

CAPITULO 2

APLICACIÓN Y CONFRONTACIÓN DEL CÓDIGO NEC

INTRODUCCIÓN

El código NEC es el conjunto de requisitos eléctricos de seguridad de más amplia adopción en el mundo, es adoptado como ley en la mayoría de los Estados Unidos de América. En América Latina el NEC ha sido adoptado como ley oficial por México, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Ecuador y Puerto Rico. Se ofrece para uso legal y con propósitos reglamentarios a favor de la protección de la vida y la propiedad, la ley estatal modelo de la NFPA sobre inspección de instalaciones eléctricas se denomina “Ley modelo para la inspección de instalaciones eléctricas”. Esta ley modelo fue preparada por el comité asesor de la NFPA sobre la adopción y uso del código eléctrico nacional y documentos relacionados, como una guía para aquellas jurisdicciones que no tienen procedimientos de inspección eléctrica formalizados o que deseen reformar sus leyes de inspección, al igual que una guía para la adopción del NEC.

A continuación se presenta una reseña histórica y el desarrollo que ha venido experimentando este código con el pasar de los años. Esta reseña se transcribe desde la edición original del Código NEC de 1999.

¹Copyright NFPA 1998, Todos los derechos reservados

NFPA70

Código Eléctrico Nacional-National Electrical Code®

Edición 1999

Esta edición del Código Eléctrico Nacional, *National Electrical Code de la NFPA 70* fue preparada por el Comité del Código Eléctrico Nacional con la orientación de la *National Fire Protection Association, Inc.* (Asociación Nacional para la Protección contra Incendios), en su Asamblea Anual celebrada en mayo 18 a 21 de 1998 en Cincinnati, OH. Fue publicada por el Consejo de Normas en julio 16 de 1998, con fecha de vigencia a partir de agosto 5 de 1998 y sustituye todas las ediciones anteriores.

Esta edición de la NFPA 70 fue aprobada como una Norma Nacional de los Estados Unidos en agosto 6 de 1998.

¹ Código NEC de 1999

Historia y desarrollo del Código Eléctrico Nacional

La National Fire Protection Association ha actuado como promotor del *Código Eléctrico Nacional* desde 1911. El documento del *Código* original se desarrolló en 1897 como resultado de los esfuerzos unidos de diferentes sectores de seguros, electricidad, arquitectura e intereses vinculados.

De acuerdo con las disposiciones de los Proyectos del Comité Regulador del Reglamento de la NFPA, la Asociación publicó en junio de 1997 un Reporte de Propuestas del Comité del Código Eléctrico Nacional que contenía las enmiendas propuestas para el *Código Eléctrico Nacional* de 1996. Este reporte registró las acciones de los diferentes Paneles de Elaboración del Código y el Comité de Correlación del Comité del Código Eléctrico Nacional sobre cada propuesta efectuada para actualizar el *Código* de 1996. Se circuló el reporte a todos los miembros del Comité del Código Eléctrico Nacional y se puso a disposición de los otros miembros interesados de la NFPA y al público en general para revisión y comentarios. Con posterioridad al cierre del período de comentarios públicos, los Paneles de Elaboración del Código se reunieron, actuaron sobre cada comentario y reportaron su acción al Comité de Correlación. La NFPA publicó el Reporte de Comentarios del Comité del *Código Eléctrico Nacional* en abril de 1998, el cual registraba las acciones de los Paneles de Elaboración del Código y el Comité de Correlación sobre cada comentario público para el Reporte de Propuestas del Comité del *Código Eléctrico Nacional*. Dicho Reporte de Propuestas y el Reporte de Comentarios del Comité del *Código Eléctrico Nacional* se presentaron para adopción a la Asamblea Anual de la NFPA de 1998.

La NFPA cuenta con una Sección Eléctrica que brinda la oportunidad especial para sus miembros interesados en seguridad eléctrica de estar mejor informados y contribuir al desarrollo del *Código Eléctrico Nacional* y otras normas de electricidad de la NFPA. Cada uno de los Paneles de Elaboración del *Código* y el Director del Comité de Correlación reportaron sus recomendaciones a las asambleas de la Sección Eléctrica en la Asamblea Anual de la NFPA de 1998. De esta forma la Sección Eléctrica tuvo la oportunidad de discutir y revisar el reporte del Comité del Código Eléctrico Nacional antes de la adopción de esta edición del Código por parte de la Asociación.

Esta edición de 1999 invalida otras ediciones anteriores, suplementos e impresiones fechadas en 1897, 1899, 1901, 1903, 1904, 1905, 1907, 1909, 1911, 1913, 1915, 1918, 1920, 1923, 1925, 1926, 1928, 1930, 1931, 1933, 1935, 1937, 1940, 1942, 1943, 1947, 1949, 1951, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1962, 1965, 1968, 1971, 1975, 1978, 1981, 1984, 1987, 1990, 1993 y 1996.

Los cambios realizados en esta edición de 1999 del *Código Eléctrico Nacional* (en relación con la edición 1996) se indican mediante líneas verticales sobre el margen.

La ubicación (en la edición de 1996) de texto que no aparece en la edición de 1999, y que no se identifica como cambio mediante línea vertical, se marca con un punto negro (.) sobre el margen. No se identifican los cambios en los números de las secciones y tablas. El texto identificado con la letra superíndice "x" incluye material extraído de otros documentos de la NFPA tal como se señala en el Apéndice A.

Este Código tiene sólo carácter consultivo en lo que respecta a NFPA y al ANSI, pero se puede emplear con propósitos legales y reglamentarios en interés de proteger la vida y la propiedad. Cualquier persona que note algún error debería notificarlo a la Secretaría del Comité del *Código Eléctrico Nacional* en la Oficina del Director Ejecutivo de la NFPA.

CÓDIGO NEC

El código NEC abarca diferentes temáticas para el correcto desarrollo e implementación de las instalaciones eléctricas interiores, las cuales están definidas por medio de artículos, agrupados en capítulos; que permiten una revisión clara del tema buscado. El esquema del código es el siguiente:

Capítulo 1	Generalidades	Artículos 100 – 110
Capítulo 2	Alambrado y Protección	Artículos 200 – 280
Capítulo 3	Métodos y Materiales de Alambrado	Artículos 300 – 384
Capítulo 4	Equipos para uso general	Artículos 400 – 490
Capítulo 5	Inmuebles Especiales	Artículos 500 – 555
Capítulo 6	Equipos Especiales	Artículos 600 – 695
Capítulo 7	Condiciones Especiales	Artículos 700 – 780
Capítulo 8	Sistemas de Comunicación	Artículos 800 – 830
Capítulo 9	Tablas	

Del análisis que se realiza de cada uno de los capítulos del Código NEC, se destacará la aplicabilidad en la realidad eléctrica de nuestro medio, además de efectuar la confrontación con los materiales, mano de obra y el esquema de diseño de las instalaciones eléctricas que se posee en el mismo. Cabe recalcar que: ***El desarrollo de este proyecto, como está claramente definido en su título, será una interpretación y análisis del código NEC, desde el punto de vista de las Aplicaciones mínimas requeridas en los diseños residenciales, comerciales e industriales que la Centrosur revisa y aprueba, más no un resumen del mismo.*** Es por esto que todos los términos y explicaciones que se den de aquí en adelante, son utilizados en nuestro medio y se enfocarán de manera que, puedan ser interpretados por todas las personas (profesionales y técnicos) involucrados en el tema y que necesiten o deseen revisar este proyecto como fuente de consulta.

Los proyectos que requieran de condiciones de seguridad adicionales o especiales, se recomienda que sea confrontados con los artículos correspondientes de la NORMA NFPA 70 (Código NEC)

Para interpretar el código NEC que es un documento completo, detallado y extenso, es necesario analizar cada uno de sus artículos, de manera que su comprensión sea más fácil y la ubicación de cada uno de los temas sea más ágil, esto en cuanto a la parte teórica; para la realización de los proyectos es necesario poner en práctica todos los artículos detallados en la teoría, a simple vista parece un mecanismo sencillo pero no lo es, debido a que existen varios detalles que cada profesional puede interpretarlos de una manera distinta si no se cuenta con una capacitación de profesionales del NEC; es por esto que, todos los años la NFPA, dicta cursos para el estudio del código.

Todos los asistentes a estos cursos tienen mejores capacidades para interpretar y aplicar el código y así realizar de una manera segura un proyecto de instalación eléctrica interior.

El siguiente capítulo a ser analizado, según el Código NEC se ha dividido en los nueve capítulos mencionados.

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 Definiciones 21-1

A la vista (Dentro del alcance visual):

Significa que el equipo o instalación **a la vista** (Dentro del alcance visual) debe ser visible, desde otro equipo o instalación y su distancia no debe ser superior a 15 m.

A prueba de Intemperie:

Cualquier aparato o instalación dispuesta para garantizar su buen funcionamiento en su uso a la intemperie.

A prueba de lluvia:

Cualquier aparato o instalación dispuesta para garantizar su buen funcionamiento en su uso en presencia de lluvia.

A prueba de polvo:

Cualquier aparato o instalación dispuesta para garantizar su buen funcionamiento en su uso en medios con presencia de polvo.

Accesible (Referido a Equipos):

Equipo al que es posible tener un acceso directo sin obstrucción de puertas, cerraduras o alturas y profundidades considerables.

Accesible (Referido a métodos de alambrado):

Instalación a la que se puede desmontar, verificar y reparar, sin dañar el acabado del lugar en donde se encuentra la instalación.

Acometida:

Conductores y equipos encargados de suministrar energía eléctrica desde la red local de servicio público, hasta el contador de energía del inmueble.

Acometida Aérea:

Conductores y equipos aéreos encargados de suministrar energía eléctrica desde el poste más cercano de la red local de servicio público, hasta el contador de energía del inmueble.

Acometida Subterránea:

Conductores y equipos subterráneos encargados de suministrar energía eléctrica desde el poste, transformador o instalación más cercana de la red local de servicio público, hasta el contador de energía del inmueble.

Alambrado (Cableado) no incendiario en campo:

Alambrado que entra o sale de un equipo y que en condiciones normales de funcionamiento, al provocarse un arco eléctrico o un aumento de temperatura, no enciende una mezcla inflamable de gases y vapores. Conociendo como funcionamiento normal a la apertura, cortocircuito o puesta a tierra.

Alambrado de un predio (sistema):

Toda la conexión exterior e interior, incluyendo circuitos de iluminación y fuerza, control y señalización, junto con todos los accesorios mecánicos y dispositivos de conexión, tanto permanentes como temporales, que van desde la punta de la acometida de los conductores de una fuente, hasta las salidas en el interior.

Alimentador:

Son los conductores de un circuito situados entre la acometida y el dispositivo de protección contra sobre corriente de un circuito final de fuerza o iluminación.

Aprobado:

Aceptable por la autoridad con jurisdicción, siendo esta estatal, local u otro departamento regional como la Centrosur.

Artefacto:

Dispositivo de consumo de energía no industrial conectado y utilizado para realizar una o más funciones.

Automático:

Que funciona por sus propios mecanismos sin que sea accionado por una persona.

Aviso luminoso :

Equipo de consumo de energía eléctrica fijo, estacionario o móvil, construido con letras o símbolos y diseñado para atraer la atención o dar información.

Cable de acometida:

Conductores de la acometida dispuestos en forma de cable.

Canalización:

Conducto encerrado construido con materiales metálicos y no metálicos, construido para contener y resguardar alambres cables o barras conductoras.

Capacidad de corriente:

Corriente en amperios que puede atravesar un conductor continuamente en condiciones normales de servicio (sin superar su temperatura nominal)

Capacidad de interrupción nominal:

La corriente máxima a una tensión nominal a la que un dispositivo eléctrico se interrumpe bajo condiciones de ensayo normales.

Carga continua:

Carga que se mantiene con una corriente máxima circulando durante 3 o más horas.

Carga no lineal:

Carga cuya forma de onda de corriente en estado estacionario no sigue la forma de onda de la tensión aplicada.

Certificado:

Lista de equipos, materiales y servicios, publicada por una organización en el caso del Ecuador, el INEN; que se dedica a la evaluación de productos o servicios y que es acogida por la Centrosur

Circuito de control remoto:

Circuito eléctrico para controlar otro circuito a través de un relé u otro dispositivo similar.

Circuito de señalización:

Circuito eléctrico para energizar un equipo de señalización.

Circuito de derivación (ramal):

Conductores del circuito, que se encuentra entre la protección del mismo y el o las salidas, dividiéndose en:

- De conexión de artefactos eléctricos
- De conexión para alumbrado
- Combinado
- Individual (un solo equipo de utilización)
- Multiconductor

Conductor aislado:

Conductor encerrado por un material de aislamiento eléctrico reconocido por el NEC

Conductor cubierto:

Conductor encerrado por un material de aislamiento eléctrico no reconocido por el NEC

Conductor desnudo:

Conductor que no está encerrado por ningún aislamiento eléctrico.

Conductor de puesta a tierra:

Conductor mediante el cual se conectan los equipos o circuitos de una instalación al o los electrodos de tierra y se dividen en:

- **Conductor de puesta a tierra de los equipos.-** conductor conectado entre las partes metálicas de los equipos y canalizaciones que no conducen corriente y el conductor puesto a tierra del sistema o al conductor del electrodo de puesta a tierra.

- **Conductor del electrodo de puesta a tierra.-** conductor conectado entre el electrodo de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra de los equipos.

Conductor puesto a tierra:

Conductor de una instalación o circuito conectado intencionalmente a tierra.

Conductores de aluminio recubiertos con cobre:

Conductores fabricados con una barra de aluminio recubierta con cobre y unidos entre sí con procedimientos metalúrgicos siendo el cobre el 10 % de la sección transversal de todo el conductor o de cada hilo si el conductor es trenzado.

Conductores de entrada de la acometida aérea:

Conductores de la acometida entre los terminales del equipo de acometida y un punto externo a la construcción, en donde se unen a la acometida aérea.

Conductores de entrada de la acometida subterránea:

Conductores de la acometida entre los terminales del equipo de acometida y un punto de conexión a la acometida subterránea.

Conductores de la acometida:

Conductores dispuestos desde el punto de la acometida hasta los puntos de desconexión de la misma.

Conduleta (Canaleta o cuerpo de conduit):

Parte de una tubería o conduit que permite acceder a través de una tapa removible, a un punto de unión entre las secciones de un sistema o un punto terminal del mismo.

Conexión equipotencial:

Unión permanente de partes metálicas para formar una conexión eléctricamente conductora que asegure la continuidad eléctrica de cualquier corriente que pueda circular.

Conjunto con múltiples salidas:

Canalización superficial diseñada para contener conductores y tomacorrientes.

Controlador:

Dispositivos para gobernar el suministro de energía eléctrica al aparato al cual está conectado.

Dispositivo:

Elemento de un sistema eléctrico que no consume energía y sirve solo para transportarla.

Encerrado:

Contenido en una carcasa, que impide que las personas estén accidentalmente en contacto con partes energizadas

Encerramiento:

Caja o carcasa de un aparato, cerca o paredes que rodean una instalación y evitan que las personas entren en contacto accidental con partes energizadas y también para proteger equipos contra daños físicos.

Equipo:

Materiales, herrajes, dispositivos, artefactos, utensilios, aparatos y similares, que forman parte de una instalación eléctrica.

Equipo Antideflagrante (Equipo a prueba de explosión):

Equipo encerrado en una carcasa que es capaz de resistir una explosión que se genera en su interior, debido a gases o vapores específicos, evitando la explosión de gases en la atmósfera circundante a la carcasa.

Equipo de Acometida:

Equipo necesario generalmente interruptores automáticos (breakers), interruptores, fusibles y demás accesorios conectados al extremo de carga de los conductores de acometida a una edificación, destinado para la desconexión general del suministro.

Equipo de Utilización:

Dispositivos de diferente utilización, como iluminación, calefacción, etc.

Equipo Sellable:

Equipo encerrado en una caja o gabinete que dispone de bloqueos, de modo que no se pueda acceder a las partes energizadas, sin antes desbloquearlo.

Expuesto (Como se aplica a las partes energizadas):

Equipo o circuito eléctrico que por descuido puede ser tocado por una persona, o es posible que pueda aproximarse a una distancia insegura.

Expuesto (Como se aplica a los métodos de alambrado):

Circuitos colocados sobre una superficie o asegurado a ella, o en paneles diseñados para permitir su maniobra.

Factor de Demanda:

Relación entre la demanda máxima de un sistema y la carga total conectada a ella.

Frente muerto:

Sin partes energizadas expuestas a las personas en el lado de maniobra de los equipos.

Hermético a la lluvia:

Protegido contra la exposición a la lluvia para evitar el ingreso de agua.

Hermético al agua:

Protegido contra la exposición a la humedad.

Hermético al polvo:

Protegido contra la exposición al polvo.

Iluminación Colgante:

Grupo de luces exteriores suspendidas.

Interruptor de acción rápida y uso general:

Interruptor de uso general construido para poderlo instalar en cajas, tapas u otros sistemas de alambrado.

Interruptor de aislamiento (Seccionador):

Destinado para aislar a un circuito de la alimentación, carece de capacidad nominal, su utilización es únicamente luego de que se ha abierto el circuito por otros medios.

Interruptor de aislamiento de derivación:

Dispositivo de accionamiento manual, utilizado junto con un conmutador, realizando una conexión directa de los conductores a una fuente y de desconexión del conmutador.

Interruptor de circuito de motores:

Interruptor capaz de interrumpir la máxima corriente de sobrecarga.

Interruptor de transferencia (conmutador):

Dispositivo automático o no automático que sirve para transferir las conexiones de uno o más conductores de una fuente a otra.

Interruptor de uso general:

Interruptor general para usarse en ramales y circuitos de distribución.

Interruptor Automático:

Dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito de manera no automática, pero para que abra un circuito automática cuando se produzca una sobrecorriente en el circuito.

Interruptor Automático Ajustable:

Indica que el interruptor automático se puede ajustar para diversos valores de corriente.

Interruptor Automático de Ajuste:

Interruptor automático que se puede ajustar tanto valores de corriente, como tiempo de accionamiento.

Interruptor Automático de disparo instantáneo:

Que no tiene un retardo en el accionamiento.

Interruptor Automático no ajustable:

Indica que no tiene ninguna regulación de corriente o tiempo, necesario de accionamiento.

Interruptor Automático de tiempo inverso:

Indica que al interruptor automático se le puede introducir un tiempo de retardo, el mismo que disminuye al momento que aumenta la magnitud de corriente.

Interruptor de circuito contra fallas a tierra:

Destinado a la protección de personas, interrumpiendo el paso de corriente dentro de un tiempo determinado.

Medios de desconexión:

Grupo de dispositivos u otros medios mediante los cuales los conductores de un circuito se pueden desconectar de la alimentación.

Oculto:

Inaccesible por causa o acabado de la edificación

Operable desde afuera:

Que se puede accionar sin exponerse al contacto de partes energizadas.

Panel (Tablero) de distribución:

Internamente puede poseer barras, dispositivos de protección, interruptores, etc. Diseñado para ser instalado contra una pared y de accesibilidad solo al frente.

Partes Energizadas:

Componentes eléctricos, como conductores, barras, terminales, etc; sin asilamiento o expuestos.

Persona Calificada:

Persona que posee los conocimientos adecuados para la instalación y maniobra de equipos e instalaciones eléctricas y los riesgos que conllevan las mismas.

Protección contra fallas a tierra de equipos:

Destinado para proteger equipos contra sobrecorrientes debido a fallas a tierra.

Protector térmico (como se aplica a motores):

Dispositivo que forma parte integral del motor, destinado a protegerlo contra sobrecalentamientos peligrosos, debidos a sobrecargas y fallas en el arranque.

Protegido Térmicamente (como se aplica a motores):

Si un motor está “protegido térmicamente”, quiere decir, que el mismo tiene un protector térmico incorporado.

Puente de conexión equipotencial:

Conductor que asegura la conductividad eléctrica adecuada y necesaria entre partes metálicas que deben estar conectadas eléctricamente.

Puente de conexión equipotencial de equipos:

Conexión entre conductores de puesta a tierra de equipos

Puente de conexión equipotencial principal:

Es la conexión entre el conductor del circuito de puesta a tierra y el conductor de puesta a tierra de los equipos.

Puesto a tierra:

Circuito o equipo conectado a tierra o a cualquier cuerpo o conductor que pueda actuar como la misma.

Puesto a tierra eficazmente:

Conexión intencional a tierra, mediante una conexión de impedancia suficientemente baja y con capacidad de conducción de corriente suficiente para evitar la aparición de tensiones que puedan provocar riesgos a personas o a los equipos conectados.

Punto de acometida:

Punto de conexión entre las redes de la Centrosur y el alambrado del predio.

Resguardado:

Cubierto de manera que elimine la posibilidad de aproximación o contacto con personas u objetos a un punto peligroso.

Salida:

Punto final de una instalación del cual se toma corriente para suministrarla a los equipos

Servicio continuo:

Funcionamiento de una carga constante durante un tiempo indefinidamente largo.

Servicio de corta duración:

Funcionamiento de una carga constante durante un período de tiempo corto y determinado.

Servicio Intermitente:

Funcionamiento durante intervalos alternativos de: carga-sin carga, carga-parada, carga-sin carga-parada.

Servicio Periódico:

Funcionamiento intermitente, en el que las condiciones de carga son periódicas.

Servicio Variable:

Funcionamiento a distinta carga y en distintos intervalos de tiempo, con grandes variaciones.

Sistema derivado independiente:

Circuito eléctrico energizado independientemente de una batería sistema solar fotovoltaico, etc; que no está conectado a la red de la centrosur.

Sistema solar fotovoltaico:

Todos los componentes y subsistemas que convierten la energía solar en energía eléctrica.

