.3	12	3	6	10	17	23	38	55	85	113	146	229	330
	21.2	10	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
	26.7	8	1	2	4	7	10	16	23	36	48	61	97	139
	33.6	6	1	1	3	6	8	13	18	29	38	49	77	112
	42.4	4	1	1	2	4	6	10	14	22	30	38	60	87
	53.5	3	1	1	2	4	5	9	12	19	26	34	53	76
	67.4	2	1	1	1	3	4	7	11	17	23	29	46	66

	85.0	1	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44
	107	1/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	26	38
	127	2/0	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14	23	33
	152	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	177	4/0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	203	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5	8
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
TW	8.37	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	13.3	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	21.2	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
	26.7	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	6	10	17	29	39	65	93	143	191	246	387	558
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	5	8	13	23	32	52	75	115	154	198	311	448
	21.2	10	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	1	4	6	11	15	24	35	54	72	92	145	209
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	5	8	11	18	27	41	55	71	111	160
	21.2	4	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45	71	103
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	38	60	87
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	7	11	15	19	31	44
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	14	21	31
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	13	22	36	63	85	140	200	309	412	531	833	1202
	3.31	12	9	16	26	46	62	102	146	225	301	387	608	877
	5.26	10	6	10	17	29	39	64	92	142	189	244	383	552
	8.37	8	3	6	9	16	22	37	53	82	109	140	221	318
	13.3	6	2	4	7	12	16	27	38	59	79	101	159	230
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	98	141
	26.7	3	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	17	26	34	44	70	100
	42.4	1	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	51	74
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	63

	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	36	52
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	8	13	20
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	12	22	35	61	83	136	194	300	400	515	808	1166
	3.31	12	9	16	26	44	60	99	142	219	292	376	590	851
	5.26	10	6	11	18	32	43	71	102	157	209	269	423	610
	8.37	8	3	6	10	18	25	41	58	90	120	154	242	350
	13.3	6	2	4	7	13	17	29	41	64	85	110	172	249
	21.2	4	1	3	5	9	12	20	29	44	59	77	120	174
	26.7	3	1	2	4	7	10	17	24	37	50	64	100	145
	33.6	2	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	83	120
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	6	9	14	21	28	37	57	83
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	5	8	11	18	24	30	48	69
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	19	25	40	57
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	47
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	27	39
Z	2.08	14	15	26	42	73	100	164	234	361	482	621	974	1405
	3.31	12	10	18	30	52	71	116	166	256	342	440	691	997
	5.26	10	6	11	18	32	43	71	102	157	209	269	423	610
	8.37	8	4	7	11	20	27	45	64	99	132	170	267	386
	13.3	6	3	5	8	14	19	31	45	69	93	120	188	271
	21.2	4	1	3	5	9	13	22	31	48	64	82	129	186
	26.7	3	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	136
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	78	113
	42.4	1	1	1	2	5	6	10	15	23	31	40	63	92
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	9	15	25	44	59	98	140	216	288	370	581	839
	3.31	12	7	12	19	33	45	75	107	165	221	284	446	644
	5.26	10	5	9	14	25	34	56	80	123	164	212	332	480
	8.37	8	3	5	8	14	19	31	44	68	91	118	185	267
	13.3	6	1	3	6	10	14	23	33	51	68	87	137	197
	21.2	4	1	2	4	7	10	16	24	37	49	63	99	143
	26.7	3	1	1	3	6	8	14	20	31	41	53	84	121
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	45	70	101
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	4	5	9	12	19	26	33	52	76
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	44	64
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	9	13	18	23	37	53
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	30
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	25
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	6	7	10	15	22
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	14	20
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	11
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4

ALAMBRES PARA APARATOS														
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	8	15	24	42	57	94	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	7	12	20	35	48	79	—	—	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	11	19	31	53	72	118	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	9	15	25	44	59	98	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	7	12	20	35	48	79	—	—	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	19	33	54	94	127	209	—	—	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	14	25	40	69	94	155	—	—	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	11	20	32	56	76	125	—	—	—	—	—	—
XF,XFF	2.08	14	9	15	25	44	59	98	—	—	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	23	40	64	111	150	248	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	17	30	49	84	115	189	—	—	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	21	38	61	105	143	235	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	16	29	47	81	110	181	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	12	22	35	61	83	136	—	—	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	28	48	79	135	184	303	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	20	36	58	100	136	136	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	15	26	42	73	100	164	—	—	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	40	71	114	197	267	439	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	28	50	80	138	188	310	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	19	34	55	95	129	213	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	13	23	38	65	89	146	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	9	15	25	44	59	98	—	—	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	48	84	136	235	318	524	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	34	59	96	165	224	368	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	23	40	64	111	150	248	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	15	26	42	73	100	164	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	10	17	28	48	65	107	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	5	8	13	23	32	52	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	3	6	10	18	25	41	—	—	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-8 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-8(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit metálico rígido (RMC)

CONDUCTORES														
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)											
	mm²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)	129 (5)	155 (6)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	2	4	7	12	16	26	38	59	78	101	158	228
	13.3	6	1	3	5	9	12	20	29	45	60	78	122	176
	21.2	4	1	2	4	7	9	15	22	34	45	58	91	132
	26.7	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	67	97
	33.6	1	1	1	1	3	5	8	11	17	23	30	47	68
	42.4	1/0	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26	41	59
	53.5	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	34	50
	67.4	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	42
	85.0	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	107	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	152	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	177	400	0	0	1	1	1	1	3	5	7	8	13	20
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11	17
	253	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7	11
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9

	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	2	5	8	13	18	30	43	66	88	114	179	258
	21.2	4	1	3	5	8	11	18	26	41	55	70	110	159
	26.7	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	79	114
	33.6	1	1	1	2	4	6	10	14	22	29	38	60	86
	42.4	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32	51	73
	53.5	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	26	42	60
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	107	250	0	1	1	1	2	4	5	8	11	14	23	33
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	5	9	15	21	34	49	76	101	130	205	296
	13.3	6	2	4	6	11	15	25	36	56	75	97	152	220
	21.2	4	1	3	5	8	11	18	26	41	55	70	110	159
	26.7	2	1	1	3	6	8	13	19	29	39	50	79	114
	33.6	1	1	1	2	4	6	10	14	22	29	38	60	86
	42.4	1/0	1	1	1	4	5	8	12	19	25	32	51	73
	53.5	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	62
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	42
	107	250	0	1	1	1	2	4	5	8	11	15	23	34
	127	300	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	25
	177	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	23
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10	15
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	5	7	10
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-9.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit metálico rígido (RMC)