Sobrecarga:

Funcionamiento de un equipo por encima de su capacidad nominal a plena carga, o en un conductor, su capacidad nominal de conducción; sufriendo daños cuando su período de funcionamiento en estas condiciones es considerable.

Sobrecorriente:

Toda corriente que supera la corriente nominal de un equipo o conductor.

Tensión (de un circuito):

Diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito

Tensión a tierra:

Diferencia de potencial entre un conductor y un punto de referencia a tierra.

Tensión Nominal:

Valor nominal asignado a un circuito para definir su nivel de tensión, es decir su tensión real a la que funciona.

Tierra:

Conexión intencional o accidental de un circuito o equipo o circuito a tierra.

Tomacorriente:

Dispositivo instalado en la salida de un circuito, que permite obtener energía para suministrar a un dispositivo de consumo. Puede ser sencillo o múltiple con dos o mas tomacorrientes en el mismo cajetín.

Ventilado:

Equipado con medios que permiten la circulación de aire, destinados para eliminar el exceso de calor, humos o vapores.

Vivienda:

Grupo habitacional para el uso de una unidad familiar con diferentes estancias.

2.1.2 Requisitos para instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas interiores tienen que cumplir con ciertas disposiciones o requisitos, indispensables para su correcto funcionamiento; es por esto que, el código NEC describe estos requisitos en el artículo 110, clasificándolos en:

- Generalidades
- 600 V nominales o menos

En el código NEC también se encuentran 2 clasificaciones adicionales, que se refieren a niveles de tensión superiores a 600 V. Estos artículos no son sujetos a nuestro análisis, ya que, para media y alta tensión, la Centrosur, tiene sus propias normativas.

2.1.2.1 Generalidades

Examen, Identificación, instalación y uso de los equipos

Para definir el estado de un equipo, en su evaluación se deben considerar los siguientes puntos: **21-2(a)**

Se refiere a recomendaciones examinar la instalación de este equipo en diferentes condiciones, eléctricas, de carga y medio ambientales, etc; así como las condiciones establecidas en este documento. **21-2(a)1**

Examinar su resistencia mecánica y su durabilidad, además hay que examinar el tipo de protecciones tanto del equipo como del personal. **21-2(a)2**

Considerar el espacio que disponen las canaletas, conductos y tuberías, para el paso de los cables. **21-2(a)3**

Revisar el aislamiento eléctrico, tanto del equipo, como de sus conexiones. **21-2(a)4**

Determinar las consecuencias del calentamiento de equipos e instalaciones en condiciones normales y anormales de uso. **21-2(a)5**

Determinar los efectos del arco eléctrico en equipos e instalaciones en condiciones normales y anormales de uso. **21-2(a)6**

Definir una adecuada clasificación de equipos e instalaciones por tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico. **21-2(a)7**

Considerar otros factores de riesgo para las personas que están en contacto con el equipo o instalación. **21-2(a)8**

Los equipos que poseen certificaciones y documentación anexa, se deben usar e instalar según estas especificaciones, siempre y cuando estén acorde a este análisis. **21-2(b)**

Tensiones. Se refiere a la tensión nominal de un equipo, no debe ser inferior a la tensión nominal del circuito que suministra la energía. **21-3**

Conductores. Se ha de utilizar en una instalación, por defecto conductores de cobre con las especificaciones de calibre adecuadas, según A WG, para otros materiales usar tablas de equivalencia. **21-4**

Integridad del aislamiento. La instalación terminada, debe estar libre de cortocircuitos y contactos a tierra. **21-5**

Métodos de alambrado. El código NEC reconoce algunos métodos de instalación como “adecuados”, por lo que se consideran viables para aplicarlos en instalaciones eléctricas de inmuebles. **21-6**

Capacidad nominal de interrupción. La capacidad nominal de interrupción de las protecciones, debe ser la adecuada, según la tensión nominal y la corriente en los terminales del equipo. **21-7**

Impedancia del circuito. Todos los dispositivos de protección contra las diferentes fallas eléctricas, deben estar adecuadamente coordinadas para que no produzcan daños considerables en el circuito, basados en los datos certificados (de placa) del equipo de protección. **21-8**

Agentes deteriorantes. Si los equipos o instalaciones no tienen una especificación para trabajar en ambientes húmedos, mojados, con gases explosivos y temperaturas elevadas, no se los debe instalar. **21-9**

Ejecución mecánica del trabajo

Los equipos se deben instalar de manera adecuada y profesional, considerando:

Las aberturas no utilizadas en tableros, canalizaciones, se deben cerrar de manera adecuada, para proteger el equipo. **21-10(a)**

En caso de una conexión subterránea, ésta debe ofrecer un acceso fácil y seguro, para su instalación y mantenimiento. **21-10(b)**

Las partes internas de los equipos, barras, aisladores y otras superficies, no deben estar contaminadas con pintura o limpiadores, no deben existir agentes externos o piezas dañadas dentro del equipo, ya que pueden afectar su funcionamiento seguro. **21-10(c)**

Montaje y enfriamiento de los equipos. Los equipos e instalaciones eléctricas deben estar montados firmemente sobre la superficie en la que se encuentren, deben estar provistos de una ventilación adecuada, según sus necesidades; se deben tener en consideración los equipos y estructuras adyacentes a los mismos, para que no impidan la normal circulación de aire. **21-11**

Conexiones. No se debe mezclar en un terminal o en un conector de empalme conductores de materiales distintos, como aluminio y cobre, pero se pueden mezclar si los equipos están fabricados bajo esas condiciones.

La conexión de los terminales debe ser adecuada sin dañar al conductor, para conductores # 10 o menores, se permitirá la sujeción por medio de tornillos o pernos de sujeción, para calibres superiores, se los debe hacer por medio de conectores de presión. **21-12(a)**

Los empalmes deben ser con soldadura de bronce o autógena; previo a la soldadura, los empalmes se los debe realizar de forma mecánica, asegurando las condiciones eléctricas. **21-12(b)**

La temperatura nominal de los conductores utilizados en los circuitos no debe superar a la temperatura nominal más baja de cualquier equipo o dispositivo conectado a este circuito. **21-12(c)**

Arcos Eléctricos. Si un equipo eléctrico posee partes, cuyo funcionamiento normal produce arcos, chispas, llamas o metal fundido, deben estar encerrados o separados y aislados físicamente de todo material combustible. **21-13**

Marcado. En todo equipo se deben encontrar marcas que indiquen tensión, capacidad de corriente, potencia eléctrica y otros valores nominales importantes. Estas marcas deben ser durables y claramente legibles. **21-14**

Identificación de los medios de desconexión. Todo medio de desconexión, líneas de alimentación o circuitos en su punto de origen deben estar marcados de modo legible, indicando su propósito. **21-15**

2.1.2.2 Circuitos de 600 V nominales o menos

Espacios alrededor de un equipo

Todo equipo eléctrico de 600 v nominales o menos debe cumplir con ciertas condiciones de espacio para que personas calificadas puedan ajustar, inspeccionar, reparar o dar mantenimiento mientras está energizado dicho equipo. **21-16**

Para la profundidad del espacio de trabajo en dirección a las partes energizadas para tensiones de 0 a 150 v, debe ser de 1 m y para tensiones nominales de 151 a 600 v, debe ser de 1.2 m. **21-16(a)**

El ancho del espacio de trabajo frente al equipo debe ser igual al ancho del equipo o al menos de 0.8 m, en cualquier caso, se debe poder abrir las puertas del equipo al menos a 90°. **21-16(b)**

El espacio de trabajo debe estar libre y no se debe utilizar para almacenamiento. **21-17**

El acceso al equipo debe ser el adecuado, si el equipo es de 1200 A nominales o más, debe existir una entrada por lo menos de 0.6 m de ancho y 2 m de altura en cada extremo del espacio de trabajo. Debe existir iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo. La altura mínima de estos espacios en estos equipos debe ser de 2 m. **21-18**

Resguardo de partes energizadas

Las partes energizadas que funcionen a 50 v o más deben estar protegidas contra contactos accidentales, ubicándolos en un cuarto, bóveda o encerramiento similar, accesible solo a personal calificado o mediante divisiones adecuadas sólidas o permanentes. Otra manera es ubicándolas a una altura mínima de 2.5 m. El equipo eléctrico debe estar protegido contra daños físicos. **21-19**

Las entradas a lugares que contengan partes energizadas expuestas, deben tener señales de advertencias visibles para que prohíban la entrada a personal no calificado. **21-20**

2.1.2.3 Más de 600 V nominales

Para conductores y equipos usados en mas de 600 v nominales debe cumplir con las normas establecidas para las demás conexiones, con la diferencia que todo el mantenimiento, control y revisión debe ser realizado por personas calificadas. **21-21**

Espacios de trabajo, entrada y acceso. El espacio libre mínimo de trabajo no debe ser menor de 2 m de altura. La entrada no debe ser inferior a los 2 m de altura y el acceso debe ser seguro, instalado en plataformas, balcones, áticos, terrazas. **21-22**

Espacio de trabajo y resguardo. Para tensiones nominales de 600 v a 2500 v, el espacio libre en dirección a las partes energizadas, debe ser como mínimo de 1.5 m, para mayores tensiones, referirse al artículo 110-34 del código NEC; Para cuartos

que tengan en su interior éstos equipos de alta tensión, deben tener una advertencia en su puerta que diga: PELIGRO ALTA TENSIÓN PROHIBIDA LA ENTRADA. El sistema de iluminación debe estar dispuesto de manera que el personal que realiza el cambio de las bombillas y manipula los aparatos de mando, no tengan contacto con la alta tensión. Las partes energizadas no resguardadas que se encuentran por encima del espacio de trabajo, deben estar a una altura mínima de 2.5 m, de igual manera para mayores tensiones, referirse al código NEC. **21-23**

2.2 ALAMBRADO Y PROTECCIÓN

2.2.1 Uso e identificación de conductores puestos a tierra

Alcance. Dentro de alambrado y protección se establecen requisitos para la identificación de los terminales, de los conductores puestos a tierra en las instalaciones de los predios y de los conductores puestos a tierra. **22-1**

Todas las instalaciones deben tener un conductor de puesta a tierra, cuando el conductor de puesta a tierra es aislado, este aislamiento debe ser el adecuado y de color diferente a cualquier conductor no puesto a tierra. **22-2**

Conexión a sistemas puestos a tierra. Ninguna instalación de vivienda debe ser conectada a la fuente sin que antes el conductor de tierra, tenga una debida conexión a tierra. **22-3**

Identificación de conductores.

Para identificar un conductor aislado puesto a tierra # 6 o más pequeño se cubre toda su longitud con forro exterior blanco, gris o con tres franjas blancas cuando se trate de aislamiento de color diferente del verde. **22-4**

El conductor puesto a tierra de un cable con forro metálico y aislamiento mineral se identifican con marcas distinguibles en sus terminaciones. **22-4(a)**

Para conductores aéreos se los debe definir de la misma manera que el punto anterior. **22-4(b)**

Cuando se traten de conductores superiores al # 6 se identifica como en el literal (a) y en el momento de la instalación se coloca una marca blanca en sus extremos, que rodee el conductor. **22-5**

Si un conductor puesto a tierra está dentro de un cordón flexible, se lo debe identificar con un forro externo blanco o gris o con tres franjas blancas cuando se trate de aislamiento de color diferente del verde. **22-6**

Cuando existan varios conductores puestos a tierra de varios sistemas cada uno debe tener un forro exterior blanco con una franja de diferente color a excepción del verde, dispuesto a lo largo de todo el aislamiento. **22-7**

Para conductores puestos a tierra que se encuentran en un cable multiconductor su identificación se la realiza como en el literal (a), cuando se trate de un cable plano multiconductor # 4 o mayor se permite que tenga una señal o pestaña externa en el conductor a tierra **22-8**

Uso de colores de aislamiento.

Para conductores puestos a tierra se utilizan: un conductor con una cubierta continua blanca o gris, con tres franjas blancas continuas sobre un aislamiento que no sea verde, una marca blanca o gris en el extremo **22-9**

Para circuitos de menos de 50 V que contengan una conexión de puesta a tierra el conductor debe tener un aislamiento de color blanco, gris, tres franjas blancas continuas o una marca blanca o gris en el extremo. **22-10**

En aplicaciones para circuitos de 50 V o más (multiconductores, cordones flexibles, interruptores de tres o cuatro vías), si existen conductores con una cubierta continua blanca o gris, con tres franjas blancas continuas sobre un aislamiento que no sea verde, que no sean dispuestos a tierra, se permite su utilización solo si los conductores puestos a tierra se reidentifican con una marca de pintura u otro medio eficaz. **22-11**

Medios de identificación de terminales. Se debe identificar los terminales de un conductor puesto a tierra con blanco, y a los demás terminales, con otros colores. **22-12**

Polaridad de las conexiones. Ningún conductor puesto a tierra, se debe conectar a un terminal o borne de manera que se invierta la polaridad denunciada. **22-13**

2.2.2 Circuitos de derivación (ramales).

2.2.2.1 Disposiciones Generales.

Aquí se tratan sobre circuitos de derivación a excepción de aquellos que alimenten a cargas de motores. **22-14**

Capacidad nominal de corriente. Los circuitos de derivación tienen que tener una capacidad nominal acorde a la capacidad nominal de corriente máxima permitida o con el valor de ajuste del dispositivo de protección de sobre corriente. En circuitos

ramales que no sean individuales, la capacidad nominal debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 amperios. Si se usan conductores de mayor capacidad de corriente, la capacidad nominal del circuito se debe determinar como se explicó. **22-15**

Circuitos de derivación multiconductores.

Se reconocerán como circuitos de derivación cuando se utilicen multiconductores y se considerarán como varios circuitos cuando todos los conductores salgan del mismo panel de distribución. **22-16**

Si en una unidad de vivienda existe un circuito de derivación multiconductor que alimente a más de un dispositivo o equipo se debe instalar un medio para desconectar en forma simultanea todos los conductores no puestos a tierra en el panel de distribución. **22-17**

Los circuitos de derivación multiconductores solo deben alimentar cargas entre línea y neutro. **22-18**

Si en una construcción existe más de un sistema de tensión nominal cada conductor de un circuito de derivación multiconductor, se debe identificar en un lugar accesible su fase y sistema. El medio de identificación puede ser un color codificado, una cinta de marcación, etiqueta, u otros medios aprobados, su disposición debe ser permanente en los paneles de distribución del circuito ramal. **22-19**

Limitaciones de tensión de circuitos de derivación.

La tensión nominal en viviendas en viviendas, habitaciones tanto de hoteles, moteles y unidades similares no debe ser superior a los 120 V, ésta tensión debe existir entre los terminales que suministren energía a elementos de alumbrado y en cargas de 1440 VA. Nominales o menos, o de menos de 1/4 de Hp. **22-20**

Los circuitos que no superen los 120 V. entre conductores se permite que se conecten a boquillas que tengan la misma tensión nominal, así como también a equipos que tengan cable y enchufe permanente. **22-21**

Tomacorrientes y conectores de cordón

Los tomacorrientes de este tipo deben ser instalados en circuitos de derivación de 15 y 20 A. **22-22**

Los contactos de puesta a tierra de los tomacorrientes se deben poner a tierra conectándolos con el conductor de puesta a tierra de los equipos del circuito que alimenta al tomacorriente. **22-23**

En el caso de requerir el reemplazo de tomacorrientes, si el mismo tiene puesto a tierra el encerramiento, el reemplazo debe tener polo a tierra y se lo debe conectar adecuadamente; si se reemplazan en salidas que exijan protección contra falla a tierra, los tomacorrientes deben ir protegidos con interruptores de circuito de falla a tierra. Si no existen medios de puesta a tierra, se permite el reemplazo de un tomacorriente sin polo a tierra por otro igual. Si se reemplaza un tomacorriente que no posee falla a tierra por uno que si lo posee, se debe especificar que éste no esta puesto a tierra. **22-24**

Los tomacorrientes instalados a circuitos que tengan distintas tensiones, frecuencias o tipos de corrientes (CA. CC.) en la misma edificación, deben estar diseñados para que sus enchufes de conexión no sean intercambiables. **22-25**

Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra GFCI. En lugares como cuartos de baño, garajes, sótanos sin terminado, espacios de poca altura, cocinas, lava platos de mesón y edificaciones cuyo piso esté localizado al nivel o por debajo del suelo que no sean habitables y que tengan instalados tomacorrientes monofásicos de 127 V y de 15 y 20 A., deben ofrecer protección a las personas mediante un interruptor de circuito por falla a tierra. **22-26**

Circuitos de derivación requeridos

Se deben instalar circuitos de derivación para iluminación y fuerza, y para circuitos que suministren energía a aparatos operados a motor, para alimentar las respectivas cargas.

La cantidad mínima de circuitos de derivación se debe determinar en base a la carga total calculada y del calibre o la capacidad nominal de los circuitos a ser utilizados. **22-27**

La carga calculada debe estar distribuida de forma homogénea entre los circuitos de derivación con múltiples salidas dentro de los paneles de distribución. **22-28**

Se deben instalar dos o más circuitos de derivación de 20 A. para aparatos pequeños en lugares como: cocina, despensa, comedor; en el caso de la cocina cada circuito de derivación no debe alimentar a más de un ambiente, además se debe instalar por lo menos un circuito de derivación de 20 A para alimentar las salidas de tomacorriente de una lavandería, éste circuito no debe tener otras salidas. También se debe instalar por lo menos un circuito de derivación de 20 A. para alimentar las salidas de tomacorriente de un cuarto de baño, estos circuitos no deben tener otras salidas. **22-**

29

		15 AMPERIOS		20 AMPERIOS		30 AMPERIOS		50 AMPERIOS	
		TOMACORRIENTE	CLAVIJA	TOMACORRIENTE	CLAVIJA	TOMACORRIENTE	CLAVIJA	TOMACORRIENTE	CLAVIJA
Bipolar - Bipolar	1 125 V								
	2 250 V								
	3 277 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	4 600 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
Bipolar - Trifilar de puesta a tierra	5 125 V								
	6 250 V								
	7 277 V AC								
	24 347 V AC								
	8 480 V AC					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	9 600 V AC					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	10 125/250 V								
	11 3Ø 250 V								
Tripolar - Tripolar	12 3Ø 480 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	13 3Ø 600 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	14 125/250 V								
Tripolar - Tetrafilar de puesta a tierra	15 3Ø 250 V								
	16 3Ø 480 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	17 3Ø 600 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
						(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			

²Figura 2.1: Esquema de configuración para tomacorrientes y enchufes sin enclavamiento para propósito general.

² Manual NEC 1999 fig 210.6

		15 AMPERIOS		20 AMPERIOS		30 AMPERIOS		50 AMPERIOS	
		TOMACORRIENTE	CLAVIJA	TOMACORRIENTE	CLAVIJA	TOMACORRIENTE	CLAVIJA	TOMACORRIENTE	CLAVIJA
Bipolar - Bifilar	1 125 V								
	2 250 V								
	3 277 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	4 600 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
Bipolar - Trifilar de puesta a tierra	5 125 V								
	6 250 V								
	7 277 V AC								
	24 347 V AC								
	8 480 V AC					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	9 600 V AC					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	10 125/250 V								
	11 3 Ø 250 V								
	12 3 Ø 480 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
Tripolar - Trifilar	13 3 Ø 600 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	14 125/250 V								
	15 3 Ø 250 V								
	16 3 Ø 480 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			
	17 3 Ø 600 V					(RESERVADO PARA CONFIGURACIONES FUTURAS)			

³Figura 2.2: Esquema de configuración para tomacorrientes y enchufes con enclavamiento para propósito específico.

³ Manual NEC 1999 fig 210.7

2.2.2.2 Capacidad nominal de los circuitos de derivación.

Capacidad de corriente mínima y calibres mínimos de conductores.

En los circuitos de derivación sus conductores deben tener una capacidad de corriente mayor a la carga máxima que van a alimentar. La capacidad de corriente permisible del calibre mínimo del conductor del circuito de derivación con cargas continuas y no continuas, debe ser igual o superior a la carga no continua más el 125 % de la carga continua. **22-30**

Para cargas portátiles, cocinas domésticas, hornos montados en la pared y otros artefactos domésticos de cocina, los conductores de los circuitos de derivación que alimenten a más de un tomacorriente para dichas cargas, su capacidad de corriente debe ser mayor a la capacidad nominal del circuito de derivación. **22-31**

Para otras cargas los conductores de los circuitos de derivación deben tener una capacidad de corriente suficiente para dichas cargas y su calibre no debe ser inferior al # 14. **22-32**

Protección contra sobrecorriente. Todos los conductores de los circuitos de derivación deben estar protegidos mediante dispositivos de protección contra sobre corriente. Cuando estos circuitos de derivación alimentan a una combinación de cargas continuas y no continuas la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la carga no continua más el 125 % de la carga continua. **22-33**

Dispositivos de salida

Los dispositivos de salida deben tener una capacidad nominal superior a la carga que se va a aplicar, cuando la capacidad nominal de un circuito de derivación es superior a los 20 A las boquillas deben ser del tipo para trabajo pesado. **22-34**

La capacidad de corriente de un tomacorriente sencillo en un circuito de derivación individual debe ser superior a la de dicho circuito. Cuando un tomacorriente esté conectado a un circuito de derivación que suministre corriente a 2 o más tomacorrientes o salidas, éste no debe alimentar una carga total conectada con cable y enchufe que supere el máximo establecido en la Tabla 2.1 y además la capacidad nominal de los tomacorrientes debe corresponder a los valores de la Tabla 2.2 **22-35**

Tabla 2.1 Carga máxima conectada a un tomacorriente, para artefactos conectados cable y enchufe

Corriente nominal del Circuito (A)	Capacidad nominal de tomacorriente (A)	Carga Máxima (A)
15 ó 20	15	12
20	20	16
30	30	24

Fuente: NEC 99 Tabla 210-21(b)2

Tabla 2.2 Capacidad nominal de corriente de tomacorrientes en circuitos de diversa capacidad

Corriente nominal del circuito (A)	Capacidad nominal de corriente del tomacorriente (A)
15	Máximo 15
20	15 ó 20
30	30
40	40 ó 50
50	50

Fuente: NEC 99 Tabla 210-21(b)3

Tabla 2.3. Resumen de requisitos de los circuitos ramales

Corriente nominal del circuito	15A	20A	30A	40A	50 A
Conductores (Calibre mínimo):	14	12	10	8	6
Alambres del circuito ¹	14	14	14	12	12
Derivaciones					
Alambres y cordones de artefactos					
Protección contra sobrecorriente	15A	20A	30A	40A	50 A
Dispositivos de salida:					
Portabombillas permitidos	Cualquier tipo	Cualquier tipo	Trabajo pesado	Trabajo pesado	Trabajo pesado
Capacidad nominal del tomacorriente ²	15A máx.	15 ó 20 A	30A	40 ó 50 A	50A
Carga máxima	15A	20A	30A	40A	50 A

¹ Estos calibres son para conductores de cobre.