CONDUCTORES														
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**											
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**	**129 (5)**	**155 (6)**
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	3	5	9	17	23	39	56	88	118	153	243	349
	13.3	12	2	4	7	14	19	32	46	73	98	127	202	290
	21.2	10	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
	26.7	8	1	1	3	6	8	13	19	31	41	54	85	122
	33.6	6	1	1	2	4	6	11	16	24	33	43	68	98
	42.4	4	1	1	1	3	5	8	12	19	26	33	53	77
	53.5	3	0	1	1	3	4	7	11	17	23	29	47	67
	67.4	2	0	1	1	3	4	6	9	14	20	25	41	58
	85.0	1	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	27	38
	107	1/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	15	23	33
	127	2/0	0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	20	29
	152	3/0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	4/0	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	127	250	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	177	350	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13

	203	400	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	253	500	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	304	600	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4
	887	1750	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
TW	8.37	14	6	11	20	35	49	82	118	185	250	324	514	736
	13.3	12	5	9	15	27	38	63	91	142	192	248	394	565
	21.2	10	3	6	11	20	28	47	67	106	143	185	294	421
	26.7	8	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	4	8	13	23	32	55	79	123	166	215	341	490
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	3	6	10	19	26	44	63	99	133	173	274	394
	21.2	10	2	5	8	15	20	34	49	77	104	135	214	307
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	1	3	5	9	12	20	29	46	62	81	128	184
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	1	3	7	9	16	22	35	48	62	98	141
	21.2	4	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
	26.7	3	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	63	90
	33.6	2	1	1	1	3	5	8	12	19	26	33	53	77
	42.4	1	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	37	54
	53.5	1/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	20	32	46
	67.4	2/0	0	1	1	1	2	4	6	10	13	17	27	39
	85.0	3/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	23	33
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	27
	127	250	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	152	300	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	6	7	12	17
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	10	15
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	9	17	28	51	70	118	170	265	358	464	736	1055
	3.31	12	6	12	20	37	51	86	124	193	261	338	537	770
	5.26	10	4	7	13	23	32	54	78	122	164	213	338	485
	8.37	8	2	4	7	13	18	31	45	70	95	123	195	279
	13.3	6	1	3	5	9	13	22	32	51	68	89	141	202
	21.2	4	1	1	3	6	8	14	20	31	42	54	86	124
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	61	88
	42.4	1	0	1	1	3	4	7	10	16	22	29	45	65
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	9	14	18	24	38	55
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	20	32	46
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	26	38
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	14	22	31
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	18	25
	152	300	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12

	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	9
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	8	16	27	49	68	115	164	257	347	450	714	1024
	3.31	12	6	12	20	36	50	84	120	188	253	328	521	747
	5.26	10	4	8	14	26	36	60	86	135	182	235	374	536
	8.37	8	2	5	8	15	20	34	49	77	104	135	214	307
	13.3	6	1	3	6	10	14	24	35	55	74	96	152	218
	21.2	4	1	2	4	7	10	17	24	38	52	67	106	153
	26.7	3	1	1	3	6	8	14	20	32	43	56	89	127
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	17	26	35	46	73	105
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	1	3	5	8	11	18	25	32	51	73
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	0	1	1	3	4	7	10	15	20	27	42	61
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	35	50
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	10	14	18	29	41
	107	4/0	0	o	1	1	1	4	5	8	11	15	24	34
Z	2.08	14	10	19	33	59	82	138	198	310	418	542	860	1233
	3.31	12	7	14	23	42	58	98	141	220	297	385	610	875
	5.26	10	4	8	14	26	36	60	86	135	182	235	374	536
	8.37	8	3	5	9	16	22	38	54	85	115	149	236	339
	13.3	6	2	4	6	11	16	26	38	60	81	104	166	238
	21.2	4	1	2	4	8	11	18	26	41	55	72	114	164
	26.7	3	1	2	3	5	8	13	19	30	40	52	83	119
	33.6	2	1	1	2	5	6	11	16	25	33	43	69	99
	42.4	1	0	1	2	4	5	9	13	20	27	35	56	80
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	6	11	20	35	49	82	118	185	250	324	514	736
	3.31	12	5	9	15	27	38	63	91	142	192	248	394	565
	5.26	10	3	6	11	20	28	47	67	106	143	185	294	421
	8.37	8	1	3	6	11	15	26	37	59	79	103	163	234
	13.3	6	1	2	4	8	11	19	28	43	59	76	121	173
	21.2	4	1	1	3	6	8	14	20	31	42	55	87	125
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	17	26	36	47	74	106
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	14	22	30	39	62	89
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	0	1	1	3	4	7	10	16	22	29	46	66
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	9	14	19	24	39	56
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	16	20	32	46
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	17	27	38
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	9	11	18	26
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	14	20
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	—	3	3	5	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4
ALAMBRES PARA APARATOS														
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	6	11	19	34	47	79	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	5	9	16	28	39	67	—	—	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	7	14	24	43	59	100	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	6	11	20	35	49	82	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	5	9	16	28	39	67	—	—	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	13	25	42	76	105	177	—	—	—	—	—	—

RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	10	18	31	56	77	130	—	—	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	8	15	25	45	62	105	—	—	—	—	—	—
XF,XFF	2.08	14	6	11	20	35	49	82	—	—	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	16	29	50	90	124	209	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	12	22	38	68	95	159	—	—	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	15	28	47	85	118	198	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	11	22	36	66	91	153	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	8	16	27	49	68	115	—	—	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	19	36	61	110	152	255	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	14	27	45	81	112	188	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	10	19	33	59	82	138	—	—	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	28	53	88	159	220	371	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	19	37	62	112	155	261	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	13	25	43	77	107	179	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	9	17	29	53	73	123	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	6	11	20	35	49	82	—	—	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	33	63	106	190	263	442	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	23	44	74	133	185	310	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	16	29	50	90	124	209	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	10	19	33	59	82	138	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	7	13	21	39	54	90	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	3	6	10	19	26	44	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	2	5	8	15	20	34	—	—	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-9 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-9(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit cédula 80 PVC

CONDUCTORES														
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**											
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**	**129 (5)**	**155 (6)**
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	3	5	9	13	22	32	50	68	88	140	200
	13.3	6	1	2	4	7	10	17	25	39	52	68	108	155
	21.2	4	1	1	3	5	7	13	18	29	39	51	81	116
	26.7	2	1	1	1	4	5	9	13	21	29	37	60	85
	33.6	1	0	1	1	3	4	6	9	15	20	26	42	60
	42.4	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23	36	52
	53.5	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	44
	67.4	3/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	26	37
	85.0	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13	22	31
	107	250	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11	17	25
	127	300	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	152	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	177	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	203	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	253	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	1	3	6	11	15	25	36	57	77	99	158	226
	21.2	4	1	1	3	6	9	15	22	35	47	61	98	140
	26.7	2	1	1	2	5	6	11	16	25	34	44	70	100
	33.6	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	33	53	75
	42.4	1/0	0	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	64
	53.5	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	23	37	53

	67.4	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	31	44
	85.0	4/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	25	37
	107	250	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	29
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	152	350	0	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	177	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	253	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	6	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5	8
XHHW, XHHW-2	8.37	8	1	4	7	12	17	29	42	65	88	114	181	260
	13.3	6	1	3	5	9	13	21	31	48	65	85	134	193
	21.2	4	1	1	3	6	9	15	22	35	47	61	98	140
	26.7	2	1	1	2	5	6	11	16	25	34	44	70	100
	33.6	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	33	53	75
	42.4	1/0	0	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	64
	53.5	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	18	24	38	54
	67.4	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	31	44
	85.0	4/0	0	0	1	1	2	4	6	9	12	16	26	37
	107	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	21	30
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	152	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	177	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9	14	20
	203	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	17
	253	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	11
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-10.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit Cédula 40 PVC y en tubo conduit HDPE

CONDUCTORES														
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**											
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**	**129 (5)**	**155 (6)**
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	4	7	11	20	27	45	64	99	133	171	269	390
	13.3	12	3	5	9	16	22	37	53	82	110	142	224	323
	21.2	10	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
	26.7	8	1	2	4	7	9	15	22	35	46	60	94	137
	33.6	6	1	1	3	5	7	12	18	28	37	48	76	109
	42.4	4	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
	53.5	3	1	1	1	4	5	8	12	19	25	33	52	75
	67.4	2	1	1	1	3	4	7	10	16	22	28	45	65
	85.0	1	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	29	43
	107	1/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	37
	127	2/0	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	152	3/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	177	4/0	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	24
	127	250	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	12	18
	152	300	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	203	400	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9	13
	253	500	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	355	700	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	380	750	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	8
	405	800	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6

	633	1250	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	3
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
TW	8.37	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	13.3	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	21.2	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	26.7	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	5	9	16	28	38	63	90	139	186	240	378	546
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	4	8	12	22	30	50	72	112	150	193	304	439
	21.2	10	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	1	3	6	10	14	23	33	52	70	90	142	205
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	2	4	8	11	18	26	40	53	69	109	157
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
	26.7	3	1	1	3	5	7	11	16	25	34	44	69	100
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	14	22	29	37	59	85
	42.4	1	0	1	1	3	4	7	10	15	20	26	41	60
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	7	11	15	19	30	43
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16	25	36
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	5	8	10	13	21	30
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	152	300	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	177	350	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7	12	17
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10	14
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	10
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	3	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	11	21	34	60	82	135	193	299	401	517	815	1178
	3.31	12	8	15	25	43	59	99	141	218	293	377	594	859
	5.26	10	5	9	15	27	37	62	89	137	184	238	374	541
	8.37	8	3	5	9	16	21	36	51	79	106	137	216	312
	13.3	6	1	4	6	11	15	26	37	57	77	99	156	225
	21.2	4	1	2	4	7	9	16	22	35	47	61	96	138
	26.6	3	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	68	98
	42.4	1	1	1	1	3	5	8	12	18	25	32	50	73
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	18	29	42
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	10	12	20	28
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	24
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	11
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
FEP, FEPB, PFA,	2.08	14	11	20	33	58	79	131	188	290	389	502	790	1142

PFAH, TFE	3.31	12	8	15	24	42	58	96	137	212	284	366	577	834
	5.26	10	6	10	17	30	41	69	98	152	204	263	414	598
	8.37	8	3	6	10	17	24	39	56	87	117	150	237	343
	13.3	6	2	4	7	12	17	28	40	62	83	107	169	244
	21.2	4	1	3	5	8	12	19	28	43	58	75	118	170
	26.7	3	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	98	142
	33.6	2	1	1	3	6	8	13	19	30	40	51	81	117
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	2	4	5	9	13	20	28	36	56	81
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	1	3	4	8	11	17	23	30	47	68
	67.4	2/0	0	1	1	3	4	6	9	14	19	24	39	56
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	7	12	16	20	32	46
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	13	16	26	38
Z	2.08	14	13	24	40	70	95	158	226	350	469	605	952	1376
	3.31	12	9	17	28	49	68	112	160	248	333	429	675	976
	5.26	10	6	10	17	30	41	69	98	152	204	263	414	598
	8.37	8	3	6	11	19	26	43	62	96	129	166	261	378
	13.3	6	2	4	7	13	18	30	43	67	90	116	184	265
	21.2	4	1	3	5	9	12	21	30	46	62	80	126	183
	26.7	3	1	2	4	6	9	15	22	34	45	58	92	133
	33.6	2	1	1	3	5	7	12	18	28	38	49	77	111
	42.4	1	1	1	2	4	6	10	14	23	30	39	62	90
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	8	14	24	42	57	94	135	209	280	361	568	822
	3.31	12	6	11	18	32	44	72	103	160	215	277	436	631
	5.26	10	4	8	13	24	32	54	77	119	160	206	325	470
	8.37	8	2	4	7	13	18	30	43	66	89	115	181	261
	13.3	6	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	134	193
	21.2	4	1	2	4	7	9	16	23	35	48	61	97	140
	26.7	3	1	1	3	6	8	13	19	30	40	52	82	118
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	16	25	34	44	69	99
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	1	3	5	8	12	19	25	32	51	74
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27	43	62
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	6	8	13	17	23	36	52
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	5	7	11	14	19	30	43
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	11
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	11
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	7	10
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	6	8
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	5
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4

ALAMBRES PARA APARATOS														
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	8	14	23	40	54	90	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	6	12	19	33	46	76	—	—	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	10	17	29	50	69	114	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	8	14	24	42	57	94	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	6	12	19	33	46	76	—	—	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	17	31	51	89	122	202	—	—	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	13	23	38	66	90	149	—	—	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	10	18	30	53	73	120	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	8	14	24	42	57	94	—	—	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	20	37	60	105	144	239	—	—	—	—	—	—

	1.31	16	16	28	46	80	110	183	—	—	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	19	35	57	100	137	227	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	15	27	44	77	106	175	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	11	20	33	58	79	131	—	—	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	25	45	74	129	176	292	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	18	33	54	95	130	216	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	13	24	40	70	95	158	—	—	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	36	65	107	187	256	424	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	26	46	75	132	180	299	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	17	31	52	90	124	205	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	12	22	35	62	85	141	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	8	14	24	42	57	94	—	—	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	43	78	128	223	305	506	—	—	—	—	—	—
	1.31	16	30	55	90	157	214	355	—	—	—	—	—	—
	2.08	14	20	37	60	105	144	239	—	—	—	—	—	—
	3.31	12	13	24	40	70	95	158	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	9	16	26	45	62	103	—	—	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	4	8	12	22	30	50	—	—	—	—	—	—
	5.26	10	3	6	10	17	24	39	—	—	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-10 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-10(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit Cédula 40 PVC y en tubo conduit HDPE