² Para la capacidad nominal de los tomacorrientes para accesorios con bombilla de descarga conectados con cable.

Fuente: NEC 99 Tabla 210-24

Cargas permisibles. Un circuito de derivación que alimente a dos o más tomacorrientes, solo debe alimentar las cargas especificadas de acuerdo con su calibre. Un circuito de derivación de 15 o 20 A. puede suministrar corriente a unidades de alumbrado y a otras unidades de utilización o a una combinación de ambos. Para circuitos de derivación de 30 A. se pueden conectar unidades fijas de alumbrado con boquillas de servicio pesado o equipos de utilización en cualquier tipo de inmueble. Para circuitos de derivación de 40 y 50 A. se permitirá que se

conecten equipos de cocina fijos en cualquier tipo de inmueble y para unidades de calefacción. Para circuitos de derivación de más 50 A. se deben conectar tomacorrientes para todo tipo de cargas a excepción de iluminación. **22-36**

2.2.2.3 Tomacorrientes o Salidas requeridas.

Conexiones con cordón, cable o extensión. Cuando se utilicen cordones flexibles que terminen en enchufe se debe instalar una salida de tomacorriente. **22-37**

Salidas para artefactos. Las salidas con tomacorrientes para artefactos específicos que se instalan en un inmueble como equipo de lavandería, etc. Se deben instalar como máximo hasta 1,80m de distancia del lugar donde se sitúe el artefacto **22-38**

Salidas de tomacorrientes en viviendas.

En ambientes como cocinas, comedores, salas, salas de estar, salones, bibliotecas, estudios, solarios, dormitorios, patios, habitaciones o zonas similares se deben instalar salidas de tomacorrientes, éstos se deben instalar, de modo que exista una separación máxima de 3.7m sin tomar en cuenta el espacio ocupado por puertas, paneles fijos, chimeneas, mesones y espacios similares con distancias superiores a 0,6m. Los tomacorrientes de piso no forman parte de la cantidad requerida de tomacorrientes a no ser que se encuentren a una distancia máxima de 0,5m de la pared. **22-39**

En cocinas y comedores se deben instalar salidas de tomacorrientes para mesones, cada salida debe ir en un espacio de pared del mesón que mida 0,3m o más y la distancia entre cada tomacorriente no debe ser mayor a 1,2m. En mesones de centro de una cocina que estén entre 0,3 y 0,6m de longitud, se debe instalar por lo menos una salida de tomacorriente, al igual que en espacios de mesones unidos a la pared por un lado. Para espacios de mesones divididos por refrigeradoras o cocinas se aplica también lo descrito. Las salidas de tomacorriente se deben instalar a máximo 0,5m por encima del mesón, éstas salidas no se deben instalar cara arriba de los mismos. **22-40**

En cuartos de baño se debe instalar mínimo un tomacorriente en la pared a una distancia de 1m de cada borde del lavamanos, estos tomacorrientes se deben ubicar

en una pared que sea adyacente a la ubicación del lavamanos, estos no se deben instalar con la cara hacia arriba en los mesones de los lavamanos. **22-41**

En la parte frontal y posterior de la vivienda se debe instalar mínimo una salida de tomacorriente accesible desde el nivel del suelo hasta 2m. **22-42**

En el área de lavandería se debe instalar mínimo una salida de tomacorriente. **22-43**

En garajes y sótanos de debe instalar al menos un tomacorriente adicional a cualquier tomacorriente instalado para el equipo de lavandería. **22-44**

Para pasillos de 3m o más de longitud se debe instalar al menos una salida de tomacorriente, esta longitud se considera sin pasar por ninguna puerta en dirección de la línea central del pasillo. **22-45**

Salidas de tomacorriente en habitaciones de huéspedes. Las habitaciones de huéspedes de hoteles, moteles y lugares similares deben tener instaladas salidas de tomacorriente como ya se explico. Su ubicación será en base a la conveniencia de estas salidas de acuerdo con la disposición permanente de los muebles. Se debe instalar al menos dos salidas de tomacorrientes de fácil acceso, no se deben instalar tomacorrientes detrás de la cama. **22-46**

Vitrinas. Se debe instalar al menos una salida de tomacorriente por encima de una vitrina por cada 3,7m de longitud. **22-47**

Salidas para equipos de calefacción aire acondicionado y refrigeración. Se debe instalar una salida para tomacorriente monofásica de 125 V. de 15 o 20^a. en un lugar de fácil acceso para el servicio de estos equipos en azoteas, áticos y espacios de poca altura. **22-48**

Salidas para alumbrado.

Las salidas para alumbrado se deben instalar en unidades de vivienda, habitaciones de huéspedes y lugares similares.

En los lugares de vivienda como cuartos habitables y de baño se debe instalar al menos una salida para alumbrado comandada por un interruptor de pared, al igual que en pasillos, escaleras, garajes. Para salidas de alumbrado en escaleras interiores se debe instalar un interruptor de pared a nivel de cada piso (conmutador), para

controlar la misma. En accesos exteriores, pasillos y escaleras se permite un control remoto automático del alumbrado. En ambientes diferentes a los indicados como áticos, sótanos, se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor incorporado o comandado por un interruptor de pared. **22-49**

En habitaciones de huéspedes de hoteles, moteles, se debe instalar al menos una salida para alumbrado o tomacorriente comandadas por un interruptor de pared. **22-50**

2.2.3 Alimentadores (acometidas a tableros).

Los alimentadores requieren de ciertos requisitos para su instalación, protección contra sobrecorriente, para determinar su calibre mínimo y su capacidad de corriente para suministrar la energía eléctrica a las cargas de los circuitos de derivación. **22-51**

Capacidad nominal y calibres mínimos.

Los conductores dispuestos como alimentadores deben tener una capacidad de corriente suficiente para alimentar a sus respectivas cargas. Sus calibres mínimos deben tener una capacidad de corriente igual o mayor a la carga no continua más el 125% de la carga continua. **22-52**

La capacidad de corriente de los conductores del alimentador debe ser de 30 A. en adelante, cuando la carga alimentada sea de dos o más circuitos de derivación bifilares suministrados por un alimentador bifilar, más de dos circuitos de derivación bifilares suministrados por un alimentador trifilar, dos o más circuitos de derivación trifilares suministrados por un alimentador trifilar, dos o más circuitos de derivación tetrafilares suministrados por un alimentador trifásico tetrafilar. **22-53**

La capacidad de corriente de los conductores del alimentador no debe ser menor a la de los conductores de entrada de la acometida. **22-54**

Protección contra sobrecorriente. Todos los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente. Cuando un alimentador suministra energía a cargas continuas o a una combinación de cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser mayor a la carga no continua más el 125 % de la carga no continua. **22-55**

Alimentadores con neutro común. Los alimentadores que contengan un neutro común pueden alimentar a dos o tres grupos de alimentadores trifilares o dos grupos de alimentadores tetra o penta filares. Cuando los alimentadores vayan dispuestos en canalizaciones todos los conductores de estos con un neutro común tienen que estar encerrados en la misma canalización. **22-56**

Puesta a tierra del conductor del alimentador. Cuando un circuito de derivación necesite conductores de puesta a tierra de los equipos, su alimentador debe incluir un medio de puesta a tierra, para cumplir su cometido. **22-57**

Derivaciones desde sistemas puestos a tierra. Se pueden derivar circuitos de CC bifilares y de CA de dos o más conductores no puestos a tierra desde los conductores no puestos a tierra de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. **22-58**

Identificación del conductor con la mayor tensión a tierra. En bobinados secundarios tetrafilares conectados en triángulo, en los que el punto medio del bobinado de una fase está puesto a tierra para alimentar cargas de alumbrado se debe identificar el conductor de fase con mayor tensión a tierra, mediante un acabado exterior de color naranja, esta identificación debe estar visible en los puntos que se haga una conexión, solo si el conductor puesto a tierra también está presente. **22-59**

Protección de las personas. Se debe proteger con un interruptor de circuito de falla a tierra a los alimentadores que suministren corriente a circuitos de derivación de 15 y 20^a. **22-60**

Protección de equipos contra fallas a tierra. Todo alimentador con una capacidad nominal reinterrupción de 1000 A. instalado en sistema en estrella puesto a tierra, con una tensión a tierra entre 150 y 600 V. entre fases debe estar protegido contra fallas a tierra. **22-61**

2.2.4 Cálculo de los circuitos de derivación, alimentadores y acometidas.

2.2.4.1 Generalidades

Existen requisitos para calcular las cargas de los circuitos de derivación, alimentadores y acometidas. **22-62**

Cálculos. Para el cálculo de cargas del alimentador y los circuitos de derivación se deben aplicar las tensiones nominales de 120, 120/240, 208Y/120, 240, 347, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 V. En el caso del cálculo de corrientes se omitirán como resultado las fracciones menores a 0,5 **22-63**

Cálculo de las cargas de los circuitos de derivación.

El cálculo para las cargas de los circuitos de derivación se debe realizar de la siguiente manera:

Se debe aplicar una carga de alumbrado mínima por cada metro cuadrado de área del piso, no se incluyen en esta superficie calculada, los patios abiertos, garajes, ni espacios sin utilizar o sin terminar, como se indica en la Tabla 2.4 **22-64**

Tabla 2.4 Cargas de alumbrado general por tipo de inmueble

Tipo de inmueble	Carga unitaria por pie cuadrado (voltamperios)
Bancos	3 $\frac{1}{2}$ ^b
Barberías y salones de belleza	3
Casas de huéspedes	1 $\frac{1}{2}$
Clubes	2
Cuarteles y auditorios	1
Depósitos (almacenamiento)	$\frac{1}{4}$
Edificios de oficinas	3 $\frac{1}{2}$ ^b
Edificios industriales y comerciales (áticos)	2
Escuelas	3
Garajes comerciales (almacenamiento)	$\frac{1}{2}$
Hospitales	2
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina para los inquilinos	2
Iglesias	1
Juzgados	2
Restaurantes	2
Tiendas	3
Unidades de vivienda	3
En cualquiera de los inmuebles anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Lugares de almacenamiento	$\frac{1}{2}$
Lugares de reunión y auditorios	1
Recibidores, pasillos, armarios, escaleras	$\frac{1}{4}$

Nota: para unidades del SI, 1 pie² = 0.093 m²

^b Además, se debe incluir una carga unitaria de 1 voltamperio por pie cuadrado para salidas de tomacorriente de uso general cuando no se sepa el número real de este tipo de salidas de tomacorriente.

Fuente: NEC 99 Tabla 220-3(a)

La carga mínima para cada salida de tomacorriente y salidas no utilizadas para iluminación se deben calcular de acuerdo a 120 ó 220 V según sea el caso. La salida

de tomacorriente para un artefacto específico u otra carga se debe calcular en base a la capacidad de corriente nominal del artefacto o carga conectada. Para múltiples salidas de tomacorrientes utilizadas en edificaciones diferentes a viviendas o en habitaciones de hoteles o moteles, las cargas se deben considerar como 180 VA para un tramo de 1,52 m. solo en el caso de que los artefactos de esas salidas no funcionen simultáneamente. En el caso de que los artefactos funcionen simultáneamente, se debe considerar como una salida de 180 VA. cada 0,3 m. Las salidas de tomacorrientes tiene como carga 180 VA. para cada tomacorriente sencillo. Para un equipo que consta de un tomacorriente múltiple compuesto de 4 o más tomacorrientes, se debe calcular con 90 VA. por tomacorriente. Otras salidas no contempladas en lo descrito se deben calcular con 180 VA. por salida **22-65**

Las cargas para ampliaciones en una vivienda existente o de una parte de una vivienda que no existe instalación si son mayores a 46.5 m^2 se calculan como ya se indicó. Las cargas para circuitos nuevos o ampliados en edificaciones que no sean viviendas se deben calcular de acuerdo a lo que ya se explicó. **22-66**

Cargas máximas. La carga total no debe exceder la capacidad nominal del circuito de derivación. Para circuitos que alimenten un equipo accionado por motor mayor a $1/8 \text{ hp}$ combinada con otras cargas, la carga total calculada debe estar en base al 125 % de la carga del motor más grande más la suma de las otras cargas. Para circuitos que alimentan unidades de alumbrado inductivas, por ejemplo balastros y transformadores, las cargas calculadas están en función de la capacidad de corriente total en cada unidad en amperios y no en el total de vatios de las lámparas. **22-67**

2.2.4.2 Alimentadores y acometidas.

La carga calculada de un alimentador o acometida debe ser mayor a la suma de las cargas de los circuitos de derivación alimentados. **22-68**

Alumbrado general. Los factores de demanda indicados en la Tabla 2.5 se deben aplicar a la parte de la carga total calculada del circuito de derivación para iluminación. Estos factores no se pueden aplicar para calcular el número de circuitos de derivación para iluminación. **22-69**

Tabla 2.5 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 (VA)	Factor de demanda (%)
Unidades de vivienda	Primeros 3000 0 menos	100
	De 3001 a 120,000	35
	A partir de 120,000	25
Hospitales *	Primeros 50,000 0 menos	40
	A partir de 50,000	20
Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina para los inquilinos *	Primeros 20,000 0 menos	50
	De 20,001 a 100,000	40
	A partir de 100,000	30
Depósitos	Primeros 12,500 0 menos	100
	A partir de 12,500	50
Todos los demás	Voltamperios totales	100

Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores o acometidas alimentando zonas de hospitales, hoteles y moteles en la que es posible que se deba utilizar toda la iluminación al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile,
Fuente: NEC 99 Tabla 220-11

Cargas de tomacorrientes en inmuebles no residenciales. Las cargas de tomacorrientes para inmuebles no residenciales se calculan como 180 VA. por cada salida. **22-70**

Cargas de artefactos pequeños y lavandería.

Por cada circuito de derivación bifilar para artefactos pequeños la carga debe ser de 1500 VA. En el caso de que la carga se subdivide en dos o más alimentadores esta carga calculada individual debe ser de 1500 VA por cada circuito de derivación. **22-71**

Para la carga del circuito de lavandería se debe incluir un circuito de derivación bifilar de 1500 VA. **22-72**

Carga para artefactos. Se debe aplicar un factor de demanda del 75 % de la capacidad nominal de placa de 4 o más artefactos servidos por el mismo alimentador, estos artefactos no pueden ser cocinas eléctricas, secadoras de ropa, equipos de calefacción y de aire acondicionado. **22-73**

Cocinas, secadoras de ropa, hornos eléctricos. Para calcular cargas de equipos eléctricos como, cocinas, calentadores de agua de lavaplatos, calentadores de agua y otros equipos de cocina, se deben referir a la tabla 220-20 del código NEC para los

factores de demanda, que son aplicados a todo equipo que tenga control termostático, recordando que son únicamente para equipos de cocina y no para ambiente. 22-74

Cargas no coincidentes. Para calcular la carga total de un alimentador o acometida se debe usar solo la mayor carga, en el caso de que funcionen simultáneamente dos o más no coincidentes. 22-75

Carga del neutro del alimentador o la acometida. La carga del neutro del alimentador o acometida debe ser el máximo desequilibrio de la carga determinada como la carga neta máxima calculada entre el neutro y cualquier otro conductor no puesto a tierra, cuando se traten de sistemas trifilares bifásicos la carga se debe multiplicar por el 140 %. Para sistema de CC. a tres hilos o de CA. Monofásicos; trifásicos a cuatro hilos, bifásicos a tres hilos, se aplica un factor de demanda del 70 % para la parte de la carga en desequilibrio superior a 200 A. En ningún caso se debe reducir la capacidad del neutro en la parte de la carga (no lineal), conectado a un sistema trifásico a cuatro hilos conectado en estrella. 22-76

2.2.4.3 Cálculos opcionales para determinar cargas de alimentador y acometida.

Cálculos opcionales.

En una vivienda cuya carga conectada es abastecida por un grupo de conductores de entrada de acometida o alimentador, a tres hilos, de 120/240 V. o 208 V. Y / 120 V. con una capacidad de corriente de 100 A. o más, la carga calculada se obtiene sumando las cargas generales y otras que se explican a continuación. 22-77

La carga general calculada no debe ser menor al 100 % de los primeros 10 kVA. Más el 40 % del remanente de: 1500 VA por cada circuito de derivación a dos hilos de 20 A. para artefactos pequeños y por cada circuito de derivación para lavandería. 3 VA. por 0,09 m² para alumbrado y tomacorrientes de uso general. El valor nominal de placa de todos los artefactos que estén fijos en su sitio, conectados permanentemente. . El valor nominal de placa en A o en kVA de todos los motores y demás cargas con un bajo factor de potencia. 22-78

2.2.4.4 Método de cálculo de carga en instalaciones agrícolas.

La carga del alimentador o acometida de una vivienda en una instalación agrícola, se debe calcular de acuerdo a lo establecido en los artículos anteriores, tomando en cuenta la tabla 220-40 del código NEC de factores de demanda específicos en instalaciones agrícolas, mediante la cual se puede calcular la carga total de los conductores de entrada de la acometida y del equipo de acometida de la instalación debe estar basado en la tabla 220-41 del código NEC; para mayor detalle, referirse al artículo 220-40,41 del código NEC. **22-79**

2.2.5 Circuitos de derivación y alimentadores exteriores.

Alcance. En este artículo se trata sobre los requisitos que deben cumplir los circuitos de derivación y alimentadores exteriores tendidos sobre o entre 2 edificaciones, estructuras o postes en los predios y de los equipos eléctricos y cableado para la alimentación de los equipos de utilización que estén situados en o fijos en la parte exterior de las edificaciones, estructuras o postes. Trata sobre la carga de los circuitos de derivación exteriores y alimentadores en general, el calibre y tipo de revestimiento que deben tener los conductores para este tipo de instalaciones así como el calibre mínimo y soporte en conductores en tramos aéreos e iluminación colgante detallados en los artículos 225-1 al 6 del código NEC. **22-80**

Distancias de seguridad. Los tramos aéreos deben estar a una distancia vertical no inferior a los 2.5 m por encima de la superficie de los tejados, la distancia de seguridad diagonal, vertical y horizontal, hasta avisos, chimeneas, antenas de radio y televisión, tanques y otras estructuras que no sean edificios ni puentes, no debe ser inferior a 1 m. Estas distancias también se deben cumplir de ventanas que se puedan abrir, puertas, balcones, etc. En edificaciones que tengan 15 m de altura, la distancia de las líneas de transmisión a la misma, no debe ser menor de 1.8 m, para protección mecánica y mayor detalle de este artículo revisar los artículos 225-19,20,21 y 22 del código NEC. **22-81**

Bombillas exteriores. Las bombillas para alumbrado exterior deben estar situadas por debajo de todos los conductores, transformadores u otros equipos eléctricos de utilización o al menos que mantengan distancias de seguridad especificadas

anteriormente, tanto para estos como para otros tramos aéreos no se debe utilizar a la vegetación como apoyo. **22-82**

2.2.6 Acometidas

En esta sección el código NEC analiza, los conductores que se utilizan en las acometidas, así como los equipos para el control y protección; además de algunos requisitos para la instalación.