CONDUCTORES														
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**											
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**	**129 (5)**	**155 (6)**
THW, THW-2, THHW	8.37	8	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	155	224
	13.3	6	1	3	5	9	12	20	28	44	59	76	119	173
	21.2	4	1	1	3	6	9	15	21	33	44	57	89	129
	26.7	2	1	1	2	5	6	11	15	24	32	42	66	95
	33.6	1	1	1	1	3	4	7	11	17	23	29	46	67
	42.4	1/0	0	1	1	3	4	6	9	15	20	25	40	58
	53.5	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21	34	49
	67.4	3/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	85.0	4/0	0	1	1	1	2	4	5	9	12	15	24	35
	107	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	27
	127	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10	16	24
	152	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	21
	177	400	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	13	19
	203	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	253	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	304	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5	8	12
	355	750	0	0	0	0	1	1	1	2	3	5	7	11
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4	6	9
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	2	4	7	13	17	29	41	64	86	111	175	253
	21.2	4	1	2	4	8	11	18	25	40	53	68	108	156
	26.7	2	1	1	3	5	8	13	18	28	38	49	77	112
	33.6	1	1	1	2	4	6	9	14	21	29	37	58	84
	42.4	1/0	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
	53.5	2/0	0	1	1	3	4	7	9	15	20	26	41	59
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	34	50
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	14	18	28	41
	107	250	0	0	1	1	1	3	5	8	11	14	22	32
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10	17	24
	177	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9	15	22

	203	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
XHHW, XHHW-2	8.37	8	3	5	8	14	20	33	47	73	99	127	200	290
	13.3	6	1	4	6	11	15	25	35	55	73	94	149	215
	21.2	4	1	2	4	8	11	18	25	40	53	68	108	156
	26.7	2	1	1	3	5	8	13	18	28	38	49	77	112
	33.6	1	1	1	2	4	6	9	14	21	29	37	58	84
	42.4	1/0	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	49	72
	53.5	2/0	1	1	1	3	4	7	10	15	20	26	42	60
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	17	22	34	50
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	42
	107	250	0	0	1	1	1	4	5	8	11	14	23	33
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12	19	28
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	17	25
	177	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	10	15	22
	203	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	13	18
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6	10	15
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	9	13
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5	8	12
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6	9

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-11.- Número máximo de conductores o alambres para aparatos en tubo conduit rígido de PVC, Tipo A

CONDUCTORES												
Tipo	**Tamaño designación**		**Designación métrica (Tamaño comercial)**									
	mm²	**AWG o kcmil**	**16 (½)**	**21 (¾)**	**27 (1)**	**35 (1¼)**	**41 (1½)**	**53 (2)**	**63 (2½)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	5	9	15	24	31	49	74	112	146	187
	13.3	12	4	7	12	20	26	41	61	93	121	155
	21.2	10	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
	26.7	8	1	3	5	8	11	17	26	39	51	65
	33.6	6	1	2	4	6	9	14	21	31	41	52
	42.4	4	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
	53.5	3	1	1	3	4	6	9	14	21	28	36
	67.4	2	1	1	2	4	5	8	12	18	24	31
	85.0	1	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	107	1/0	0	1	1	2	3	5	7	10	14	18
	127	2/0	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	152	3/0	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	177	4/0	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	127	250	0	0	1	1	1	1	3	5	7	8
	152	300	0	0	1	1	1	1	3	4	6	7
	177	350	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	203	400	0	0	0	1	1	1	2	4	5	6
	253	500	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	304	600	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	1	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3
	456	900	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	507	1000	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	760	1500	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
TW	8.37	14	11	18	31	51	67	105	157	235	307	395
	13.3	12	8	14	24	39	51	80	120	181	236	303
	21.2	10	6	10	18	29	38	60	89	135	176	226
	26.7	8	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125

RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	7	12	20	34	44	70	104	157	204	262
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	6	10	16	27	35	56	84	126	164	211
	21.2	10	4	8	13	21	28	44	65	98	128	165
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	2	4	8	12	16	26	39	59	77	98
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	33.6	6	1	3	6	9	13	20	30	45	59	75
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	21.2	4	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
	26.7	3	1	1	4	6	8	13	19	29	37	48
	33.6	2	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
	42.4	1	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
	53.5	1/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
	67.4	2/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	21
	85.0	3/0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	17
	107	4/0	0	1	1	1	2	4	6	9	11	14
	127	250	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	350	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	400	0	0	1	1	1	1	3	5	6	8
	253	500	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	3	4
	405	800	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	1	3	3
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	16	27	44	73	96	150	225	338	441	566
	3.31	12	11	19	32	53	70	109	164	246	321	412
	5.26	10	7	12	20	33	44	69	103	155	202	260
	8.37	8	4	7	12	19	25	40	59	89	117	150
	13.3	6	3	5	8	14	18	28	43	64	84	108
	21.2	4	1	3	5	8	11	17	26	39	52	66
	26.7	3	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
	33.6	2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	47
	42.4	1	1	1	2	4	6	9	14	21	27	35
	53.5	1/0	1	1	2	4	5	8	11	17	23	29
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	127	250	0	1	1	1	2	3	5	8	10	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	15	26	43	70	93	146	218	327	427	549
	3.31	12	11	19	31	51	68	106	159	239	312	400
	5.26	10	8	13	22	37	48	76	114	171	224	287
	8.37	8	4	8	13	21	28	44	65	98	128	165
	13.3	6	3	5	9	15	20	31	46	70	91	117
	21.2	4	1	4	6	10	14	21	32	49	64	82
	26.7	3	1	3	5	8	11	18	27	40	53	68
	33.6	2	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56