La Centrosur tiene aprobado ya un “**REGLAMENTO PARA LA INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS Y SISTEMAS DE MEDICIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**”, por lo que cuando se requiera consultar información sobre acometidas remitirse a éste documento y en caso de necesitar información adicional sobre casos específicos revisar el artículo 230 del código NEC. **22-83**

2.2.7 Protección contra sobre corriente.

2.2.7.1 Generalidades

En este artículo se tratan los requisitos para la protección contra sobrecorrientes y los dispositivos de protección requeridos para los mismos. **22-84**

Protección de los conductores

Los conductores que no sean cordones flexibles o cables de artefactos eléctricos deben tener una protección contra sobrecorrientes acorde a la capacidad de sobrecorriente de los mismos. **22-85**

En caso de existir riesgo en la apertura de un circuito, no se debe exigir la protección de los conductores contra sobrecarga, como ejemplo en bombas contra incendios, en estos casos únicamente se debe proporcionar protección contra cortocircuitos. **22-86**

El dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser de un valor estándar, si se usa un valor nominal inmediato, se debe tener presente que éstas no protejan a cargas móviles, tampoco deben ser mayores a las protecciones aguas arriba y no deben superar los 800 A. **22-87**

Si el dispositivo de protección contra sobrecorriente es de mas de 800 A. nominales, la capacidad de corriente de los conductores que protege, debe ser igual o mayor a la corriente nominal del dispositivo. **22-88**

La protección contra sobrecorriente no debe exceder los 15 A. para conductores de cobre #14, 20 A. para los #12 y 30 A. para los #10. **22-89**

Protección de los cordones flexibles y cables de artefactos

Los cordones flexibles, extensiones y cables de artefactos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo a la capacidad de corriente. **22-90**

Los cordones flexibles se deben proteger cuando son alimentados por un circuito de derivación de acuerdo a: **22-91**

Si los cordones flexibles son adecuados para el uso de lámparas portátiles o cualquier artefacto eléctrico certificado, su alimentación será como sigue:

Circuitos de 20A. cordón #18 y mayores

Circuitos de 30A. cordón #16 y mayores

Circuitos de 40A. cordón #14 y mayores

Circuitos de 50A. cordón #12 y mayores **22-91(a)**

Únicamente se permitirá el uso de cables para artefactos eléctricos que se conecten a circuitos de derivación que cumplan con lo siguiente:

Circuitos de 20A. cordón #18 hasta 15,3 metros de longitud

Circuitos de 20A. cordón #16 hasta 30,5 metros de longitud

Circuitos de 20A. cordón #14 y mayor

Circuitos de 30A. cordón #14 y mayor

Circuitos de 40A. cordón #12 y mayor

Circuitos de 50A. cordón #12 y mayor **22-91(b)**

Únicamente se permitirán extensiones certificadas o cordones de extensiones hechas con componentes certificados para conectar en circuitos de derivación, para circuitos de 20A usar conductor #16 y mayores. **22-91(c)**

Corrientes nominales normalizadas

En fusibles e interruptores automáticos de disparo fijo, las capacidades de corriente normalizadas son entre 15 y 6000 amperios, los valores nominales varían en sus intervalos de acuerdo a las casas comerciales. **22-92**

En interruptores de disparo ajustable, los valores de corriente deben ser del máximo ajuste posible. **22-93**

En interruptores automáticos de disparo ajustable y acceso limitado, deben tener una capacidad nominal que sea igual a la posición de corriente ajustada, pero se debe considerar el acceso restringido, como cubiertas removibles y sellables, puertas atornilladas del encerramiento del equipo y puertas cerradas con llave accesibles solamente a personal calificado. **22-94**

Fusibles o interruptores automáticos en paralelo. Únicamente se permitirá el paralelo de fusibles e interruptores, si son ensamblados en paralelo de fábrica y estén certificados como una sola unidad. **22-95**

Dispositivos térmicos. Los relés y otros dispositivos que no están diseñados para abrir cortocircuitos, no se debe usar como protección de sobrecorrientes de conductores que son producidos por cortocircuitos o falla a tierra, únicamente se permitirá para su protección de sobrecarga. **22-96**

Protección suplementaria contra sobrecorriente. Si se utiliza protección suplementaria contra sobrecorriente en artefactos y equipos o para circuitos y componentes internos de equipos, esta protección no se debe usar como sustituto de los dispositivos de protección de circuitos de derivación. **22-97**

Definición de dispositivo de protección contra sobrecorriente tipo limitador de corriente. Estos dispositivos son aquellos que, cuando interrumpen corrientes dentro de su margen de limitación, reducirá la corriente que fluye por el circuito en falla a una magnitud menor a que si la falla se diera directamente. **22-98**

Coordinación de los sistemas eléctricos. Si se requiere una interrupción organizada para reducir al mínimo el riesgo para personas y equipos, se debe basar la coordinación en, protección coordinada contra cortocircuitos y la indicación de sobrecarga mediante sistemas o dispositivos de supervisión. **22-99**

2.2.7.2 Ubicación

Conductores no puestos a tierra

Un fusible o unidad de disparo por sobrecorriente se debe conectar en serie con cada conductor no puesto a tierra. **22-100**

Los interruptores automáticos deben abrir todos los conductores del circuito no puestos a tierra, a menos que alimenten solamente cargas monofásicas de línea a neutro o en sistemas puestos a tierra con enclavamientos mecánicos de las manijas aprobados, como protección para cada conductor no puesto a tierra. **22-101**

Ubicación en el circuito

Se debe proporcionar protección contra sobrecorriente a cada conductor de circuito no puesto a tierra. **22-102**

Se permitirá que los conductores se deriven de un alimentador sin protección contra sobrecorriente en la derivación, como se especifica: **22-103**

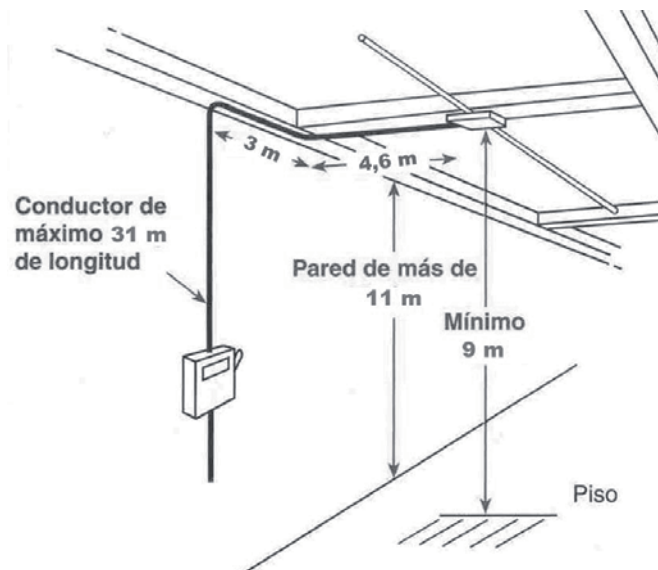
Las derivaciones no superiores a 3.05 metros de longitud que cumplan con la capacidad de corriente de conductores de derivación no deben ser inferiores a las cargas calculadas combinadas en los circuitos alimentados por conductores derivados y no inferiores, a la capacidad del dispositivo alimentado; también debe cumplir que la derivación no se extienda mas allá del tablero de distribución, el panel de distribución, medio de desconexión o dispositivos de control; los conductores deben estar encerrados en canalizaciones, dicha canalización se debe extender desde la derivación, al encerramiento de un tablero de distribución, panel de distribución o dispositivo de control; así también, las instalaciones en campo, la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente en el lado de la línea de los conductores de derivación, no debe ser superior a 10 veces la capacidad de corriente del conductor de derivación. **22-103(a)**

Para derivaciones no superiores a 7.62 metros de longitud en las que dichos conductores su capacidad de corriente no sea inferior a la tercera parte de la capacidad nominal del dispositivo de protección, los conductores deben terminar en un solo interruptor automático o juego de fusibles que limite la

carga, a la capacidad de corriente de los conductores de derivación, los conductores deben estar protegidos adecuadamente contra daños físicos o encerrados en canalizaciones. **22-103(b)**

En derivaciones de más de 8 m de longitud, cuando existen paredes en naves de fábricas de más de 11m de altura, su mantenimiento y supervisión deben ser realizados sólo por personal calificado, los conductores de derivación deben tener una longitud horizontal máxima de 7,6m y máximo 31m de longitud total. **22-103(c)**

La corriente de los conductores de derivación es $\frac{1}{3}$ de la corriente nominal del dispositivo de protección. Los conductores de derivación deben terminar en un solo interruptor automático o en un solo juego de fusibles, éstos conductores deben estar protegidos y en canalización, además de que deben ser continuos entre sus extremos y de cobre # 6 o de aluminio # 4 sin atravesar paredes suelos o techos. **22-103(d)**



⁴Figura 2.3: Se ilustra condiciones de longitud del artículo 22-103

Conductores puestos a tierra. No se debe conectar en serie ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente con un conductor que este intencionalmente puesto a tierra, a menos que el dispositivo abra todos los conductores del circuito incluido el de puesto a tierra. **22-104**

⁴ Manual NEC 1999 fig 240.10

Cambio en el calibre del conductor puesto a tierra. Si se produce un cambio de calibre del conductor no puesto a tierra, se permitirá un cambio similar en el conductor puesto a tierra. **22-105**

Ubicaciones en o sobre los predios. Los dispositivos de sobrecorriente deben ser accesibles a menos que estos dispositivos sean accesibles por medios portátiles. Los usuarios deben tener un fácil acceso a todos estos dispositivos para una continua supervisión. Los dispositivos de sobrecorriente se deben proteger de daños físicos y además no se los debe ubicar en las cercanías de materiales inflamables o lugares húmedos. **22-106**

2.2.7.3 Encerramientos (Gabinetes Metálicos)

Generalidades. Los dispositivos de sobrecorriente se deben proteger de daños físicos, mediante su instalación en encerramientos, gabinetes, cajas de corte o conjunto de equipos, o mediante el montaje en tableros de distribución, libres de humedad y de material fácilmente inflamable, teniendo su acceso solamente al personal calificado; permitiéndose que la palanca de operación del interruptor automático sea accesible sin tener que abrir la puerta. **22-107**

Posición vertical. Los encerramientos para los dispositivos de sobrecorriente deben estar montados en posición vertical, permitiendo que las unidades enchufables de barras canalizadas certificadas sean orientadas correspondientes a la posición de montaje. **22-108**

2.2.7.4 Desconexión y Resguardo

Medios de desconexión para fusibles. Debe existir un medio de desconexión en el lado de la alimentación de los fusibles en circuitos de más de 150 V a tierra y fusibles de cartucho en circuitos de cualquier tensión cuando sean accesibles a personas no calificadas. Se permitirá un dispositivo limitador de corriente sin un medio de desconexión en el lado de la alimentación del mismo. **22-109**

Partes que forman arco eléctrico o que se mueven de repente. Deben cumplir que los fusibles e interruptores automáticos deben estar situados o blindados de manera que las personas no se quemen, ni se hieran por su operación. En las manijas

o palancas de accionamiento de los interruptores deben estar separadas o resguardadas para evitar contacto con las personas. **22-110**

2.2.7.5 Fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores

Generalidades

Los fusibles de tapón se deben utilizar en circuitos de máximo 125 V entre conductores y en circuitos que tengan neutro a tierra de máximo 150 V línea – neutro. **22-111**

En cada fusible se debe marcar su capacidad nominal; los fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores no deben presentar partes energizadas expuestas y el casquillo roscado se debe conectar del lado de carga. **22-112**

Fusibles con base Edison. Estos fusibles de tapón deben ser para máximo 125 V y 30 A y se deben usar solo como reemplazo; los portafusibles con base Edison se instalarán cuando están fabricados para aceptar fusibles tipo S usando adaptadores. **22-113**

Fusibles de tipo S. deben ser de tipo tapón, de máximo 125 V y de 0 a 15 A, 16 a 20 y 21 a 30 A, sin poder intercambiarlos con fusibles de menor corriente nominal. **22-114**

Adaptadores y portafusibles de tipo S. Los adaptadores tipo S pueden montarse en portafusibles con base Edison, los adaptadores tipo S una vez instalados no se pueden desmontar, alterar o conectar en puente. **22-115**

2.2.7.6 Fusibles y portafusibles de cartucho

Generalidades. Estos fusibles se deben utilizar en circuitos de máximo 300 V entre conductores, circuitos monofásicos línea – neutro de máximo 300 V con neutro puesto a tierra. Los portafusibles no deben aceptar un fusible de otra clase para una corriente menor o una tensión mayor, los portafusibles limitadores de corriente no deben permitir la inserción de fusibles que no sean del mismo tipo. Los fusibles deben tener claramente marcada la corriente, tensión y capacidad de interrupción (distinta de 10000 A) nominales, limitación de corriente y nombre de fabricante. **22-116**

Clasificación. Los fusibles y portafusibles de cartucho se deben clasificar por su tensión e intervalos de corriente, con una tensión máxima de 600 V nominales. 22-117

2.2.7.7 Interruptores automáticos

Modo de funcionamiento. Los interruptores automáticos deben ser de disparo libre y su apertura y cierre también debe ser en forma manual. 22-118

Indicación de estado. Los interruptores automáticos deben indicar claramente si están en posición abierta “off” o cerrada “on”, cuando la palanca de los interruptores secciona verticalmente la posición de circuito cerrado “on” debe ser hacia arriba. 22-119

No manipulables. Un interruptor automático debe estar diseñado para que únicamente desmantelando el dispositivo o rompiendo un sello de seguridad, se pueda realizar ajustes en el punto de disparo o tiempo de funcionamiento. 22-120

Marcado. En los interruptores automáticos debe existir una marca de su corriente nominal en forma duradera y visible luego de la instalación, para interruptores automáticos de 100 amperios nominales o menos y de 600 V nominales o menos, debe tener la marca de la corriente nominal moldeada, estampada, grabada, o marcada de algún modo similar en sus palancas o el área de las mismas, para los interruptores de capacidad nominal distinta de 5000 A no se debe exigir que esta capacidad nominal vaya marcada en interruptores de protección suplementaria. Para interruptores usados en circuitos de alumbrado fluorescente de 120 V y 227 V deben estar certificados y marcados con las letras SWD, además los interruptores automáticos en general deben tener marcada la tensión nominal no inferior a la tensión nominal del sistema. 22-121

Aplicaciones. Se permitirá el uso de interruptor automático con una sola tensión nominal en el que la tensión de cualquier conductor del circuito no supere la misma. No se debe utilizar un interruptor automático bipolar para proteger circuitos trifásicos conectados en delta con una esquina puesta a tierra, a menos que este marcado como 1F-3F. 22-122

2.2.7.8 Instalaciones industriales supervisadas

Generalidades. La protección contra sobrecorriente en instalaciones industriales se aplicará a las partes del sistema eléctrico que esté supervisado y sea de actividades exclusivas de producción o control de procesos. **22-123**

Definición de instalación industrial supervisada. Una instalación industrial es supervisada, cuando sus condiciones de supervisión de mantenimiento e ingeniería está asegurada por el monitoreo y servicio técnico del sistema, con personal calificado. **22-124**

Ubicación en el circuito

Un dispositivo de protección contra sobrecorriente se debe conectar en cada conductor de circuito no puesto a tierra, en alimentadores y circuitos de derivación, se deben proteger en la conexión con la alimentación. **22-125**

2.2.8 Puesta a tierra.

2.2.8.1 Generalidades

En los siguientes artículos se trata a cerca de los requisitos generales de puestas a tierra, analizando temas como los sistemas, circuitos, equipos exigidos, conductores, ubicación, calibres de conductores, métodos y condiciones bajo las cuales se deben realizar las conexiones de puesta a tierra. **22-126**

Requisitos generales para la puesta a tierra y conexión equipotencial

Para la puesta a tierra de sistemas eléctricos que así lo requieran, se las debe realizar para limitar la tensión impuesta por descargas atmosféricas, sobretensiones de la línea o contacto no intencional con líneas de tensión más alta. **22-127**

Los materiales conductores que tengan conductores o equipos eléctricos, se deben conectar a tierra para limitar la tensión a tierra en estos materiales. Si el sistema no está puesto a tierra solidamente, se deben conectar entre sí estos materiales, para que formen una trayectoria efectiva para la corriente de falla. **22-128**

La trayectoria de la corriente de falla, debe ser permanente y eléctricamente continua; y debe tener una impedancia lo suficientemente baja para facilitar la operación de los dispositivos de sobrecorriente en condiciones de falla. **22-129**

Corriente indeseable en conductores de puesta a tierra

La puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores de circuitos, pararrayos y equipos conductores que no portan corriente, se deben instalar de manera que impidan los flujos indeseables de corriente. **22-130**

Si al usar múltiples conexiones de puesta a tierra da un flujo de corriente indeseable, se puede desconectar una o más de éstas, pero no todas a la vez, se puede cambiar la ubicación de las conexiones de puesta a tierra, o se puede interrumpir la continuidad del conductor que interconecta las conexiones de puesta a tierra. **22-131**

Al darse corrientes de falla a tierra pueden ocurrir corrientes temporales en cualquier parte del circuito mientras los conductores de puesta a tierra están ejecutando sus funciones, estas corrientes no son consideradas como corrientes indeseables. **22-132**

Las corrientes que introducen ruidos o errores en datos de equipos electrónicos, no se deben considerar como corrientes indeseables. **22-133**

Si se requiere la separación de las corrientes a tierra de c.c. indeseables de sistemas de protección catódica, se permite un dispositivo certificado de acople de c.a. con separación de c.c; de manera que las corrientes de falla a tierra de c.a. tengan una trayectoria de retorno efectiva, mientras se bloquea la corriente de c.c. **22-134**

Conexión del equipo de puesta a tierra y de conexión equipotencial. Los conductores y los puentes de conexión equipotencial para puestas a tierra, se deben conectar mediante soldadura exotérmica, conexiones de presión, abrazaderas certificadas, u otros medios. No se debe usar tornillos autoroscantes para la conexión de los conductores de puesta a tierra. **22-135**

Protección de abrazaderas y herrajes de puesta a tierra. Estas deben ser aprobadas para uso sin protección, de no ser así, se las debe proteger contra daño físico mediante encerramientos de metal, madera, o alguna cubierta protectora equivalente. **22-136**

Superficies limpias. Los recubrimientos no conductores como pintura, laca, esmalte en equipos que se van a poner a tierra, se deben remover de las roscas para una buena continuidad eléctrica. **22-137**

2.2.8.2 Puesta a tierra de circuitos y sistemas

Circuitos de corriente alterna y sistemas que se deben poner a tierra

En los circuitos de corriente alterna de menos de 50 V se debe poner a tierra, si son alimentados por transformadores, que superen los 150 V a tierra, o si éste no esta puesto a tierra y además cuando estén instalados como conductores aéreos fuera de las edificaciones. **22-138**

En sistemas de corriente alterna de 50 a 1000 V que alimenten alambrados de los predios, se deben poner a tierra de manera que, la tensión máxima a tierra de conductores no puestos a tierra, no supere los 150 V; así como cuando el sistema sea trifásico a 4 hilos y esté conectado en estrella y cuyo neutro se utilice como un conductor del circuito. **22-139**

Sistemas de corriente alterna de 50 a 1000 V a los que no se les exige estar puestos a tierra. No se exigirá la puesta a tierra a sistemas eléctricos usados exclusivamente para alimentar hornos eléctricos industriales, tampoco para sistemas derivados independientes usados exclusivamente para rectificadores, que alimenten solamente accionamientos industriales de velocidad ajustable. **22-140**

Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna alimentados mediante acometida. Toda acometida de corriente alterna, debe tener puesta a tierra conectada a un electrodo de puesta a tierra. **22-141**

Conductor que se debe poner a tierra – sistemas de corriente alterna. El conductor que se debe poner a tierra, debe ser:

En sistema monofásico a 2 hilos – 1 conductor

En sistema monofásico a 3 hilos – conductor del neutro

Sistemas multifásico con un alambre común a todas las fases – el conductor común.

En sistemas multifásicos que requieren una fase a tierra – 1 conductor de fase

22-142

Puente de conexión equipotencial principal. Para un sistema puesto a tierra, se debe usar un puente de conexión equipotencial principal no empalmado para conectar los conductores de puesta a tierra. Los puentes de conexión equipotencial, deben ser conductores, barras conductoras o tornillos de cobre. En caso de ser un tornillo, se lo debe identificar con un acabado verde. Para el calibre de los puentes de conexión equipotencial, ver tabla 2.6 22-143

Tabla 2.6 Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Calibre del mayor conductor de entrada de la acometida, o área equivalente para conductores en paralelo ¹		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra	
Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
2 ó menor	1/2 ó menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250 kcmil	4	2
Más de 3/0 hasta 350 kcmil	Más de 250 kcmil hasta 500 kcmil	2	1/0
Más de 350 kcmil hasta 600 kcmil	Más de 500 kcmil hasta 900 kcmil	1/0	3/0
Más de 600 kcmil hasta 1100 kcmil	Más de 900 kcmil hasta 1750 kcmil	2/0	4/0
Más de 110 kcmil	Más de 1750 kcmil	3/0	250 kcmil

Notas:

1 . Cuando se usan juegos múltiples de conductores para la entrada de la acometida, el calibre equivalente del conductor más grande de entrada de acometida se debe determinar por la mayor suma de las áreas de los conductores correspondientes de cada juego.

2 . Cuando no hay conductores de entrada de la acometida, el calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe determinar por el calibre equivalente del mayor conductor de entrada de la acometida exigido para la carga que se va a alimentar.

¹ Esta Tabla también se aplica a los conductores derivados de sistemas de ca. derivados independientes.

Fuente: NEC 99 Tabla 250-66

Puesta a tierra de sistemas de corriente alterna derivados independientes

En un sistema de corriente alterna derivado que este puesto a tierra, debe cumplir con:

Un puente de conexión se debe usar para los conductores de puesta a tierra de equipos de sistemas derivados independientes. **22-144(a)**

El conductor del electrodo de puesta a tierra, debe estar dimensionado de acuerdo a la Tabla 2.6 y se lo debe usar para conectar el conductor puesto a tierra del sistema derivado al electrodo de puesta a tierra. **22-144(b)**

El electrodo de puesta a tierra debe estar lo mas cerca que resulte práctico de la conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra al sistema y preferiblemente en la misma área de ésta, debe estar mas cercano que

cualquier pieza metálica estructural puesta a tierra efectivamente o que cualquier tubo metálico para agua puesto a tierra efectivamente dentro de 1.52 m desde el punto de entrada a la edificación. **22-144(c)**

El equipo de un sistema derivado independiente se debe poner a tierra de la siguiente manera: El conductor del electrodo de puesta a tierra debe estar de acuerdo a la Tabla 2.6. El electrodo de puesta a tierra como se explico anteriormente, debe estar lo mas cerca posible del área de conexión. **22-145**

2.2.8.3 Sistema del electrodo de puesta a tierra y conductor del electrodo de puesta a tierra

Sistemas del electrodo de puesta a tierra. En lo posible se deben conectar entre sí todas las puestas a tierra en una edificación, de manera que se conforme un anillo equipotencial de puesta a tierra, como son tuberías de agua, varillas de tierra, electrodos recubiertos de concreto, conductor del electrodo de puesta a tierra, acero de la edificación, etc, mediante puentes de conexión equipotencial, pero tomando en cuenta las condiciones de calibre para dichas conexiones dadas en la Tabla 2.6. **22-146**

Electrodos fabricados y otros. Cuando no se dispone de ningún electrodo como los especificados anteriormente, se deben utilizar los que se detallan a continuación: Cuando resulte práctico los electrodos fabricados se deben empotrar por debajo del nivel de la humedad permanente, deben estar libres de recubrimientos no conductores, como pintura o esmalte, cuando se usa mas de un electrodo, no deben estar a menos de 1.83 m de cualquier electrodo. Los electrodos de varillas de hierro o acero, deben medir como 5/8 de pulgada de diámetro, para conectar estos electrodos se deben instalar de manera que al menos 2.44 m queden en contacto con el terreno, o se los puede enterrar en una zanja que esté al menos a 762 mm de profundidad. En caso de terreno rocoso a la varilla se la puede enterrar hasta un ángulo de 45° con la vertical. No se permiten electrodos de aluminio. **22-147**

Resistencia de los electrodos fabricados. Para un electrodo que consiste en una varilla, tubo o placa que no posee una resistencia a tierra de 25 Ω o menos, se debe incrementar mediante un electrodo adicional separados a mínimo de 1.83 m. **22-148**

Electrodo común de puesta a tierra. Cuando está conectado un electrodo de puesta a tierra dentro de una edificación o cerca de ella, también se la debe usar para conductores de tierra de encerramientos y equipos de esa edificación. **22-149**

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. Estos materiales deben ser resistentes a la corrosión pudiendo ser sólido o trenzado, aislado, recubierto o desnudo. **22-150**

Instalación del conductor del electrodo de puesta a tierra

No se deben usar conductores de puesta a tierra de aluminio cuando este en contacto directo con la mampostería o la tierra, cuando esté sujeto a condiciones corrosivas. Si se usan conductores exteriores de puesta a tierra de aluminio o aluminio recubierto de cobre no se debe instalar dentro de una distancia de 457 mm de la tierra. **22-151**

El conductor del electrodo de puesta a tierra, se debe asegurar firmemente a la superficie. Un conductor de cobre o aluminio # 4 o mayor se debe proteger contra daño físico, se permitirá usar conductor # 6 si no está expuesto a daño físico, de lo contrario debe tener una protección. **22-152**

El conductor del electrodo de puesta a tierra no debe tener empalmes o juntas, los empalmes se deben dar únicamente con conectores irreversibles de tipo de compresión certificados o mediante soldadura exotérmica. **22-153**

Se permitirá conectar derivaciones al conductor del electrodo de puesta a tierra si está adecuadamente dimensionado, según la Tabla 2.6. Los conductores de derivación se deben conectar al conductor del electrodo de puesta a tierra de manera que este último permanezca sin empalme o junta. **22-154**

Los encerramientos metálicos para conductores de puestas a tierra, deben ser continuos eléctricamente desde los gabinetes o equipos hasta el electrodo de puesta a tierra y debe ser fijada firmemente, a los encerramientos que no son físicamente continuos mediante una conexión equipotencial se los debe hacer eléctricamente continuos. **22-155**

Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente alterna. El calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser inferior a los valores indicados en la Tabla 2.6. **22-156**

Conexión del conductor del electrodo de puesta a tierra a los electrodos de puesta a tierra. Esta conexión debe ser accesible y se la debe hacer de manera que aseguren una trayectoria permanente y efectiva de puesta a tierra. **22-157**

Métodos de conexión del conductor de puesta a tierra de los electrodos. Se debe conectar el conductor de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, lengüetas de conexión certificadas, conectores de presión certificados abrazaderas u otros medios certificados. No se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mas de un conductor mediante una abrazadera o herraje sencillo a menos que estén certificadas para este uso. **22-158**

2.2.8.4 Puesta a tierra del cable, encerramientos y canalizaciones de la acometida

Canalizaciones y encerramientos de acometidas. Se deben poner a tierra los encerramientos^{GL} y canalizaciones metálicas para los conductores y equipos de la acometida. **22-159**

2.2.8.5 Conexión equipotencial

Acometidas

Las partes metálicas de equipos no portadoras de corriente como, canalizaciones, bandejas, armazones, encerramientos en general, conexiones o blindajes metálicos, herrajes y similares se deben conectar equipotencialmente en conjunto, en forma efectiva. **22-160**

La acometida debe tener un medio accesible externo a los encerramientos para conectar conductores de conexión equipotencial y de puesta a tierra entre sistemas, mediante canalizaciones de la acometida, conductores del electrodo de puesta a tierra o algún medio que sea resistente a la corrosión. **22-161**

^{GL} remitirse al glosario

Métodos de conexión equipotencial de la acometida. La continuidad eléctrica en el equipo de la acometida, las canalizaciones de acometidas y los encerramientos de conductores de las acometidas se deben asegurar conectando equipotencialmente el equipo al conductor de acometida de puesta a tierra, o mediante conexiones que utilicen acoples roscados en donde el ajuste se hace con llave, también se lo puede realizar mediante acoples y conectares sin rosca con apriete hermético. **22-162**

Sistemas de protección contra descargas atmosféricas. En sistemas de protección contra descargas atmosféricas sus terminales deben ser conectados equipotencialmente al sistema del electrodo de puesta a tierra de la edificación. **22-163**

2.2.8.6 Puesta a tierra de equipos y conductores de puesta a tierra de equipos

Equipo asegurado en un sitio o conectado mediante métodos de alambrado permanente (fijos). Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipos fijos que pueden llegar a ser energizados, se deben poner a tierra si están dentro de una distancia de 2.44 m verticales o 1.52 m horizontales de la tierra o de objetos metálicos puestos a tierra y propenso a contacto con personas, además si es que se encuentran en lugares húmedos o mojados, si están en contacto eléctrico con metales, en lugares peligrosos o si el equipo opera con cualquier terminal a mas de 150 V a tierra. **22-164**

Partes metálicas aseguradas en el sitio o conectadas por métodos de alambrado permanentes (fijos) – específicos. Las partes metálicas y encerramientos expuestos no portadoras de corriente se deben poner a tierra independientemente de la tensión, como son: bastidores y estructuras de tableros de distribución, ascensores y su equipo eléctrico, circuitos de control remoto de alarmas contra incendios, bombas de agua operadas por motor, bombas sumergidas en pozos, etc. **22-165**

Equipo conectado con cable y enchufe. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente que tengan la probabilidad de ser energizadas en cables y enchufes se deben poner a tierra si se encuentran en lugares peligrosos, si operan a mas de 150 V a tierra, si funcionan en refrigeradores, congeladores, lavadoras, secadoras de ropa, herramientas manuales operadas a motor, cortadoras de césped,

lámparas portátiles de mano y artefactos que se usen en lugares húmedos o mojados.

22-166

Equipo no eléctrico. En bastidores de ascensores no accionados eléctricamente a los cuales están sujetos conductores eléctricos y a cables de ascensores eléctricos se los debe poner a tierra, para evitar ser energizados. **22-167**

Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de equipos deben ser los expuestos en la Tabla 2.7 o la combinación de ellos.

22-168

Tabla 2.7 Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos

(1) Un conductor de cobre u otro conductor resistente a la corrosión sólido o trenzado; aislado, cubierto o desnudo; alambre o como barra u otra forma.
(2) Conduit metálico rígido
(3) Conduit metálico intermedio
(4) Tubería metálica eléctrica
(5) Conduit metálico flexible
(6) Blindaje de cable tipo AC
(7) El forro de cobre de cable con aislamiento mineral y forro de metal
(8) El forro metálico o la combinación de forro metálico y conductores de puesta a tierra del tipo cable MC
(9) Bandejas portacables
(10) El armazón de grupos de cables
(11) Otras condiciones metálicas continuas, eléctricamente certificadas para puesta a tierra

Fuente: propia

Identificación de conductores de puesta a tierra de equipos

Se permitirá que los conductores de puesta a tierra estén desnudos, cubiertos o aislados, los conductores cubiertos o aislados deben tener un acabado exterior continuo de color verde o verde con una o más franjas amarillas. **22-169**

En conductores mayores que # 6 de cobre o aluminio en la instalación se debe identificar en forma permanente como conductor de puesta a tierra en cada extremo y punto donde el conductor sea accesible, la identificación se la debe hacer removiendo el recubrimiento de toda la longitud expuesta, pintando de color verde el aislamiento o recubrimiento expuesto o marcando el aislamiento o recubrimiento con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde. **22-170**

En cables multiconductores si se asegura que únicamente personal calificado dará mantenimiento y supervisión se permitirá que uno o más de los conductores aislados se identifiquen permanentemente como conductores de puesta a tierra de equipos en cada extremo y en cada punto donde sean accesibles mediante el remoción del aislamiento de toda la longitud expuesta, el pintar de verde el aislamiento expuesto o marcando el recubrimiento con cinta verde o etiquetas adhesivas de color verde. 22-171

En cordones flexibles se permitirá un conductor de puesta a tierra no aislado únicamente si esta recubierto individualmente y este acabado exterior debe ser continuo verde o verde con una o mas franjas amarillas. 22-172

Instalación de conductores de puesta a tierra de equipos

En donde haya una canalización, bandeja portacable, blindaje de cable o forro de cable o cualquier alambre dentro de una canalización o cable, se debe instalar usando herrajes para juntas y terminaciones aprobadas. 22-173

En conductores de puesta a tierra de equipos inferiores al # 6 se deben proteger de daño físico mediante una canalización o blindaje. 22-174

Calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos

Los conductores de puesta a tierra de equipos de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre de tipo alambre, no deben ser inferiores a los presentados en la Tabla 2.8, pero no se exige que sean mayores a los conductores que alimentan al equipo. 22-175

El conductor de puesta a tierra del equipo que se encuentre en una canalización, se debe dimensionar para el mayor dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores en la canalización o cable. 22-176

En el caso de utilizar conductores de puesta a tierra en paralelo, éstos deben estar en una canalización o cable, teniendo presente la dimensión en base a la capacidad nominal de corriente en amperios del dispositivo de sobrecorriente que protege los conductores, además estos conductores deben estar dimensionados según la Tabla 2.8 y sus condiciones de mantenimiento y supervisión deben ser dadas únicamente por personas calificadas. 22-177

Tabla 2.8 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Capacidad nominal o ajuste de dispositivos automáticos de sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conduit, etc., sin exceder de (amperios)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	110
600	1	2/0
800	110	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

Fuente: NEC 99 Tabla 250-122

Continuidad de los conductores de puesta a tierra del equipo

Se debe prever conexiones separables como se da en equipos extraíbles, conectores de acople y tomacorrientes para que se conecte primero y se desconecte al último el conductor a tierra de equipos. **22-178**

En ningún conductor de puesta a tierra debe estar conectado un cortacircuito o interruptor automático a menos que éste desconecte todas las fuentes de energía. **22-179**

Identificación de los terminales de alambrado de dispositivos. Para la identificación del terminal para la conexión del conductor de puesta a tierra del equipo debe existir un tornillo o tuerca de color verde difícil de remover su pintura, con cabeza hexagonal o un conector de alambre de presión de color verde. Si el terminal para el conductor de puesta a tierra del equipo no es visible, el agujero de entrada del conductor se debe marcar con las palabras verde o tierra, las palabras G o GR o el símbolo de puesta a tierra. **22-180**

2.2.8.7 Métodos de puesta a tierra del equipo

Conexiones de un conductor de puesta a tierra del equipo. Para sistemas puestos a tierra la conexión se realiza mediante una conexión equipotencial del conductor de puesta a tierra del equipo al conductor puesto a tierra de la acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra. En los sistemas no puestos a tierra hay que conectar equipotencialmente el conductor de puesta a tierra del equipo al conductor del electrodo de puesta a tierra del equipo. Para reemplazar tomacorrientes sin puesta a tierra o extender circuitos de derivación se permitirá que el conductor de puesta a tierra del equipo, de un tomacorriente del tipo de polo a tierra esté conectado a: un punto accesible al electrodo de puesta a tierra, cualquier punto accesible en el conductor del electrodo de puesta a tierra, la barra terminal de puesta a tierra del equipo, el conductor de acometida puesto a tierra. **22-181**

Puesta a tierra de equipos asegurados en su sitio o conectados usando métodos de alambrado permanente. Si no se colocan las partes metálicas de equipos, canalizaciones y otros encerramientos no portadores de corriente a tierra mediante el conductor del circuito puesto a tierra se lo puede hacer mediante el conductor de puesta a tierra del equipo, contenido dentro de la misma canalización, cable o tendido de otra manera con los conductores del circuito. **22-182**

Equipos que no se deben poner a tierra. El armazón metálico estructural de una edificación no se debe usar como el conductor requerido de puesta a tierra de un equipo de c.a. **22-183**

Equipo conectado con enchufe y cable. Si se pone a tierra las partes metálicas no portadoras de corriente de equipo conectado con cable y enchufe se las debe de poner mediante un conductor de puesta a tierra del equipo junto con los conductores de alimentación de energía, cordón flexible terminado en un enchufe de conexión de tipo con polo a tierra con un contacto fijo de polo a tierra. **22-184**

Uso del conductor del circuito puesto a tierra para puesta a tierra de equipos. A un conductor de circuito puesto a tierra, se pueden conectar a tierra las partes metálicas del equipo, canalizaciones y otros encerramientos no portadores de corriente; al lado de la alimentación o desconexión de la acometida de ca. Este mismo conductor no se debe usar para poner a tierra partes metálicas de equipo no

portadoras de corriente en el lado de carga del medio de desconexión de la acometida o en el lado de carga de un medio de desconexión de un sistema derivado independiente. **22-185**

Conexiones de circuitos múltiples. Se debe poner un medio de puesta a tierra para una conexión independiente adicional a un circuito o sistema de alambrado puesto a tierra en el mismo predio. **22-186**

Conexión del terminal de puesta a tierra del tomacorriente a la caja

Se conecta un puente de conexión equipotencial del equipo para conectar el terminal de puesta a tierra de un tomacorriente de tipo de polo a tierra a una caja puesta a tierra. **22-187**

Cuando existe una caja montada en la superficie se hará contacto directo metal con metal entre el yugo del dispositivo y la caja, esta disposición no se aplica a tomacorrientes montados en la tapa. **22-188**

En conjunto los tornillos de soporte se conectarán a dispositivos de contacto o yugos para hacer circuitos de puesta a tierra entre el molde del dispositivo y las cajas a nivel. **22-189**

Para dar continuidad a tierra entre la caja y el dispositivo se pueden usar cajas de piso. **22-190**

Para reducir el riesgo eléctrico se debe aislar del medio de montaje de tomacorriente el terminal de tomacorriente el mismo se debe poner a tierra mediante un conductor del equipo aislado dispuesto con los conductores del circuito. **22-191**

Continuidad y fijación de los conductores de puesta a tierra del equipo a las cajas. Todos los conductores de puesta a tierra de los equipos cuando entran a una caja se deben unir dentro de ella, mediante elementos adecuados para el efecto, olvidando aplicar únicamente la soldadura. En cajas metálicas se debe conectar los conductores de puesta a tierra del equipo y esta caja por medio de un tornillo de puesta a tierra utilizado únicamente para el efecto. Para cajas no metálicas, los conductores de puesta a tierra del equipo se deben conectar dentro de la caja de manera que se pueda realizar una conexión a cualquier dispositivo en la caja que requiera puesta a tierra. **22-192**

2.2.8.8 Sistemas de corriente continua.

Para temas acerca de sistemas de corriente continua como: generalidades, sistemas existentes, conexiones, etc. se debe tener en cuenta los artículos del 250-160 al 250-169 del código NEC. **22-193**

2.2.8.9 Instrumentos, medidores y relés.

Para temas acerca de instrumentos, medidores y relés como: cajas, encerramientos, conductores, etc. se debe tener en cuenta los artículos del 250 -170 al 250-178 del código NEC. **22-194**

2.2.9 Pararrayos (Disipador de sobretensión)

2.2.9.1 Generalidades

Definición: Un pararrayos disipador de tensión es un dispositivo de protección que limita las sobretensiones transitorias, descargando o fijando un puente de conducción de la misma y eliminando la circulación de la corriente residual, conservando su capacidad de repetir el proceso. **22-195**

Número requerido. Para conectar un pararrayos en un punto de un circuito, se lo debe hacer a cada conductor no puesto a tierra, en una instalación sencilla, un pararrayos puede proteger varios circuitos interconectados. **22-196**

Selección del pararrayos

En circuitos de menos de 1 kV, la capacidad nominal debe ser igual o superior a la tensión máxima a frecuencia industrial de fase a tierra continua que existe en el punto de aplicación. **22-197**

Para circuitos de más de 1 kV se utilizan pararrayos de tipo de carburo de silicio que no tengan una capacidad inferior al 125 % de la máxima tensión de fase a tierra continua existente en el punto de aplicación. **22-198**

2.2.9.2 Instalación

Ubicación. Se pueden localizar en el interior o exterior y ser inaccesibles a personas no calificadas. **22-199**

Encaminamiento de las conexiones de pararrayos (disipador de sobretensión).

El conductor utilizado para conectar estos dispositivos a la línea o barra conductora y a tierra no debe tener una longitud mayor a la necesaria evitando dobleces innecesarios. **22-200**

2.2.9.3 Conexión

En acometidas de menos de 1000 V. Los conductores de línea y tierra no deben ser de calibre menor al N° 14 en cobre o 12 en aluminio. El conductor de puesta a tierra del pararrayos se debe conectar a uno de los siguientes elementos: al conductor de la acometida puesto a tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra, el electrodo de puesta a tierra de la acometida o al terminal de puesta a tierra del equipo en el equipo de acometida. **22-201**

Instalados en el lado de la carga para acometidas de menos de 1000 V. Se debe conectar un pararrayos entre dos conductores cualesquiera, el conductor de puesta a tierra y el conductor puesto a tierra solo se deben conectar entre sí para la operación normal del pararrayos durante una sobretensión. **22-202**

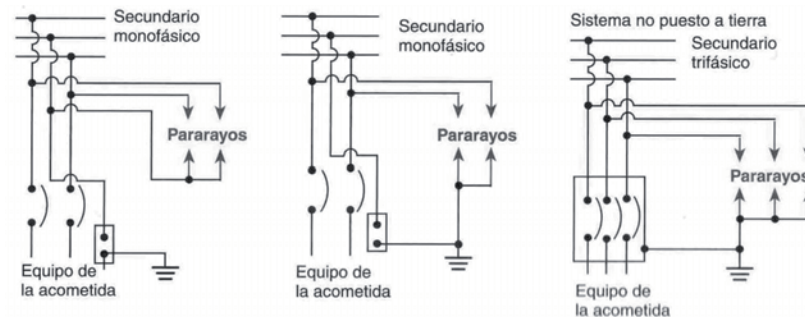
Conductores de los pararrayos en circuitos de 1 kV. El conductor entre el pararrayos y la línea y entre el pararrayos y la conexión de puesta a tierra no debe ser inferior al N° 6 en cobre o aluminio. **22-203**

Interconexiones en circuitos de 1 kV o más

Se debe realizar una interconexión metálica con el conductor del circuito secundario puesto a tierra o el conductor de puesta a tierra del secundario. **22-204**

Cuando el conductor de puesta a tierra del pararrayos no se conecte como se indicó, se debe realizar una interconexión a través de un explosor que debe tener una tensión de ruptura a 60 Hz como mínimo del doble de la tensión del circuito primario pero inferior a los 10 kV y debe existir mínimo otra puesta a tierra del conductor de puesta a tierra del secundario a una distancia mínima de 6 m de el electrodo de puesta a tierra del pararrayos, esto en sistemas con primario no puesto a tierra; en sistemas con neutro del primario con varias puestas a tierra la tensión de ruptura es de máximo 3 kV **22-205**

Puesta a tierra. Los pararrayos deben tener una conexión de puesta a tierra y se pueden instalar conjuntamente con el equipo de acometida como se muestra en la figura 2.4. 22-206



⁵Figura 2.4: Tres ubicaciones de puesta a tierra de los pararrayos en las entradas de la acometida.

⁵ Manual NEC 1999 fig 280.2

2.3 MÉTODOS Y MATERIALES DE ALAMBRADO

2.3.1 Métodos de Alambrado

2.3.1.1 Requisitos Generales.

Los métodos de alambrado se aplican para todas las instalaciones, a excepción de aquellos conductores que son parte de equipos, como motores, generadores y equipos de control. **23-1**

Estos métodos de alambrado se aplican a 600 V. nominales o menos y de acuerdo a ciertos límites de temperatura que se explicarán más adelante. **23-2**

Conductores

Todos los conductores de un mismo circuito, junto con el conductor puesta a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos, deben estar instalados en canaletas, canaletas auxiliares, bandejas portacables, zanjas, cables o cordones. **23-3**

Se pueden tender conductores en paralelo siempre y cuando se aplique separadamente cada parte de la instalación en paralelo, la disposición en canalización, canaleta auxiliar, bandeja portacables, zanja, cable o cordón. **23-3(a)**

Los conductores de puesta a tierra del equipo pueden ser instalados fuera de la canalización o cable multiconductor. **23-3(b)**

Cuando una canaleta auxiliar pasa entre un panel de distribución de una columna de ancho y una caja de paso, y la caja de paso incluye terminales de neutro, los conductores del neutro de los circuitos alimentados del panel de distribución pueden originarse en la caja de paso. **23-3(c)**

Protección contra daños físicos

Los conductores deben estar adecuadamente protegidos. **23-4**

En cables y canalizaciones a través de elementos de madera

Cuando exista una instalación de cables o canalización a través de orificios perforados hechos en vigas, caballetes o travesaños, los orificios se deben

realizar para que el borde de estos se sitúe a una distancia mayor a 31,8 mm del borde más cercano del elemento de madera; si no se puede mantener esta distancia se debe proteger el cable o la canalización de penetración de tornillos o clavos, mediante una placa o pasacables de acero de un espesor de 1,6 mm de manera que su instalación cubra el área del alambrado con una longitud y ancho adecuado. **23-5(a)**

Se pueden hacer ranuras en vigas, caballetes o travesaños en donde el cable o canalización esté protegido contra clavos o tornillos por una placa de acero como la mencionada anteriormente, siempre y cuando el debilitamiento de la estructura de la edificación no se haga presente, esto se debe realizar antes de terminar la edificación. **23-5(b)**

En cables con recubrimiento no metálico y tubería eléctrica no metálica a través de elementos estructurales metálicos.