PFA, PFAH, TFE	42.4	1	1	1	3	5	6	10	15	23	30	39
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	1	1	2	4	5	8	13	19	25	32
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	7	10	16	21	27
	85.0	3/0	1	1	1	3	3	6	9	13	17	22
	107	4/0	0	1	1	2	3	5	7	11	14	18
Z	2.08	14	18	31	52	85	112	175	263	395	515	661
	3.31	12	13	22	37	60	79	124	186	280	365	469
	5.26	10	8	13	22	37	48	76	114	171	224	287
	8.37	8	5	8	14	23	30	48	72	108	141	181
	13.3	6	3	6	10	16	21	34	50	76	99	127
	21.2	4	2	4	7	11	15	23	35	52	68	88
	26.7	3	1	3	5	8	11	17	25	38	50	64
	33.6	2	1	2	4	7	9	14	21	32	41	53
	42.4	1	1	1	3	5	7	11	17	26	33	43
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	11	18	31	51	67	105	157	235	307	395
	3.31	12	8	14	24	39	51	80	120	181	236	303
	5.26	10	6	10	18	29	38	60	89	135	176	226
	8.37	8	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
	13.3	6	2	4	7	12	15	24	37	55	72	93
	21.2	4	1	3	5	8	11	18	26	40	52	67
	26.7	3	1	2	4	7	9	15	22	34	44	57
	33.6	2	1	1	3	6	8	12	19	28	37	48
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	1	1	3	4	6	9	14	21	28	35
	53.5	1/0	1	1	2	4	5	8	12	18	23	30
	67.4	2/0	1	1	1	3	4	6	10	15	19	25
	85.0	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	16	20
	107	4/0	0	1	1	1	3	4	7	10	13	17
	127	250	0	1	1	1	2	3	5	8	11	14
	152	300	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	350	0	0	1	1	1	3	4	6	8	10
	203	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	405	800	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
	633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	887	1750	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	1013	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
ALAMBRES PARA APARATOS												
FFH-2, RFH-2, RFHH-3	0.824	18	10	18	30	48	64	100	—	—	—	—
	1.31	16	9	15	25	41	54	85	—	—	—	—
SF-2, SFF-2	0.824	18	13	22	37	61	81	127	—	—	—	—
	1.31	16	11	18	31	51	67	105	—	—	—	—
	2.08	14	9	15	25	41	54	85	—	—	—	—
SF-1, SFF-1	0.824	18	23	40	66	108	143	224	—	—	—	—
RFH-1, RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	0.824	18	17	29	49	80	105	165	—	—	—	—
RFHH-2, TF, TFF, XF, XFF	1.31	16	14	24	39	65	85	134	—	—	—	—
XF, XFF	2.08	14	11	18	31	51	67	105	—	—	—	—
TFN, TFFN	0.824	18	28	47	79	128	169	265	—	—	—	—
	1.31	16	21	36	60	98	129	202	—	—	—	—
PF, PFF, PGF, PGFF, PAF, PTF, PTFF, PAFF	0.824	18	26	45	74	122	160	251	—	—	—	—
	1.31	16	20	34	58	94	124	194	—	—	—	—
	2.08	14	15	26	43	70	93	146	—	—	—	—
HF, HFF, ZF, ZFF, ZHF	0.824	18	34	58	96	157	206	324	—	—	—	—
	1.31	16	25	42	71	116	152	239				

	2.08	14	18	31	52	85	112	175	—	—	—	—
KF-2, KFF-2	0.824	18	49	84	140	228	300	470	—	—	—	—
	1.31	16	35	59	98	160	211	331	—	—	—	—
	2.08	14	24	40	67	110	145	228	—	—	—	—
	3.31	12	16	28	46	76	100	157	—	—	—	—
	5.26	10	11	18	31	51	67	105	—	—	—	—
KF-1, KFF-1	0.824	18	59	100	167	272	357	561	—	—	—	—
	1.31	16	41	70	117	191	251	394	—	—	—	—
	2.08	14	28	47	79	128	169	265	—	—	—	—
	3.31	12	18	31	52	85	112	175	—	—	—	—
	5.26	10	12	20	34	55	73	115	—	—	—	—
XF, XFF	3.31	12	6	10	16	27	35	56	—	—	—	—
	5.26	10	4	8	13	21	28	44	—	—	—	—

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-11 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-11(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit rígido de PVC, Tipo A

CONDUCTORES COMPACTOS												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm^2	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
THW, THW-2, THHW	8.37	8	3	5	8	14	18	28	42	64	84	107
	13.3	6	2	4	6	10	14	22	33	49	65	83
	21.2	4	1	3	5	8	10	16	24	37	48	62
	26.7	2	1	1	3	6	7	12	18	27	36	46
	33.6	1	1	1	2	4	5	8	13	19	25	32
	42.4	1/0	1	1	1	3	4	7	11	16	21	28
	53.5	2/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	23
	67.4	3/0	0	1	1	2	3	5	8	12	15	20
	85.0	4/0	0	1	1	1	3	4	6	10	13	17
	107	250	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	127	300	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	152	350	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	177	400	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	203	500	0	0	1	1	1	1	3	4	6	8
	253	600	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	304	700	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	355	750	0	0	0	1	1	1	1	3	4	5
	456	900	0	0	0	0	1	1	2	2	3	4
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	3	5	9	15	20	32	48	72	94	121
	21.2	4	1	3	6	9	12	20	30	45	58	75
	26.7	2	1	2	4	7	9	14	21	32	42	54
	33.6	1	1	1	3	5	7	10	16	24	31	40
	42.4	1/0	1	1	2	4	6	9	13	20	27	34
	53.5	2/0	1	1	1	3	5	7	11	17	22	28
	67.4	3/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	85.0	4/0	0	1	1	2	3	5	8	11	15	19
	107	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	15
	127	300	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	152	350	0	0	1	1	1	3	4	7	9	11
	177	400	0	0	1	1	1	2	4	6	8	10
	203	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	600	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	750	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	456	900	0	0	0	1	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4
XHHW, XHHW-2	8.37	8	4	6	11	18	23	37	55	83	108	139

	13.3	6	3	5	8	13	17	27	41	62	80	103
	21.2	4	1	3	6	9	12	20	30	45	58	75
	26.7	2	1	2	4	7	9	14	21	32	42	54
	33.6	1	1	1	3	5	7	10	16	24	31	40
	42.4	1/0	1	1	2	4	6	9	13	20	27	34
	53.5	2/0	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
	67.4	3/0	1	1	1	3	4	6	9	14	18	24
	85.0	4/0	0	1	1	2	3	5	8	12	15	20
	107	250	0	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	127	300	0	1	1	1	1	3	5	8	10	13
	152	350	0	0	1	1	1	3	5	7	9	12
	177	400	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11
	203	500	0	0	1	1	1	2	3	5	7	9
	253	600	0	0	0	1	1	1	3	4	5	7
	304	700	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6
	355	750	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	456	900	0	0	0	1	1	1	2	3	4	5
	507	1000	0	0	0	0	1	1	1	2	3	4

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

Tabla C-12.- Número máximo de conductores en tubo conduit de PVC, Tipo EB

CONDUCTORES								
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación Métrica (tamaño comercial)**					
	mm^2	**AWG o kcmil**	**53 (2)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**	**129 (5)**	**155 (6)**
RHH, RHW, RHW-2	8.37	14	53	119	155	197	303	430
	13.3	12	44	98	128	163	251	357
	21.2	10	35	79	104	132	203	288
	26.7	8	18	41	54	69	106	151
	33.6	6	15	33	43	55	85	121
	42.4	4	11	26	34	43	66	94
	53.5	3	10	23	30	38	58	83
	67.4	2	9	20	26	33	50	72
	85.0	1	6	13	17	21	33	47
	107	1/0	5	11	15	19	29	41
	127	2/0	4	10	13	16	25	36
	152	3/0	4	8	11	14	22	31
	177	4/0	3	7	9	12	18	26
	127	250	2	5	7	9	14	20
	152	300	1	5	6	8	12	17
	177	350	1	4	5	7	11	16
	203	400	1	4	5	6	10	14
	253	500	1	3	4	5	9	12
	304	600	1	3	3	4	7	10
	355	700	1	2	3	4	6	9
	380	750	1	2	3	4	6	9
	405	800	1	2	3	4	6	8
	456	900	1	1	2	3	5	7
	507	1000	1	1	2	3	5	7
	633	1250	1	1	1	2	3	5
	760	1500	0	1	1	1	3	4
	887	1750	0	1	1	1	3	4
	1013	2000	0	1	1	1	2	3
TW	8.37	14	111	250	327	415	638	907
	13.3	12	85	192	251	319	490	696
	21.2	10	63	143	187	238	365	519
	26.7	8	35	79	104	132	203	288
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	8.37	14	74	166	217	276	424	603

RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW	13.3	12	59	134	175	222	341	485
	21.2	10	46	104	136	173	266	378
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	26.7	8	28	62	81	104	159	227
RHH*, RHW*, RHW-2*, TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	21	48	62	79	122	173
	21.2	4	16	36	46	59	91	129
	26.7	3	13	30	40	51	78	111
	33.6	2	11	26	34	43	66	94
	42.4	1	8	18	24	30	46	66
	53.5	1/0	7	15	20	26	40	56
	67.4	2/0	6	13	17	22	34	48
	85.0	3/0	5	11	14	18	28	40
	107	4/0	4	9	12	15	24	34
	127	250	3	7	10	12	19	27
	152	300	3	6	8	11	17	24
	177	350	2	6	7	9	15	21
	203	400	2	5	7	8	13	19
	253	500	1	4	5	7	11	16
	304	600	1	3	4	6	9	13
	355	700	1	3	4	5	8	11
	380	750	1	3	4	5	7	11
	405	800	1	3	3	4	7	10
	456	900	1	2	3	4	6	9
	507	1000	1	2	3	4	6	8
	633	1250	1	1	2	3	4	6
	760	1500	1	1	1	2	4	6
	887	1750	1	1	1	2	3	5
	1013	2000	0	1	1	1	3	4

THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	159	359	468	595	915	1300
	3.31	12	116	262	342	434	667	948
	5.26	10	73	165	215	274	420	597
	8.37	8	42	95	124	158	242	344
	13.3	6	30	68	89	114	175	248
	21.2	4	19	42	55	70	107	153
	26.7	3	16	36	46	59	91	129
	33.6	2	13	30	39	50	76	109
	42.4	1	10	22	29	37	57	80
	53.5	1/0	8	18	24	31	48	68
	67.4	2/0	7	15	20	26	40	56
	85.0	3/0	5	13	17	21	33	47
	107	4/0	4	10	14	18	27	39
	127	250	4	8	11	14	22	31
	152	300	3	7	10	12	19	27
	177	350	3	6	8	11	17	24
	203	400	2	6	7	10	15	21
	253	500	1	5	6	8	12	18
	304	600	1	4	5	6	10	14
	355	700	1	3	4	6	9	12
	380	750	1	3	4	5	8	12
	405	800	1	3	4	5	8	11
	456	900	1	3	3	4	7	10

	507	1000	1	2	3	4	6	9
FEP, FEPB, PFA, PFAH, TFE	2.08	14	155	348	454	578	888	1261
	3.31	12	113	254	332	422	648	920
	5.26	10	81	182	238	302	465	660
	8.37	8	46	104	136	173	266	378
	13.3	6	33	74	97	123	189	269
	21.2	4	23	52	68	86	132	188
	26.7	3	19	43	56	72	110	157
	33.6	2	16	36	46	59	91	129
PFA, PFAH, TFE	42.4	1	11	25	32	41	63	90
PFA, PFAH, TFE, Z	53.5	1/0	9	20	27	34	53	75
	67.4	2/0	7	17	22	28	43	62
	85.0	3/0	6	14	18	23	36	51
	107	4/0	5	11	15	19	29	42

Z	2.08	14	186	419	547	696	1069	1519
	3.31	12	132	297	388	494	759	1078
	5.26	10	81	182	238	302	465	660
	8.37	8	51	115	150	191	294	417
	13.3	6	36	81	105	134	206	293
	21.2	4	24	55	72	92	142	201
	26.7	3	18	40	53	67	104	147
	33.6	2	15	34	44	56	86	122
	42.4	1	12	27	36	45	70	99
XHH, XHHW, XHHW-2, ZW	2.08	14	111	250	327	415	638	907
	3.31	12	85	192	251	319	490	696
	5.26	10	63	143	187	238	365	519
	8.37	8	35	79	104	132	203	288
	13.3	6	26	59	77	98	150	213
	21.2	4	19	42	56	71	109	155
	26.7	3	16	36	47	60	92	131
	33.6	2	13	30	39	50	77	110
XHH, XHHW, XHHW-2	42.4	1	10	22	29	37	58	82
	53.5	1/0	8	19	25	31	48	69
	67.4	2/0	7	16	20	26	40	57
	85.0	3/0	6	13	17	22	33	47
	107	4/0	5	11	14	18	27	39
	127	250	4	9	11	15	22	32
	152	300	3	7	10	12	19	28
	177	350	3	6	9	11	17	24
	203	400	2	6	8	10	15	22
	253	500	1	5	6	8	12	18
	304	600	1	4	5	6	10	14
	355	700	1	3	4	6	9	12
	380	750	1	3	4	5	8	12
	405	800	1	3	4	5	8	11
	456	900	1	3	3	4	7	10

	507	1000	1	2	3	4	6	9
	633	1250	1	1	2	3	5	7
	760	1500	1	1	1	3	4	6
	887	1750	1	1	1	2	4	5
	1013	2000	0	1	1	1	3	5

NOTAS:

1. Esta tabla es sólo para conductores trenzados concéntricos. Para conductores trenzados compactos se debería usar la Tabla C-12 (a).

2. El cable del tipo RHH con resistencia nominal al fuego de dos horas tiene un aislamiento que se puede convertir en cerámica, el cual tiene diámetros mucho más grandes que otros alambres RHH. Consulte las tablas de ocupación de conduit del fabricante.

*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento exterior.