En lugares expuestos y ocultos donde existen cables con recubrimiento no metálico que pasen por ranuras u orificios troquelados, cortados o perforados en fábrica, el cable debe protegerse con pasacables o anillos protectores sujetos a la abertura antes de instalar el cable. **23-6(a)**

Cuando existan clavos o tornillos que puedan penetrar un cable con forro no metálico o una tubería eléctrica no metálica hay que proteger el cable o tubería por medio de un manguito, una lámina o abrazadera de acero de un espesor mayor a 1,6 mm **23-6(b)**

Los cables o canalizaciones se pueden instalar y fijar detrás de paneles diseñados para permitir su acceso. **23-7**

En lugares expuestos y ocultos en donde existan cables o canalizaciones instaladas paralelamente a elementos estructurales como vigas, caballetes o travesaños, el cables o canalización se debe instalar y sostener de modo que la superficie exterior más cercana del cable o canalización quede al menos a 31,8 mm del borde más cercano del miembro estructural; si no se puede mantener esta distancia se debe proteger el cable por medio de un manguito, una lámina o abrazadera de acero de un espesor mayor a 1,6 mm. **23-8**

Si una ranura que contiene cables o canalizaciones se cubre con paneles de yeso, paneles decorativos u otro acabado similar, los cables se deben proteger con una placa o lámina de acero de 1,6 mm de espesor o un espacio libre mayor a 32 mm en toda la longitud de la ranura en donde está instalada el cable. **23-9**

Cuando existan en una canalización conductores no puestos a tierra # 4 o mayores entre gabinetes o cajas, se deben proteger estos mediante herrajes grandes que tengan una superficie aislante suave y redondeada. El herraje o material aislante deben tener una clasificación de temperatura mayor a la clasificación de temperatura del aislamiento de los conductores instalados. **23-10**

Instalaciones subterráneas

Los cables, conduits u otras canalizaciones se deben instalar a las profundidades indicadas en la Tabla 2.9 **23-11**

Los cables subterráneos que van dispuestos bajo una edificación deben estar en una canalización que vaya hacia el exterior de los muros de la edificación. **23-12**

Los conductores y cables que estén enterrados a su salida se deben proteger con encerramientos o canalizaciones hasta un punto situado a una distancia mínima de 2,44 m sobre el acabado del terreno. La protección requerida no debe exceder los 457 mm por debajo del acabado del terreno. Los conductores que entren a un inmueble hay que protegerlos hasta el punto de entrada, si la probabilidad de daño de la canalización es alta, los conductores se deben instalar en un conduit metálico rígido. **23-13**

Los empalmes y derivaciones si se pueden realizar en los cables o conductores enterrados directamente sin utilizar cajas de empalme. **23-14**

La zanja que contiene los conductores no se debe rellenar con piedras grandes, materiales de pavimentación, escoria, elementos con bordes afilados, ni con material corrosivo. Se debe utilizar para la protección materiales granulados seleccionados adecuadamente. **23-15**

Tabla 2.9 Requisitos mínimos de profundidad bajo tierra en instalaciones de 0 V a 600 V nominales. Enterramiento en pulgadas (La profundidad bajo tierra se define como la distancia más corta medida entre un punto de la superficie superior de cualquier conductor, cable, conduit u otra canalización enterrada directamente y la superficie superior de la tierra, concreto u otra cobertura similar)

Ubicación del método de alambrado o circuito	Tipo de Método de Alambrado o circuito				
	Columna 1 Cables o conductores enterrados directamente	Columna 2 Conduit metálico rígido o intermedio	Columna 3 Canalizaciones no metálicas certificadas para enterramiento directo sin revestimiento de concreto u otras canalizaciones aprobadas	Columna 4 Circuitos ramales para viviendas de 120 V nominales o menos con protección contra fallas a tierra y protección contra sobrecorriente máxima de 20 A	Columna 5 Circuitos de control de riego y alumbrado del paisaje, limitados a no más de 30 V e instalados con cables tipo UF o en otros cables o canalizaciones identificados
Todos los lugares no estipulados a continuación	24	6	1 8	1 2	6
En zanjas por debajo de concreto de 2 pulgadas de espesor o equivalente	18	6	12	6	6
Bajo una edificación	O (sólo en canalizaciones)	O	O	O (sólo en canalizaciones)	O (sólo en canalizaciones)
Bajo baldosas de concreto para exteriores de mínimo 4 pulgadas de espesor, sin tráfico de vehículos y baldosas que sobrepasen no menos de 6 pulgadas la instalación subterránea.	1 8	4	4	6 (enterrado directamente) ó 4 (en canalizaciones)	6 (enterrado directamente) ó 4 (en canalizaciones)
Bajo calles, carreteras, autopistas, callejones, accesos vehiculares y estacionamientos	24	24	24	24	24
Accesos vehiculares y estacionamientos exteriores a viviendas	1 8	8	1 8	1 2	1 8
En o bajo las pistas de los aeropuertos, incluidas las áreas adyacentes donde está prohibido el paso	8	8	1 8	1 8	1 8

Notas:

- 1 . Para unidades del SI, 1 pulgada = 25.4 mm.
- 2 . Las canalizaciones aprobadas para enterramiento sólo con revestimientos de hormigón requieren una envoltura de concreto de no menos de 2 pulgadas de espesor.
- 3 . Se permitirán menores profundidades cuando los cables y conductores suben para terminaciones o empalmes o donde 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 de enterramiento especificada en esta Tabla, el alambrado se debe instalar en canalizaciones metálicas o no metálicas permitidas para enterramiento directo. Las canalizaciones se deben cubrir con un mínimo de 2 pulgadas de concreto que se extienda a lo largo de la roca.

Fuente: NEC 99 Tabla 300-5

Las partes en las canalizaciones en los que la humedad haga contacto con las partes energizadas, se deben sellar en los dos extremos. **23-16**

Se debe instalar un pasacable o herraje terminal con una abertura en forma de anillo aislador en el extremo de una canalización que termine bajo tierra y de la que salgan conductores o cables como en el método de alambrado directamente enterrado. **23-17**

Todos los conductores del mismo circuito a demás de los puestos a tierra deben ir instalados en la misma canalización o lo más cerca posible de la misma zanja. **23-18**

Cuando existan movimientos del terreno por asentamiento o a causa de heladas, los conductores, cables o canalizaciones enterrados directamente se deben instalar de modo que se eviten daños a los conductores instalados dentro del enceramiento o a los equipos conectados a las canalizaciones. **23-19**

Protección contra corrosión

Todas las canalizaciones metálicas, bandejas portacables, grupos de cables, gabinetes, herrajes y material de soporte deben ser de materiales adecuados para soportar las características del medio ambiente donde serán instaladas. **23-20**

La corrosión es un factor importante a ser tomado en cuenta para proteger a las canalizaciones, bandejas portacables y demás, recubriéndolos con un material resistente aprobado a la corrosión como cinc, cadmio o esmalte. La protección con esmalte contra la corrosión no se puede utilizar en exteriores ni lugares húmedos. **23-21**

Las canalizaciones, blindajes de cables, cajas, gabinetes y material de soporte de metales ferrosos se pueden colocar en concreto o en contacto directo con la tierra, inclusive en áreas que tengan un ambiente altamente corrosivo siempre y cuando su material de fabricación sea el adecuado para esas condiciones. **23-22**

Canalizaciones expuestas a diferentes temperaturas. Todas las canalizaciones deben ser selladas cuando su interior esté expuesto a temperaturas que varíen en forma brusca, evitando la circulación de aire desde la parte más caliente a la más fría través de la canalización, Cuando exista expansión y contracción debido al calor se debe compensar este fenómeno instalando juntas de expansión en las canalizaciones. **23-23**

Instalación de conductores con otros sistemas. En las canalizaciones que contengan conductores eléctricos no debe existir ninguna especie de tubería o similar para vapor, agua, aire, gas, drenajes u otra instalación no eléctrica. **23-24**

Continuidad eléctrica de las canalizaciones. Todas las canalizaciones, blindajes de cables y otros encerramientos metálicos se deben unir metálicamente de manera que se forme un conductor eléctrico continuo y conectando a todas las cajas, herrajes y gabinetes, ofreciendo una efectiva continuidad eléctrica. **23-25**

Sujeción y soportes

Todas las canalizaciones, cables multiconductores, cajas, gabinetes y herrajes deben asegurarse correctamente en su sitio, evitando utilizar soportes que ofrezcan poca resistencia y colocando herrajes o soportes que ofrezcan un apoyo seguro e

instalados adicionalmente a los alambre de soporte de la malla del cielo raso, los cables y canalizaciones no se los debe apoyar en las mallas del cielo raso. **23-26**

No se debe sujetar ni apoyar en el conjunto de cielo raso el alambrado situado dentro del mismo que esté clasificado como resistente al fuego. Si se usan alambres de soporte independientes, se los deben distinguir por su color, etiqueta u otro medio clasificados para el fuego. **23-26(a)**

De igual manera de lo expuesto en el caso de que la clasificación sea como no resistente al fuego, no se debe sujetar ni apoyar en el conjunto de cielo raso al alambrado. **23-26(b)**

Se pueden utilizar canalizaciones como medio de soporte para otras o para cables, o equipo no eléctrico, solo cuando la canalización o medio soporte esté identificado para ese uso, cuando canalización contenga conductores que alimentan a equipos conectados eléctricamente o para cables que son únicamente para propósitos de conexión a los circuitos de control del equipo; también para apoyar cajas o conduletas. **23-27**

Continuidad mecánica y eléctrica de los conductores

Todos los conductores en las canalizaciones deben ser continuos entre las salidas, cajas, dispositivos, etc. **23-28**

Cuando existan dispositivos o elementos como porta bombillas, tomacorrientes y se requiera retirarlos de los circuitos ramales multiconductores, la continuidad de un conductor puesto a tierra no puede depender de las conexiones de estos dispositivos. **23-29**

Longitud de los conductores libres en las salidas, uniones y puntos de conmutación. Se debe dejar libre para empalmes o conexiones de accesorios o dispositivos una longitud de 150 mm como mínimo medida desde el punto en la caja en donde el conductor sale de la canalización o forro del cable, en todas las salidas, uniones y puntos de conmutación. En el caso que se requiera una salida en cualquier cajetín que tenga dimensiones de 200 mm horizontal o verticalmente, cada conductor debe tener una longitud para extensión de 76 mm fuera de la abertura. **23-30**

Cajas, conduletas o accesorios: cuando son necesarios

Si se tienen métodos de alambrado que vayan dispuestos en tubería conduit, tubería metálica eléctrica, cable tipo AC, cable tipo MC, cable tipo MI, cable con forro no metálico u otros cables, se debe instalar una caja o Conduleta en cada punto de empalme de un conductor, salida, punto de conmutación, punto de unión o punto de alambrado. **23-31**

Si un equipo está aprobado se permite colocar una caja de unión integral o un compartimiento de alambrado. Cuando existen cables que entran o salen del conduit se debe instalar un herraje en el extremo del conduit para proteger al cable contra la abrasión. Cuando no sea factible colocar una caja o Conduleta se puede colocar un dispositivo de alambrado con encerramiento integral fabricado para ese uso, con piezas de fijación para que el dispositivo se pueda instalar en paredes o cielo raso. De igual manera se puede usar un herraje identificado si el lugar es accesible después de la instalación y no contiene conductores empalmados o terminaciones de los mismos. No se exige caja o conduleta para conductores dentro de pozos de inspección si estos son accesibles solo a personal calificado. **23-32**

Canalización o cable para alambrado oculto o a la vista

Se debe instalar una caja o herraje terminal con un orificio con pasacables separados para cada conductor; cuando se realice un cambio desde un conduit, tubería metálica, no metálica, cable con forro metálico, cables del tipo AC, MC; hasta una instalación oculta. Este herraje no debe contener empalmes, derivaciones ni salidas para accesorios. **23-33**

Si no se puede instalar una caja o herraje terminal se puede usar pasacables, en donde los conductores salen de una canalización o conduit y entran o terminan en equipos como tableros de distribución o equipo de control no encerrado. **23-34**

Número y tamaño de los conductores en una canalización. El tamaño y número de los conductores en una canalización no debe ser mayor a lo permitido por la disipación de calor y la facilidad de montaje desmontaje de los conductores sin perjudicar a otros. **23-35**

Instalación de canalizaciones. Todas las canalizaciones diferentes a las barras canalizadas o canalizaciones expuestas que poseen cubiertas articuladas o removibles, se deben instalar completamente entre los puntos de salida, uniones o puntos de empalme. La soldadura no es un medio práctico para apoyar o conectar canalizaciones metálicas. **23-36**

Soporte de los conductores en canalizaciones verticales

La sujeción de los conductores en canalizaciones verticales se debe realizar conforme se explica en la Tabla 2.10 es necesario en la parte superior de la canalización vertical, un soporte para cables, se debe limitar la longitud de los tramos del conductor mediante soportes intermedios. **23-37**

Tabla 2.10 Distancias entre soportes de los conductores

Calibre del alambre	Soporte de conductores en canalizaciones verticales	Conductores	
		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre
18AWG hasta 8AWG	No mayor de	100 pies	100 pies
6 A WG hasta 1/0 A WG	No mayor de	200 pies	100 pies
2/0 A WG hasta 4/0 A WG	No mayor de	180 pies	80 pies
Mas de 4/0 A WG hasta 350 kcmil	No mayor de	135 pies	60 pies
Mas de 350 kcmil hasta 500 kcmil	No mayor de	120 pies	50 pies
Mas de 500 kcmil hasta 750 kcmil	No mayor de	95 pies	40 pies
Mas de 750 kcmil	No mayor de	85 pies	35 pies

Nota: Para unidades del SI, 1 pie = 0.3048 m.

Fuente: NEC 99 Tabla 300-19(a)

Se pueden utilizar como métodos de soporte a mecanismos de sujeción fabricados con cuñas aislantes introducidos en los extremos de las canalizaciones, se puede también intercalar cajas en ciertos intervalos en donde se instalen soportes aislantes que ayuden a soportar el peso de los conductores unidos a los mismos. Los dobleces de los cables menores a 90° en las cajas de conexiones, se debe llevar a través de soportes aislantes con una distancia mayor al doble de su diámetro y con una sujeción mediante alambres de amarre. **23-38**

Corrientes inducidas en encerramientos o canalizaciones metálicas

Los conductores de ca instalados en canalizaciones se deben colocar de manera que se evite el calentamiento del metal circundante por inducción, agrupando los conductores de fase, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra de los equipos. **23-39**

Para mitigar el efecto de inducción cuando un conductor de corriente alterna pasa a través de un metal con propiedades magnéticas se deben hacer ranuras en la parte metálica que queden entre los agujeros por los que pasan los conductores o pasando todos los conductores del circuito a través de una pared aislante de grandes dimensiones para todos los conductores. **23-40**

Propagación del fuego o de los productos de la combustión. La disposición de una instalación eléctrica en espacios huecos, pozos verticales y conductos de ventilación o aire debe ser de modo que no aumente en forma significativa la posibilidad de propagación del fuego. **23-41**

Alambrado en conductos, cámaras de distribución de aire y otros espacios de circulación de aire

En conductos utilizados para transporte de polvo, pelusas o vapores inflamables, no se debe instalar ningún tipo de sistemas de alambrado. **23-42**

En conductos o cámaras específicos para ventilación ambiental, solo se deben hacer instalaciones eléctricas con cable del tipo MI, MC con recubrimiento impermeable metálico liso o corrugado, sin recubrimiento general no metálico, tubería eléctrica metálica, tubería metálica flexible, conduit metálico intermedio o conduit metálico rígido. **23-43**

Paneles diseñados para acceso. Los equipos, cables y canalizaciones que se encuentren instalados detrás de paneles deben ser instalados y sujetos de manera que permitan el acceso a los equipos. **23-44**

2.3.2 Instalaciones Provisionales

Las instalaciones eléctricas de fuerza e iluminación provisionales, se consideran de clase inferior a las permanentes. **23-45**

En instalaciones. Las instalaciones provisionales se basan en los requisitos de las instalaciones permanentes, con excepción de lo especificado en el artículo 305. Para que una instalación provisional sea aceptable, se tomará en consideración, solo si es que su uso esta justificado. **23-46**

Restricciones de tiempo. Las instalaciones de fuerza y alumbrado se permitirán solo durante los períodos de tiempo establecidos en su aprobación. Para fines decorativos, de diversión y similares, el periodo de funcionamiento de la instalación no debe exceder los 90 días. Las instalaciones, deben ser desconectadas y desmontadas luego de finalizado el trabajo para el cual fueron permitidas. **23-47**

Generalidades

Las acometidas para estas instalaciones, deben ser consideradas igual que para las instalaciones fijas (230). **23-48**

La realización de la acometida para estas instalaciones, dependerá del criterio de la empresa distribuidora (240). **23-49**

Los circuitos de derivación, deben originarse en un tablero de distribución, el cual debe estar de acuerdo a la normativa. Los conductores utilizados para estos circuitos, deben cumplir con los requerimientos especificados en la tabla 400-4, según sea su aplicación. Estos cables deben tener las debidas protecciones como lo indica el artículo 240. Este tipo de circuitos no deben tener una tensión superior a los 150 v, con respecto a tierra y se debe tener en cuenta el esfuerzo excesivo que pueden tener. El alambrado provisional debe ser instalado de manera tal, que no sufra un daño físico. **23-50**

Todos los tomacorrientes deben ser polarizados, para proporcionar protección a las personas, Art. 23-59,60 a menos que estén instalados en canalizaciones metálicas conectadas a tierra. Los conductores de puesta a tierra de los equipos, deben estar conectados también a la puesta a tierra de los tomacorrientes. No se puede conectar un tomacorriente en un circuito de iluminación, estos son independientes entre sí, al igual que sus protecciones. **23-51**

Estos circuitos deben tener elementos de desconexión y protección en caso de falla. **23-52**

Según sea la aplicación del circuito de iluminación, los focos irán provistos de una protección contra contactos accidentales o roturas. **23-53**

En estas instalaciones no se exige que los empalmes vayan dispuestos en cajas de revisión. **23-54**

En este tipo de instalaciones, se debe proteger a los conductores de salientes cortantes y lugares apretados, para evitar daños. **23-55**

Todos los cables que ingresen en compartimentos que contengan dispositivos que requieran de un elemento terminal, se deben sujetar a la caja, con herrajes diseñados para ese fin. **23-56**

Para sujetar los conductores se deben utilizar soportes especiales, de manera que no sufran daño. **23-57**

Protección de las personas contra fallas a tierra

En instalaciones provisionales utilizadas para suministrar energía en forma temporal a equipos utilizados durante construcciones, mantenimiento, reparación o demolición de inmuebles, estructuras; se debe proporcionar protección para todas las personas contra falla a tierra, incluyendo las instalaciones de alambrado provisionales. **23-58**

Se debe proteger mediante un interruptor de circuito de falla a tierra todas las salidas para tomacorrientes monofásicos de 125 V, de 15, 20 y 30 A, que puedan ser utilizadas por el personal en forma provisional. Se permiten juegos de cordones (extensiones) o dispositivos portátiles que tengan incorporado un interruptor de circuito por falla a tierra certificado. **23-59**

Para los conjuntos de cordones, tomacorrientes provisionales y equipos conectados con cable y enchufe se deben poner a tierra realizando pruebas como la revisión de continuidad de los conductores de puesta a tierra de los equipos, verificación de una correcta conexión al conductor de puesta a tierra de tomacorrientes o enchufes todas estas pruebas se las deben realizar antes de empezar a utilizar la instalación, cuando se haga presente algún desperfecto, antes de volver a poner en funcionamiento los equipos después de una reparación o en intervalos de máximo 3 meses. **23-60**

2.3.3 Conductores para instalaciones en general

Los conductores tienen sus requisitos y denominaciones a lo que se refiere a tipos, aislamiento, marcas, etiquetas, capacidad nominal de corriente, resistencia mecánica y equipos. Los conductos que forman parte íntegra de equipos como motores, controladores, etc. no tienen aplicación de estos requisitos. **23-61**

Conductores. Todos los conductores deben ser aislados, y deben estar fabricados de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre. **23-62**

Conductores centrados. Cuando se encuentren instalados en canalizaciones, los conductores # 8 y de calibres mayores deben ser trenzados. **23-63**

Conductores en paralelo. Los conductores de aluminio, aluminio recubierto de cobre o cobre # 1/0 y mayor que estén dispuestos como conductores de cada una de las fases, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, se puede conectar en paralelo, es decir unirlos eléctricamente en los dos extremos para formar un solo conductor. Los conductores en paralelo de cada fase, neutro o conductor de circuito puesto a tierra, deben ser de la misma longitud, mismo material conductor de igual calibre en área circular en mils, mismo tipo de aislamiento y terminación igual. Las características físicas de los cables y canalizaciones deben ser las mismas que la de los conductores cuando se instalen en cables y canalizaciones distintas. **23-64**

Calibre mínimo de los conductores. El calibre mínimo de los conductores debe cumplir la Tabla 2.11. **23-65**

Tabla 2.11 Calibre mínimo de los conductores

Tensión nominal del Conductor (V)	Calibre mínimo del conductor (AWG)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre
0 a 2000	14	12
2001 a 8000	8	8
8001 a 15000	2	2
15001 a 28 000	1	1
28 001 a 35000	1/0	1/0

Fuente: NEC 99 Tabla 310-5

Conductores enterrados directamente. Los conductores que vayan enterrados directamente deben estar diseñados para ese uso. **23-66**

Lugares

Los conductores y cables aislados usados en lugares secos pueden ser de cualquier clase aprobados en este documento. **23-67**

Los conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos, deben ser de los tipos, FEP, FEPB, MTW, PFA, RH, RHH, RHW, RHW-2, SA, THHN, THW, THW-2, THHW, THHW-2, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, XHHW-2, Z ó ZW. Las aplicaciones y usos de estos conductores se encuentran tabuladas en el. **23-68**

Los conductores y cables aislados usados en lugares húmedos deben ser de los tipos, MTW, RHW, RHW-2, THW, THW-2, THHW, THHW-2, THWN, THWN-2, TW, XHHW, XHHW-2, ZW o también con forro metálico hermético a la humedad o cualquier otro certificado para este uso. Las aplicaciones y usos de estos conductores se encuentran tabuladas en el. **23-69**

Los conductores y cables expuestos a la luz solar directa, deben estar especificados para este uso. **23-70**

Condiciones corrosivas. Los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias de efecto nocivo para el conductor o aislamiento, deben ser adecuados para este uso. **23-71**

Limites de temperatura de los conductores. Ningún conductor debe utilizarse para temperaturas superiores a las que fue diseñado. **23-72**

Tabla 2.12. Aplicaciones y aislamiento de los conductores

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. max. de funcionamiento	Aplicaciones Previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento		Recubrimiento externo ¹
					AWG o kcmil	Mils	
Etileno - propileno fluorado	FEP o FEPB	90°C 194°F	Lugares secos y húmedos	Etileno - propileno fluorado	14-10 8-2	20 30	Ninguno
		200°C 392°F	Lugares secos en aplicaciones especiales ²	Etileno-propileno fluorado	14-8 6-2	14 14	Malla de vidrio
							Asbesto u otro material trenzado adecuado
Aislamiento mineral (con forro metálico)	MI	90°C 194°F	Lugares secos y mojados	Oxido de magnesio	18-16 ³	23	De cobre o aleación de acero
		250°C 482°F	Para aplicaciones especiales ²		16-10 9-4 3-500	36 50 55	
Termoplástico Resistente a la humedad, al calor y al aceite	MTW	60°C 1400F	Instalaciones de maquinas herramientas en lugares mojados.	Termoplastico retardante de la llama y resistente a la humedad, al calor y al aceite	(A)	(B)	(A) Ninguno
					22-12 10	30 30	(B) Chaqueta de nailon o equivalente
					8	45	
					6	60	
					4-2	60	
					1-4/0	80	
					213-500	95	
					591-1000	110	
Papel		85°C 185°F	Para conductores subterranos de acometida o con permiso especial	Papel			Forro de plomo
Perfluoroalcox	PFA	90°C 194°F	Lugares secos y mojados	Perfluoroalcoxi	14-10 8-2	20 30	Ninguno
		200°C 392°F	Lugares secos, aplicaciones Especiales ²		1-4/0	45	
Perfluoroalcox	PFAH	250°C 482°F	Sólo para lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o de canalizaciones conectadas a artefactos.	Perfluoroalcoxi	14-10 8-2 1-4/0	20 30 45	Ninguno
Termoendurecido	RH	75°C 167°F	Lugares secos y húmedos	Termoendurecido retardante de la llama	14-12 ⁴ 10 8-2	30 45 60	Recubrimiento no metalico, resistente a la humedad y retardante de la llama ¹
Termoendurecido	RHH	90°C 194°F	Lugares secos y húmedos		1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	80 95 110 125	
Termoendurecido resistente a la humedad	RHW ⁵	75°C 167°F	Lugares secos y mojados. Si el aislamiento es de mas de 2000 V, debe ser resistente al ozono	Termoendurecido resistente a la humedad y retardante de la llama	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	45 60 80 95 110 125	Recubrimiento no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama ⁶
Termoendurecido resistente a la humedad	RHW-2	90°C 194°F	Lugares secos y mojados	Termoendurecido resistente a la humedad y retardante de la llama	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	45 60 80 95 110 125	Recubrimiento no metalico, resistente a la humedad y retardante de la llama ⁶
Silicona	SA	90°C 194°F	Lugares secos y húmedos	Caucho de silicona	14-10 8-2 1-4/0	45 60 80	Malla de vidrio u otro material trenzado adecuado
		200°C 392°F	Para aplicaciones especiales ²		213-500 501-1000 1001-2000	95 110 125	
Termoendurecido	SIS	90°C 194°F	Sólo para alambrado de tableros	Termoendurecido retardante de la llama	14-10 8-2 1-4/0	30 45 95	Ninguno
Termoplastico y trenzado externo de fibra	TBS	90°C 194°F	S610 para alambrado de tableros	Termoplástico	14-10 8	30 45	Recubrimiento no metalico retardante de la llama
					6-2 1-4/0	60 80	

Tabla 2.12 (continuación). Aplicaciones y aislamiento de los conductores

Nombre comercial	Letras de tipo	Temp. max. de funcionamiento	Aplicaciones Previstas	Aislamiento	Espesor del aislamiento		Recubrimiento externo ¹
					AWG o kcmil	Mils	
Politetrafluoroetileno extendido	TFE	250°C 482°F	Sólo lugares secos. Sólo para cables dentro de artefactos o dentro de canalizaciones conectadas a artefactos, o como alambrado a la vista.	Politetrafluoroetileno extruido	14-10 8-2 1-4/0	20 30 45	Ninguno
Termoplástico resistente al calor	THHN	90°C 194°F	Lugares secos y húmedos	Termoplástico resistente al calor, retardante de llama	14-12 10 8-6 4-2 1-4/0 250-500 501-1000	15 20 30 40 50 60 70	Chaqueta de nailon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THHW	75°C 167°F 90°C 194°F	Lugares mojados Lugares secos	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 8 6-2 1-4/0 213-500 501-1000	30 45 60 80 95 110	Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW ⁵	75°C 167°F 90°C 194°F	Lugares secos y mojados Aplicaciones especiales en equipos de iluminación por descarga. Limitado a 1000 V en circuito abierto o menos.	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 8 6-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	30 45 60 80 95 110 125	Ninguno
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THWN ⁵	75°C 167°F	Lugares secos y mojados	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-12 10 8-6 4-2 1-4/0 250-500 501-1000	15 20 30 40 50 60 70	Chaqueta de nailon o equivalente
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60°C 140°F	Lugares secos y mojados	Termoplástico retardante de la llama y resistente a la humedad y al calor	14-10 8 6-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	30 45 60 80 95 110 12	Ninguno
Termoendurecido	XHH	90°C 194°F	Lugares secos y húmedos	Termoendurecido retardante de la llama	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	30 45 55 65 80 95	Ninguno
Termoendurecido resistente a la humedad	XHHW ⁵	90°C 194°F 75°C 167°F	Lugares secos y húmedos Lugares mojados	Termoendurecido retardante de la llama y resistente a la humedad	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	30 45 55 65 80 95	Ninguno
Termoendurecido resistente a la humedad	XHHW-2	90°C 194°F	Lugares secos y mojados	Termoendurecido retardante de la llama y resistente a la humedad	14-10 8-2 1-4/0 213-500 501-1000 1001-2000	30 45 55 65 80 95	Ninguno
Etileno-tetrafluoroetileno modificado	Z	90°C 194°F 150°C 302°F	Lugares secos y mojados Lugares secos, aplicaciones especiales ²	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	14-12 10 8-4 3-1 1/0-4/0	15 20 25 35 45	Ninguno
Etileno-tetrafluoroetileno modificado	ZW ⁵	75°C 167°F 90°C 194°F 150°C 302°F	Lugares mojados Lugares secos y húmedos Lugares secos, aplicaciones especiales ²	Etileno-tetrafluoroetileno modificado	14-10 8-2	30 45	Ninguno

Notas:

¹ Algunos aislamientos no requieren recubrimiento externo.

² Cuando las condiciones de diseño requieren que la temperatura máxima de funcionamiento del conductor sea superior a 90°C (194°F).

³ Para circuitos de señalización que permiten un aislamiento de 300 V.

⁴ Para calibres 14 - 12, el aislamiento RHH debe tener un espesor de 45 mils

⁵ Los tipos de cables certificados con sufijo "-2", como RHW-2, se permitirán utilizar a temperatura de funcionamiento continua de 90°C (194°F) secos o mojados.

⁶ Algunos aislamientos de caucho no requieren un recubrimiento exterior.

⁷ Incluye chaqueta integral.

⁸ Para limitación de capacidad de corriente.

⁹ En los conductores de tipo USE certificados que hayan sido sometidos a investigación especial, se permitirá que el aislamiento sea de 80 mils (2.032 mm) de espesor. No se requiere que el recubrimiento no metálico de conductores aislados cubiertos de caucho o cables con forro de aluminio y los cables con forro de plomo o de cables multiconductores, sea retardante de la llama.

Fuente: NEC 99 Tabla 310-13

Marcado

Todos los conductores y cables utilizados en las instalaciones eléctricas interiores, deben ir marcados con la información necesaria como es, tensión nominal máxima, tipo de cable, nombre del fabricante, calibre AWG. **23-73**

El calibre debe estar marcado en intervalos no superiores a 0.7 m, todas las demás pueden estar separadas hasta máximo 1 m. Para marcar los cables multiconductores con recubrimiento metálico, se debe emplear una cinta de marcar situada dentro del cable y a todo el largo del mismo. Si se tiene cables con forro metálico y aislamiento mineral, alambres de los tableros de distribución, cables de un solo conductor con recubrimiento metálico, conductores cuya superficie exterior sea asbesto o cables de tipo AC, se los debe marcar mediante una etiqueta impresa sujeta al rollo, bobina o caja de cartón. **23-74**

Una letra o letras solas deben indicar un solo conductor aislado, la letra D indica 2 conductores aislados en paralelo, dentro de un recubrimiento exterior no metálico. La M indica un conjunto de 2 o más conductores aislados y trenzados en espiral dentro de un recubrimiento exterior no metálico. **23-75**

Identificación de los conductores

Todos los conductores que no sean utilizados para puesta a tierra, deben utilizar cualquier color o una mezcla de colores diferente a, blanco, gris natural o verde. **23-76**

Construcción y aplicación de los conductores. Los conductores aislados deben cumplir con las disposiciones de la tabla 2.12 **23-77**

Capacidad de corriente para conductores Para calcular la capacidad de corriente de los conductores remítase al NEC y revisar el artículo 310-15. **23-78**

2.3.4 Bandejas portacables

Alcance. En el caso de bandejas portacables se trata sobre los sistemas del mismo y otras estructuras similares, un sistema de bandejas portacables es un conjunto de unidades o secciones con sus herrajes asociados, que forman una estructura rígida para sostener cables y canalizaciones. **23-79**

Usos permitidos. Se permitirá utilizar bandejas metálicas portacables como conductores de puesta a tierra de equipos, si su mantenimiento y supervisión instalado por personal calificado, en lugares clasificados como peligrosos, estas bandejas deben contener únicamente cables permitidos. Se puede utilizar bandejas portacables no metálicas, si la zona en la que se instala no es corrosiva. **23-80**

Usos no permitidos. No se deben utilizar bandejas portacables en fosos de ascensores o en donde puedan estar sujetos a daños físicos y tampoco en espacios de circulación de aire de ventilación. **23-81**

Especificaciones de construcción. Las bandejas portacables deben tener resistencia y rigidez suficiente para ofrecer un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellas. Estas no deben tener bordes afilados, rebabas que puedan dañar el aislamiento o chaqueta de los cables, deben ser resistentes a la corrosión. Las bandejas portacables deben tener barandillas laterales, herrajes u otros medios para poder cambiar la dirección y elevación del recorrido. Las bandejas portacables no metálicas, deben estar hechas de material retardante de la llama. **23-82**

Instalación. La instalación de bandejas portacables, se debe instalar como un sistema completo. Si se hacen curvas o modificaciones durante la instalación se debe mantener la continuidad eléctrica de la bandeja. Si se requieren pasar los conductores de una bandeja a una canaleta o a otra bandeja, la distancia máxima entre ellas, debe ser de 1.85 m. Se deben instalar soportes que eviten esfuerzos mecánicos sobre los cables. En los tramos que se requiera protección se debe instalar tapas o encerramientos protectores. Las bandejas portacables pueden prolongarse transversalmente a través de paredes y tabiques o verticalmente a través de pisos y

plataformas, las mismas deben ser expuestas y accesibles, teniendo un espacio adecuado y suficiente para instalación y mantenimiento de cables. **23-83**

Puesta a tierra. Se deben poner a tierra todas las bandejas portacables metálicas, que sostengan conductores eléctricos. También se pueden utilizar como conductores de puesta a tierra de equipos a un bandeja portacables de acero o aluminio, siempre y cuando estas sean identificadas para dicho propósito, deben tener una sección transversal mínima como se indica en la tabla 2.13. Todas las secciones de la bandeja portacables deben estar marcadas en forma legible y duradera, se deben conectar equipotencialmente con conectores metálicos atornillados o puentes de conexión equipotencial. **23-84**

Tabla 2.13 Requisitos de área de metal para bandejas portacables utilizadas como conductores de puesta a tierra de equipos

Capacidad máxima de corriente de los fusibles, ajuste de disparo en amperios de los interruptores automáticos o del relé protector del circuito, o ajuste de disparo en amperios para protección contra fallas a tierra de cualquier circuito de cables en un sistema de bandeja portacables	Sección transversal mínima de la parte metálica ^a (pulgadas ²)	
	Bandejas portacables de acero	Bandejas portacables de aluminio
60	0.20	0.20
100	0.40	0.20
200	0.70	0.20
400	1.00	0.40
600	1.50 ^b	0.40
1000	—	0.60
1200	—	1.00
1600	—	1.50
2000	—	2.00 ^b

Nota: Para las unidades del SI, 1 pulgada² = 645 mm².

^a Área de sección transversal total de las dos barandillas laterales de las bandejas tipo escalera o batea, o área de la sección transversal mínima del metal en las bandejas de canal o las construidas de una pieza.

^b No se deben utilizar bandejas portacables de acero como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra superior a 600 A. No se deben utilizar bandejas portacables de aluminio como conductores de puesta a tierra de los equipos en los circuitos con protección contra falla a tierra superior a 2000 A.

Fuente: NEC 99 Tabla 318-7(b)2

Instalación de los cables

En una bandeja portacables si existen empalmes realizados, éstos deben estar perfectamente aislados mediante métodos aprobados, de manera que su accesibilidad sea fácil. En tramos que no sean horizontales, los cables deben estar asegurados a los travesaños de las bandejas portacables. No hace falta instalar una caja cuando los conductores están instalados en conduit o en tuberías con pasacables ya que se utilizan para protección contra daños físicos. Cuando los cables que conforman la fase o neutro de un circuito se componen de un solo conductor, se puede conectar en paralelo; todos estos conductores deben contener solo un conductor por fase o neutro

en el grupo, para evitar corrientes desequilibradas debido a la reactancia inductiva en los conductores en paralelo. Todos los conductores sencillos se deben instalar en una sola capa para una bandeja portacables que contenga conductores sencillos de calibre 1/0 – 4/0. **23-85**

2.3.5 Alambrado a la vista sobre aisladores

Alcance. Este método de alambrado usa abrazaderas, perillas, tubos y tubería flexible para proteger y soportar conductores aislados, tendidos en edificaciones o sobre las mismas pero que no se ocultan en su estructura. Este tipo de alambrado se utiliza en sistemas de 600 V nominales o menos. **23-86**

Soportes de los conductores. Los conductores inferiores al # 8 se deben apoyar rígidamente sobre materiales aislantes no combustibles los mismos que no pueden estar en contacto con ningún otro objeto. Para soportar los conductores # 8 o mayores se deben separar 4,6 m, en el caso de utilizar separadores aislantes no combustibles la separación será de 1,4 m. **23-87**

Montaje de soporte de conductores. Los clavos para soportar los aisladores de pared deben ser mayores a 3 pulgadas, con los clavos se deben utilizar arandelas aislantes. **23-88**

Alambres de amarre. Los conductores # 8 o mayores están apoyados en aisladores de perilla sólidos, se deben sujetar adecuadamente mediante alambres de amarre con un aislamiento equivalente al del conductor. **23-89**

Tubería flexible no metálica. Cuando existan lugares secos y que no estén expuestos a daños físicos, los conductores pueden ir dispuestos dentro de una tubería flexible no metálica. Esta tubería debe ir en tramos flexibles de máximo 4,6 m y se debe sujetar a la superficie con abrazaderas en intervalos máximos de 1,4 m. **23-90**

Conductores a través de paredes, pisos, vigas de madera, etc. Se debe evitar el contacto de los conductores con las paredes, pisos, vigas de madera, etc., que atraviesen, mediante el uso de tubos o pasacables de material aislante no combustible y no absorbente. **23-91**

Distancias de seguridad. Los conductores a la vista deben ir separados como mínimo 51 mm de canalizaciones, tuberías metálicas u otro material conductor y de cualquier conductor expuesto de alumbrado, fuerza o señalización. **23-92**

Protección contra daños físicos. Se considera la existencia de conductores expuestos a daños físicos cuando se encuentran dentro de los primeros 2,13 m sobre el piso. Cuando los conductores a la vista atraviesen vigas de techo y pilares de pared y estén expuestos a daños físicos se deben proteger con bandas protectoras de 26 mm de espesor, mediante un larguero fuerte de 26 mm de espesor en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales. Mediante una caja equipada con una tapa retirada por lo menos 25 mm de los conductores que pasan por su interior, cuando existen conductores verticales sobre paredes laterales, la caja debe ir serrada por arriba y se debe instalar pasacables en los orificios por los cuales pasan los cables. También se puede proteger mediante conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit rígido no metálico o una tubería eléctrica metálica, o mediante tubería metálica. **23-93**

Conductores en azoteas sin terminar y espacios bajo el tejado. Los conductores en estos espacios se deben instalar a través de agujeros perforados en las vigas del piso. Cuando pasen a través de agujeros perforados estos conductores que atraviesan las vigas a una altura de 2,13 m por encima del piso o vigas del mismo, se deben proteger mediante largueros que se prolonguen 26 mm a cada lado de los conductores. Los conductores se deben instalar a lo largo de los laterales de las vigas del piso. **23-94**

Para aplicaciones y requerimientos de cables especiales como: Cables con separador integrado de gas. Tipo IGS (Integrated Gas Spacer), cables de media tensión tipo MV (Médium Voltage), cables de conductor plano tipo FCC (Flat Conductor Cable), cable con aislamiento mineral y forro metálico tipo MI (Mineral Insulated), remitirse al NEC en los artículos 325, 326, 328 y 330. **23-95**

Tuberías eléctricas no metálicas

2.3.5.1 Generalidades

Definición. Se define como tubería eléctrica no metálica a una canalización corrugada y flexible, con una sección transversal circular, con acoples, conectores y

herrajes integrados, certificada para la instalación de conductores eléctricos. Su material de construcción es resistente a la humedad, a ambientes químicos y retardante a la llama; se puede doblar a mano sin aplicar demasiada fuerza. **23-96**

Usos permitidos. Esta tubería se permite usar en edificios de máximo 3 pisos sobre el suelo, en instalaciones libres de años físicos y ocultas dentro de paredes, pisos y techos; en lugares sometidos a fuertes influencias corrosivas, en lugares aprobados ocultos, secos y mojados; por encima de cielos rasos que tengan barrera térmica del material contra el fuego. También se puede instalar bajo concreto o incrustadas en lozas de concreto o como un conjunto fabricado, precableado y certificado cuando la tubería es de ½ a 1 pulgada. **23-97**

Usos no permitidos. La tubería eléctrica no metálica no se debe usar en lugares clasificados como peligrosos, como soporte de artefactos, cuando estén sometidas a temperaturas ambiente sobre los 50°C, para conductores en los cuales su temperatura límite de aislamiento exceda el límite de la tubería, para enterramiento directo en la tierra, para tensiones superiores a 600 V, en teatros y cuando su exposición a la luz del sol es directa. **23-98**

2.3.5.2 Instalación

Calibre. El calibre mínimo de la tubería eléctrica no metálica es de ½ pulgada y el máximo de 2 pulgadas. **23-99**

Número de conductores en una tubería. El número de conductores en una sola tubería debe ser como el indicado en la Tabla 2.52. **23-100**

Desbaste y Uniones. Los extremos de las tuberías deben estar lisos; las uniones entre tramos de tuberías, acoples, accesorios y cajas deben ser realizados según los métodos aprobados. **23-101**

Realización de curvas. Cuando se realicen curvas en tuberías eléctricas no metálicas, hay que evitar daños en éstas, su diámetro interno no se debe reducir por esta práctica; la curvatura se la puede realizar en forma manual y debe cumplir los valores de la Tabla 2.14. Entre 2 puntos de un cableado no debe existir más de 4 curvas (360°). **23-102**

Tabla 2.14. Radio de curvatura del conduit

Diámetro del conduit pulgadas	Radio de curvatura del conduit (pulgadas)
1/2	4
3/4	5
1	6
1 1/4	8
1 1/2	10
2	12
2 1/2	15
3	18
3 1/2	21
4	24
5	30
6	36

Nota: Para unidades del SI, 1 pulgada = 25.4 mm (radio).
Fuente: NEC 99 Tabla 346-10

Soportes. Las tuberías eléctricas no metálicas se deben asegurar a intervalos de máximo 1m desde cada caja de salida, de dispositivos o gabinetes. **23-103**

Empalmes, derivaciones y pasacables. Los empalmes y derivaciones se deben realizar solamente en cajas de empalmes, de salida, de dispositivos o canalizaciones; cuando entre una tubería en cajas, herrajes u otros encerramientos se deben colocar pasacables, para proteger al cable contra la abrasión. **23-104**

2.3.6 Cables blindados tipo AC (Armored Cable)

2.3.6.1 Generalidades

Definición. Un cable tipo AC, es un conjunto de conductores aislados en una cubierta metálica flexible ensamblada en fábrica. **23-105**

Usos permitidos. Estos cables se usan en alimentadores y circuitos de derivación expuestos y ocultos; dispuestos en lugares secos, bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería. **23-106**

Usos no permitidos. Estos cables no se usan en instalaciones eléctricas de teatros, lugares de reunión, estudios cinematográficos, lugares clasificados como peligrosos, expuestos a humos o vapores corrosivos, grúas o montacargas, lugares de almacenamiento de baterías, fosos de ascensores y garajes comerciales. **23-107**

2.3.6.2 Instalación

Soportes. Los cables tipo AC deben estar asegurados mediante grapas, abrazaderas o ganchos e instalados sin dañar el cable a intervalos de 1,4m. **23-108**

Para tramos horizontales se permite asegurar mediante soportes a intervalos de 1,4m y a 0,5m desde cada caja o gabinete. No se debe sostener el cable si se encuentra oculto en edificaciones o estructuras terminadas **23-109**

Radio de curvatura. La curvatura de este cable se debe realizar de manera que no sufra daño alguno y su radio de curvatura inferior es de máximo 5 veces el diámetro del cable tipo AC. **23-110**

Cajas y herrajes. En todos los puntos de terminación de la armadura de un cable tipo AC, se debe colocar un herraje que proteja éstos contra la abrasión y también se instala un pasacables aislante que esté a la vista para su inspección; cuando se realice el cambio de un cable tipo AC a cualquier otro, este cambio o punto de unión se lo realiza en cajas, herrajes o conduletas. **23-111**

Cables expuestos.