Tabla C-12(a).- Número máximo de conductores compactos en tubo conduit PVC, Tipo EB

CONDUCTORES COMPACTOS								
Tipo	**Tamaño o designación**		**Designación Métrica (tamaño comercial)**					
	mm²	**AWG o kcmil**	**53 (2)**	**78 (3)**	**91 (3½)**	**103 (4)**	**129 (5)**	**155 (6)**
THW, THW-2, THHW	8.37	8	30	68	89	113	174	247
	13.3	6	23	52	69	87	134	191
	21.2	4	17	39	51	65	100	143
	26.7	2	13	29	38	48	74	105
	33.6	1	9	20	26	34	52	74
	42.4	1/0	8	17	23	29	45	64
	53.5	2/0	6	15	19	24	38	54
	67.4	3/0	5	12	16	21	32	46
	85.0	4/0	4	10	14	17	27	38
	107	250	3	8	11	14	21	30
	127	300	3	7	9	12	19	26
	152	350	3	6	8	11	17	24
	177	400	2	6	7	10	15	21
	203	500	1	5	6	8	12	18
	253	600	1	4	5	6	10	14
	304	700	1	3	4	6	9	13
	355	750	1	3	4	5	8	12
	456	900	1	3	4	5	7	10
	507	1000	1	2	3	4	7	9
THHN, THWN, THWN-2	8.37	8	—	—	—	—	—	—
	13.3	6	34	77	100	128	196	279
	21.2	4	21	47	62	79	121	172
	26.7	2	15	34	44	57	87	124
	33.6	1	11	25	33	42	65	93
	42.4	1/0	9	22	28	36	56	79
	53.5	2/0	8	18	23	30	46	65
	67.4	3/0	6	15	20	25	38	55
	85.0	4/0	5	12	16	20	32	45
	107	250	4	10	13	16	25	35
	127	300	4	8	11	14	22	31
	152	350	3	7	9	12	19	27
	177	400	3	6	8	11	17	24
	203	500	2	5	7	9	14	20
	253	600	1	4	6	7	11	16
	304	700	1	4	5	6	10	14
	355	750	1	4	5	6	9	14
	456	900	1	3	4	5	7	10
	507	1000	1	3	3	4	7	10
XHHW, XHHW-2	8.37	8	39	88	115	146	225	320
	13.3	6	29	65	85	109	167	238
	21.2	4	21	47	62	79	121	172
	26.7	2	15	34	44	57	87	124
	33.6	1	11	25	33	42	65	93
	42.4	1/0	9	22	28	36	56	79

	53.5	2/0	8	18	24	30	47	67
	67.4	3/0	6	15	20	25	38	55
	85.0	4/0	5	12	16	21	32	46
	107	250	4	10	13	17	26	37
	127	300	4	8	11	14	22	31
	152	350	3	7	10	12	19	28
	177	400	3	7	9	11	17	25
	203	500	2	5	7	9	14	20
	253	600	1	4	6	7	11	16
	304	700	1	4	5	6	10	14
	355	750	1	3	5	6	9	13
	456	900	1	3	4	5	7	10
	507	1000	1	3	4	5	7	10

Definición: El trenzado compacto es el resultado de un proceso de fabricación, en el cual un conductor aprobado se comprime hasta que prácticamente se eliminan los intersticios (espacios entre los hilos trenzados).

APENDICE D (normativo)

GRADOS DE PROTECCION PROPORCIONADOS POR LOS ENVOLVENTES

D.1 Clasificación Norteamericana

tipo 1: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado y para proporcionar un grado de protección contra la suciedad.

tipo 2: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, para proporcionar un grado de protección contra la suciedad, y para proporcionar un grado de protección contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

tipo 3: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y tolvanera; y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 3R: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 3S: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve y tolvaneras; y en el cual el mecanismo externo sigue operable cuando se forman capas de hielo.

tipo 4: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, tolvaneras, salpicaduras de agua y chorro directo de agua y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 4X: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, tolvaneras, salpicaduras de agua, chorro directo de agua y corrosión y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 5: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, acumulación de polvo del ambiente, pelusa, fibras y partículas flotantes y contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos.

tipo 6: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua nieve, nieve, chorro directo de agua y la entrada de agua durante inmersión temporal ocasional a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 6P: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior o exterior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, lluvia, agua

nieve, nieve, chorro directo de agua, corrosión y la entrada de agua durante inmersión prolongada a una profundidad limitada y que no se dañe por la formación de hielo en el exterior del envolvente (gabinete).

tipo 12: envolventes (gabinetes) construidos (sin discos desprendibles) para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; y contra salpicaduras ligeras y escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

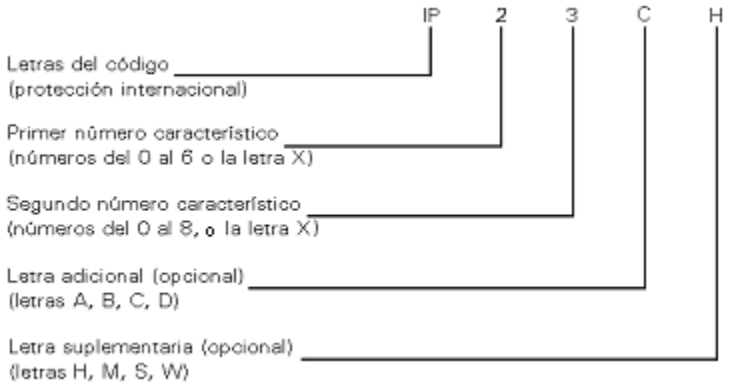
tipo 12K: envolventes (gabinetes) construidos (con discos desprendibles) para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes, contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos no corrosivos; y contra salpicaduras ligeras y escurrimientos de aceite y refrigerantes no corrosivos.

tipo 13: envolventes (gabinetes) construidos para uso interior para proporcionar un grado de protección al personal contra el contacto accidental con el equipo encerrado, contra la suciedad, el polvo del ambiente, pelusa, fibras, partículas flotantes; y contra el rociado, salpicaduras y escurrimientos de agua, aceite y refrigerantes no corrosivos.

D.2 Clasificación IEC

código IP: un sistema codificado para indicar los grados de protección proporcionados por un envolvente contra el acceso a partes peligrosas, ingreso de objetos extraños sólidos, ingreso de agua y para proporcionar información adicional en relación con dicha protección.

Distribución del código IP



D.2.1 Ejemplos del uso de letras en el código IP

Los ejemplos siguientes sirven para explicar el uso y arreglo de letras en el código IP.

IP44 - Sin letras, sin opciones;

IPX5 - Omitir el primer número característico;

IP2X - Omitir el segundo número característico;

IP20C - Usar letra adicional;

IPXXC - Omitir ambos números característicos, utilizar letra adicional;

IPX1C - Omitir el primer número característico, utilizar letra adicional;

IP3XD - Omitir el segundo número característico, utilizar letra adicional;

IP23S - Utilizar letra suplementaria;

IP21CM - Utilizar letra adicional y letra suplementaria;

IPX5/IPX7 - Dando dos diferentes grados de protección por un envolvente contra chorros de agua e inmersión temporal para aplicación “dual”.

D.2.2 Código IP que no utiliza letras opcionales

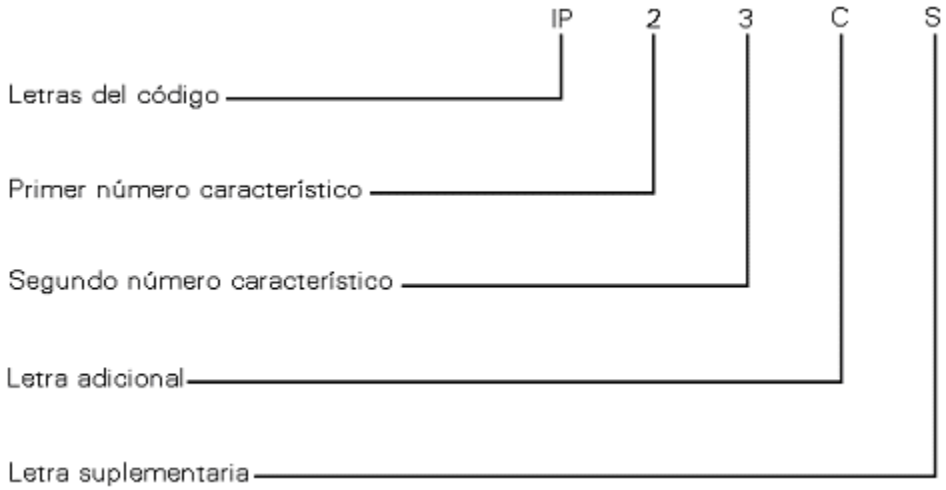
Un envolvente con esta designación (código IP)

(3) - protege a personas que manejan herramientas con un diámetro de 2.5 milímetros y mayor, contra el acceso a partes peligrosas;

- protege al equipo dentro del envolvente contra el ingreso de objetos extraños sólidos que tienen un diámetro de 2.5 milímetros y mayor;

(4) - protege al equipo dentro del envolvente contra efectos perjudiciales debidos a las salpicaduras de agua contra el envolvente desde cualquier dirección.

D.2.3 Código IP que utiliza letras opcionales



Un envolvente con esta designación (código IP)

(2) - protege a las personas contra el acceso a partes peligrosas con los dedos;

- protege el equipo dentro del envolvente contra el ingreso de objetos extraños sólidos que tienen un diámetro mayor o igual que 12.5 milímetros;

(3) - protege el equipo dentro del envolvente contra efectos perjudiciales ocasionados por el rocío de agua contra el envolvente;

(c) - protege contra el acceso a partes peligrosas a personas que manejan herramientas, con un diámetro mayor o igual que 2.5 milímetros y una longitud que no excede de 100 milímetros (la herramienta puede penetrar en el envolvente a toda su longitud):

(S) - se prueba para la protección contra efectos perjudiciales ocasionados por el ingreso de agua cuando todas las partes del equipo están estacionarias.

Tabla 1.- Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas indicados por el primer número característico

Primer número característico	Grado de protección	
	Descripción breve	Definición
0	No protegido	-
1	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el dorso de la mano	La sonda de acceso, esfera de 50 mm de diámetro debe tener una distancia adecuada de las partes peligrosas
2	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un	El dedo de prueba articulado de 12 mm de diámetro y 80 mm de

	dedo	longitud, debe tener una distancia adecuada de las partes peligrosas
3	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con una herramienta	La sonda de acceso de 2.5 mm de diámetro no debe penetrar
4	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	La sonda de acceso de 1.0 mm de diámetro no debe penetrar
5	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	La sonda de acceso de 1.0 mm de diámetro no debe penetrar
6	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	La sonda de acceso de 1.0 mm de diámetro no debe penetrar

1 En el caso de los primeros números característicos 3, 4, 5 y 6, la protección contra el acceso a partes peligrosas se satisface si se guarda una distancia adecuada. La distancia adecuada debe estar especificada por la norma específica de producto, de acuerdo con 12.3.

2 Debido al requisito simultáneo especificado en la tabla 2, el término "no debe penetrar" se considera en la columna de definiciones de la tabla 1.

Tabla 3.- Grados de protección contra agua indicados por el segundo número característico

Segundo número característico	Grado de protección	
	Descripción breve	Definición
0	No protegido	-
1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua	La caída vertical de gotas no debe tener efectos perjudiciales
2	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua cuando el envolvente se inclina hasta 15°	La caída vertical de gotas no debe tener efectos perjudiciales cuando el envolvente se inclina en cualquier ángulo hasta 15° en cada lado de la vertical
3	Protegido contra el rocío de agua	El rocío de agua en un ángulo de hasta 60° en cada lado de la vertical no debe tener efectos perjudiciales
4	Protegido contra la salpicadura de agua	La salpicadura de agua contra el envolvente en cualquier dirección no debe tener efectos perjudiciales
5	Protegido contra chorros de agua	El agua proyectada en chorros contra el envolvente en cualquier dirección no debe tener efectos perjudiciales
6	Protegido contra chorros fuertes de agua	El agua proyectada en chorros fuertes de agua contra el envolvente en cualquier dirección no debe tener efectos perjudiciales
7	Protegido contra los efectos de la inmersión temporal en agua	No se permite el ingreso de agua en cantidades que causen efectos perjudiciales cuando el envolvente es sumergido temporalmente en agua, bajo condiciones normalizadas de presión y tiempo
8	Protegido contra los efectos de la inmersión continua en agua	No se permite el ingreso de agua en cantidades que causen efectos perjudiciales cuando el envolvente es sumergido continuamente en agua, bajo condiciones más severas que las indicadas en el número 7

APENDICE E (Informativo)

DOCUMENTOS SECTOR SALUD

Este apéndice no es parte de los requerimientos y especificaciones de la NOM, se incluye únicamente con propósitos informativos.

NORMA	Título	Artículo
NOM-197-SSA1-2000	Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada	517
NOM-005-SSA3-2010	Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios	517
NOM-229-SSA1-2002	Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X	517
NOM-170-SSA1-1998	Para la práctica de anestesiología	517
NOM-022-STPS-2008	Electricidad estática en los centros de trabajo- condiciones de seguridad	517
NOM-029-STPS-2005	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad	517
NFPA-101	Life Safety Code 2003 edition	517
NFPA-20	Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection 2010 edition	517
NFPA-70	National Electrical Code 2011 edition	517
NFPA-99	Health Care Facilities Code 2005 edition	517
NFPA-110	Standard for Emergency and Standby Power Systems 2005 edition	517
IEEE STD 602-2007	Recommended Practice for Electric Systems in Health Care Facilities.	517

Transitorios

PRIMERO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los seis meses siguientes a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- La presente Norma Oficial Mexicana sólo será aplicable a instalaciones eléctricas que se inicien en fecha posterior a su entrada en vigor, incluyendo ampliaciones o modificaciones a instalaciones existentes.

TERCERO.- La presente Norma Oficial Mexicana cancela y sustituye a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (utilización).

México, D.F., a 15 de noviembre de 2012.- La Presidenta del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas y Directora General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica, y Recursos Nucleares, **Luz Aurora Ortíz Salgado**.- Rúbrica.