Los tramos expuestos deben estar lo mas cerca posible del acabado de la edificación o en las partes inferiores de vigas, de manera que se encuentren apoyados, sin estar sujetos a daños físicos. **23-112**

En desvanes accesibles. Este tipo de cables, cuando se instalen a través de la parte superior de las vigas del piso o a 2.13m del piso a través de la superficie de travesaños o caballetes, se deben proteger con láminas fuertes tan altas como el cable. Para cables instalados paralelamente a los elementos estructurales, travesaños, caballetes o vigas, no se necesita protección. **23-113**

Para aplicaciones y requerimientos de cables especiales: Cables con recubrimiento metálico tipo MC (Metal Clad), cable con forro no metálico, tipos NM (Non metallic), NMC (Non metallic cable), NMS (Non metallic sheathed), cables de entrada de la acometida tipos SE (Service Entrance) y USE (Underground Service Entrance), cables para alimentadores y circuitos ramales subterráneos tipo UF (Underground feeder), cables de fuerza y control para bandeja, tipo TC (tray cable) y conjuntos de conductores como extensiones no metálicas, remitirse al NEC en los artículos 333, 334, 336, 338, 339, 340 y 342. **23-114**

2.3.7 Conduit subterráneo no metálico con conductores

2.3.7.1 Generalidades

Descripción. Es un conjunto montado en fábrica de conductores o cables dentro de un conduit no metálico de sección circular y paredes lisas, debe estar hecho de un material resistente a la humedad y agentes corrosivos. **23-115**

Usos permitidos. Se podrá utilizar este tipo de conduit certificado en instalaciones enterradas directamente con requerimientos mínimos de profundidad, según la Tabla 2.9, empotrados o incrustados en concreto, en rellenos de escoria o en lugares subterráneos sometidos a condiciones corrosivas severas. **23-116**

Usos no permitidos. No se debe utilizar este tipo de conduit, en lugares expuestos, en el interior de edificaciones y en lugares peligrosos. **23-117**

2.3.7.2 Instalación

Calibre. No se debe utilizar conduit subterráneo con conductores no inferiores a ½ pulg, ni mayores a 4 pulg. **23-118**

Desbaste. En todas sus terminaciones, el conduit se debe desbastar por dentro y por fuera, separándolo de los conductores o cables. **23-119**

Pasacables. Al llegar el conduit a una caja, herraje u otro encerramiento, se debe instalar un pasacable o adaptador que proteja el conductor o cable de la abrasión. **23-120**

Curvas. Las curvas en los conduits se los debe hacer manualmente, de modo que el tubo no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente, el radio de la curvatura de la línea central, no debe ser inferior a los valores de la tabla de la Tabla 2.15. Entre 2 puntos de terminación debe existir máximo 4 curvas (360°). **23-121**

Empalmes y derivaciones. Estas se las debe realizar únicamente en cajas para este fin. **23-122**

Tabla 2.15. Radios de las curvas del conduit

Diámetro comercial (pulgadas)	Radio mínimo de la curva (pulgadas)
½	10
¾	12
1	14
1¼	18
1½	20
2	26
2½	36
3	48
4	60

Nota: Para las unidades del SI 1 pulgadas = 25.4 mm
Fuente: NEC 99 Tabla 343-10

2.3.7.3 Construcción

Conductores y cables. En utilización de 600 v o menos, se puede instalar circuitos de c.a. y c.c. si el conduit es certificado. **23-123**

2.3.8 Conduit metálico intermedio y rígido

2.3.8.1 Generalidades

Definición. Este tipo de conduit es una canalización de acero certificada, de sección transversal circular con acoples integrados o asociados. **23-124**

Usos permitidos. Se usa en todas las condiciones atmosféricas y en todos los servicios, se lo puede utilizar para puesta a tierra. **23-125**

2.3.8.2 Instalación

Lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etc; deben ser de material resistente a la corrosión. **23-126**

Tamaño. No se debe utilizar conduit menor a ½ pulg o superior a 4 pulg para intermedio y 6 para rígido. **23-127**

Número de conductores en el conduit. El número de conductores no debe exceder a lo expuesto en las Tablas 2.52 y 2.53. **23-128**

Acoples y conectores. Los acoples y conectores sin rosca deben ser herméticos. En este tipo de conduit no se debe utilizar rosca pasante. **23-129**

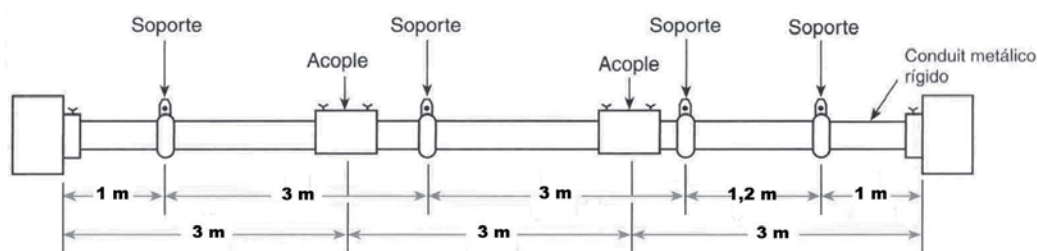
Curvas. Las curvas se deben realizar de modo que el conduit no sufra daños, la curvatura del borde interior no debe ser inferior a lo expuesto en la Tabla 2.14. Entre 2 puntos de terminación debe existir máximo 4 curvas (360°). **23-130**

Aseguramiento y soportes. El conduit metálico debe estar bien asegurado. Cada conduit metálico se debe fijar firmemente dentro de una distancia de 1m de cada caja de salida, de empalme, de dispositivos, gabinetes y canaletas. El conduit se debe apoyar a intervalos máximos de 3m. La distancia entre soportes está dada según la Tabla 2.16. Se permitirá que los conductos verticales expuestos a maquinaria industrial estén apoyados a intervalos de máximo 6m. **23-131**

Tabla 2.16. Soportes para conduit metálico rígido

Diámetro del conduit (pulgadas)	Distancia máxima entre los soportes del conduit rígido (pies)
$\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$	10
1	12
$1\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$	14
2 - $2\frac{1}{2}$	16
3 en adelante	20

Nota: Para unidades del SI, 1 pie = 0.3048 m (soportes).
Fuente: NEC 99 Tabla 346-12(b)2



⁶Figura 2.5: Requisitos mínimos de sujeción para conduit metálico intermedio.

Empalmes, derivaciones y pasacables. Los empalmes y derivaciones se deben realizar solamente en cajas de empalmes, de salida, de dispositivos o canalizaciones; cuando una tubería entre en cajas, herrajes u otros encerramientos se deben colocar pasacables, para proteger al cable contra la abrasión. **23-132**

⁶ Manual NEC 1999 fig 346.3

2.3.9 Conduit rígido no metálico

2.3.9.1 Generalidades

Usos permitidos. Se permitirá el uso de conduit rígido no metálico certificado en paredes, pisos y techos, en lugares expuestos a atmósferas corrosivas intensas, rellenos de escoria; en lugares mojados, los soportes, pernos, abrazaderas y tornillos, deben ser de material resistente a la corrosión; también se puede utilizar en lugares secos, húmedos, expuestos pero no sometidos a daños físicos, en instalaciones subterráneas e incluso soportando canaletas no metálicas de tamaño no mayor al comercial. 23-133

Usos no permitidos. No se debe utilizar este conduit en lugares clasificados como peligrosos, como soporte de accesorios, expuesto a daños físicos o a temperaturas superiores a 50° C, en teatro y locales similares. 23-134

2.3.9.2 Instalación

Desbaste y uniones. Todos los extremos del conduit se deben desbastar por dentro y por fuera. Todas las uniones entre tramos de conduit, entre conduit y acoples, herrajes y cajas, se deben realizar por un método aprobado. 23-135

Aseguramiento y soportes. El conduit se debe instalar como un sistema completo, permitiendo la expansión y contracción térmica, cada conduit se debe asegurar firmemente dentro de la distancia de 1m a cada caja de salida, de dispositivos y de empalmes. El conduit rígido no metálico se debe apoyar según la Tabla 2.17. 23-136

Tabla 2.17. Soporte de conduit rígido no metálico

Diámetro comercial (pulgadas)	Separación máxima entre soportes(pies)
½ - 1	3
1¼ - 2	5
2½ - 3	6
3½ - 5	7
6	8

Nota: Para las unidades del SI, 1 pie = 0.3048 m (soportes)
Fuente: NEC 99 Tabla 347-8

Juntas de expansión. Se deben instalar juntas de expansión cuando se espere la expansión o contracción del conduit según lo establecido en las Tablas 2.18 y 2.19. 23-137

Tamaño. No se debe utilizar conduit menor a ½ pulg o superior a 6 pulg. 23-138

Número de conductores en el conduit. El número de conductores no debe exceder a lo expuesto en el Tabla 2.52. 23-139

Tabla 2.18. Características de expansión de conduit rígido no metálico de PVC con un coeficiente de expansión térmica = 3.38×10^{-5} pulgada/pulgada/°F

Cambio de temperatura (°F)	Cambio de longitud del conduit de PVC (pulgadas/100 pies)	Cambio de temperatura (°F)	Cambio de longitud del conduit de PVC (pulgadas/100 pies)
5	0.2	105	4.2
10	0.4	110	4.5
15	0.6	115	4.7
20	0.8	120	4.9
25	1.0	125	5.1
30	1.2	130	5.3
35	1.4	135	5.5
40	1.6	140	5.7
45	1.8	145	5.9
50	2.0	150	6.1
55	2.2	155	6.3
60	2.4	160	6.5
65	2.6	165	6.7
70	2.8	170	6.9
75	3.0	175	7.1
80	3.2	180	7.3
85	3.4	185	7.5
90	3.6	190	7.7
95	3.8	195	7.9
100	4.1	200	8.1

Fuente: NEC 99 Tabla 347-9(A)

Tabla 2.19. Características de expansión del conduit reforzado con fibra de vidrio (conduit rígido no metálico) con un coeficiente de expansión térmica = 1.5×10^{-5} pulgada/pulgada/°F

Cambio de temperatura (°F)	Cambio de longitud del conduit de fibra de vidrio (pulgadas/100 pies)	Cambio de temperatura (°F)	Cambio de longitud del conduit de fibra de vidrio(pulgadas/100 pies)
5	0.1	105	1.9
10	0.2	110	2.0
15	0.3	115	2.1
20	0.4	120	2.2
25	0.5	125	2.3
30	0.5	130	2.3
35	0.6	135	2.4
40	0.7	140	2.5
45	0.8	145	2.6
50	0.9	150	2.7
55	1.0	155	2.8
60	1.1	160	2.9
65	1.2	165	3.0
70	1.3	170	3.1
75	1.4	175	3.2
80	1.4	180	3.2
85	1.5	185	3.3
90	1.6	190	3.4
95	1.7	195	3.5
100	1.8	200	3.6

Fuente: NEC 99 Tabla 347-9(B)

Empalmes, derivaciones y pasacables. Los empalmes y derivaciones se deben realizar solamente en cajas de empalmes, de salida, de dispositivos o canalizaciones; cuando una tubería entre en cajas, herrajes u otros encerramientos se deben colocar pasacables, para proteger al cable contra la abrasión. **23-140**

Curvas. Las curvas se deben realizar de modo que el conduit no sufra daños, la curvatura del borde interior no debe ser inferior a lo expuesto en la Tabla 2.14. Entre 2 puntos de terminación debe existir máximo 4 curvas (360°). **23-141**

2.3.10 Tubería eléctrica metálica

2.3.10.1 Generalidades

Usos permitidos. Esta tubería se puede usar en obras tanto a la vista como ocultas, se puede utilizar la tubería metálica ferrosa o no ferrosa, codos, acoples y herrajes metálicos en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a influencias corrosivas severas. **23-142**

Usos no permitidos. No se debe utilizar esta tubería cuando, durante o después de la instalación quede sometida a daño físico, cuando su única protección contra la corrosión sea el esmalte, en concreto de escoria o relleno de escoria, cuando esté sometida a humedad permanente, a menos que está protegida por todos sus lados por una capa de concreto sin escoria de por lo menos 50mm o que la tubería está como mínimo a 0,5m bajo el relleno; en cualquier lugar peligroso y tampoco como soporte de accesorios u otros equipos. **23-143**

2.3.10.2 Instalación

En lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas y tornillos, deben ser de material resistente a la corrosión. **23-144**

Tamaño. No se debe utilizar tubería menor a ½ pulg o superior a 4 pulg. **23-145**

Número de conductores en la tubería. El número de conductores no debe exceder a lo expuesto en el Tabla 2.52. **23-146**

Acoples y conectores. Los acoples y conectores deben ser herméticos. **23-147**

Curvas. Las curvas se deben realizar de modo que la tubería no sufra daños, la curvatura del borde interior no debe ser inferior a lo expuesto en la Tabla 2.14. Entre 2 puntos de terminación debe existir máximo 4 curvas (360°). **23-148**

Aseguramiento y soportes. La tubería eléctrica metálica debe estar bien asegurada. Cada tubería se debe fijar firmemente dentro de una distancia de 1m de cada caja de salida, de empalme, de dispositivos, gabinetes y canaletas. La tubería se debe apoyar a intervalos máximos de 3m. Se permitirá tramos horizontales de tubería eléctrica metálica apoyados en aberturas a través de elementos de la estructura a intervalos no superiores a los 3m. **23-149**

Empalmes, derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben realizar solamente en cajas de empalmes, de salida, de dispositivos o canalizaciones. **23-150**

2.3.11 Tubería metálica flexible

2.3.11.1 Generalidades

Usos permitidos. Se puede utilizar este tipo de tubería en circuitos ramales que se encuentren en lugares secos, ocultos, accesibles y /o para instalaciones de tensión nominal máxima de 1000 V. **23-151**

Usos no permitidos. Este tipo de tubería no se debe utilizar en fosos de ascensores, cuartos para almacenamiento de baterías, lugares peligrosos, enterradas directamente bajo tierra o empotradas en concreto vaciado o agregados, cuando se encuentren expuestos a daños físicos y en tramos de mas de 1,80m. **23-152**

2.3.11.2 Instalación

Tamaño. No se debe utilizar tubería menor a ½ pulg o superior a ¾ pulg. **23-153**

Número de conductores en la tubería. El número de conductores en tubería de ½ y ¾ no debe exceder a lo expuesto en la Tabla 2.52 y para diámetros de 3/8 pulg no debe exceder lo permitido en la Tabla 2.20 **23-154**

Puesta a tierra. Esta tubería se la puede utilizar como puesta a tierra si se realiza de una manera adecuada. **23-155**

Tabla 2.20 Número máximo de conductores aislados en conduit metálico flexible* de 3/8 de pulgada

Calibre (AWG)	Tipos RFH-2, SF-2		Tipos TF, XHHW, AF, TW		Tipos TFN, THHN, THWN		Tipos FEP, FEBP, PF, PGF	
	Herrajes dentro del conduit	Herrajes fuera del conduit	Herrajes dentro del conduit	Herrajes fuera del conduit	Herrajes dentro del conduit	Herrajes fuera del conduit	Herrajes dentro del conduit	Herrajes fuera del conduit
18	2	3	3	5	5	8	5	8
16	1	2	3	4	4	6	4	6
14	1	2	2	3	3	4	3	4
12	-	-	1	2	2	3	2	3
10	-	-	1	1	1	1	1	2

Fuente: NEC 99 Tabla 350-12

Empalmes, derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben realizar solamente en cajas de empalmes, de salida, de dispositivos o canalizaciones. **23-156**

Curvas. Si la tubería va a ser doblada con poca frecuencia después de la instalación, el radio de curvatura medido en el interior no debe ser inferior al especificado en la Tabla 2.21. Si la tubería se dobla con propósitos de instalación se debe referir a la Tabla 2.22. **23-157**

Tabla 2.21 Radios mínimos de curvatura para uso en flexión

Diámetro comercial (Pulgadas)	Radio mínimo de curvatura (Pulgadas)
$\frac{3}{8}$	10
$\frac{1}{2}$	12½
$\frac{3}{4}$	17½

Nota: Para unidades del SI, 1 pulgadas = 25.4 mm (radios)
Fuente: NEC 99 Tabla 349-20(a).

Tabla 2.22. Radios mínimos para curvas fijas

Diámetro comercial (pulgadas)	Radio mínimo de curvatura (pulgadas)
$\frac{3}{8}$	3½
$\frac{1}{2}$	4
$\frac{3}{4}$	5

Nota: Para unidades del SI, 1 pulgada = 25.4 mm (radios).
Fuente: NEC 99 Tabla 349-20(b).

2.3.12 Conduit metálico flexible

2.3.12.1 Generalidades

Usos permitidos y no permitidos. Se permite su uso en lugares a la vista y ocultos. No se debe utilizar en lugares mojados, fosos de ascensores, en cuartos de almacenamiento de baterías, en lugares peligrosos, en lugares donde existan

materiales deteriorantes como aceite o gasolina, lugares subterráneos o empotrados y tampoco cuando estén expuestos a daños físicos. **23-158**

2.3.12.2 Instalación

Tamaño. No se debe utilizar conduit menor a $\frac{1}{2}$ pulg o superior a 4 pulg. Únicamente se permitirá el uso de conduit de $\frac{3}{8}$ de pulg para encerrar cables de motores en tramos no superiores a 1,80 m en caso de equipos de utilización, conjuntos certificados o accesorios de alumbrado; en sistemas de alambrado fabricado y en fosos de ascensores. **23-159**

Numero de conductores. El número de conductores en conduit de $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ no debe exceder a lo expuesto en la Tabla 2.52 y para diámetros de $\frac{3}{8}$ pulg no debe exceder lo permitido en la Tabla 2.20. **23-160**

Puesta a tierra. Este conduit se lo puede utilizar como puesta a tierra si se realiza de una manera adecuada. **23-161**

Curvas. Las curvas se deben realizar de modo que el conduit no sufra daños, la curvatura del borde interior no debe ser inferior a lo expuesto en la Tabla 2.14. Entre 2 puntos de terminación debe existir máximo 4 curvas (360°). **23-162**

Soportes. Este tipo de conduit se fija a una distancia menor de 0,3m de cada caja, gabinete, conduleta u otra terminación del conduit y debe estar apoyado y asegurado directamente o en aberturas a través de elementos de la estructura a intervalos no superiores de 1,4m. **23-163**

Desbaste, Empalmes y derivaciones. Todos los extremos cortados deben ser desbastados; los empalmes y derivaciones se los debe realizar únicamente en cajas o conduletas. **23-164**

2.3.13 Conduit metálico y no metálico flexible hermético a los líquidos

2.3.13.1 Conduit metálico flexible hermético a los líquidos

Usos. Se puede utilizar este tipo de conduit en instalaciones a la vista u ocultas, cuando las condiciones de instalación, operación o mantenimiento requieran flexibilidad o protección contra líquidos, vapores o sólidos; en lugares peligrosos y si está certificado para enterrarlo directamente. No se debe utilizar este conduit,

cuando esté expuesto a daños físicos o en lugares en donde la temperatura no sea la adecuada. **23-165**

Tamaño. No se debe utilizar conduit menor a ½ pulg o superior a 4 pulg. **23-166**

Numero de conductores. El número de conductores en conduit de ½ a 4 pulg no debe exceder a lo expuesto en la Tabla 2.52 y para diámetros de 3/8 pulg no debe exceder lo permitido en la Tabla 2.20. **23-167**

Soportes. Este tipo de conduit se fija a una distancia menor de 0,3m de cada caja, gabinete, conduleta u otra terminación del conduit y debe estar apoyado y asegurado directamente o en aberturas a través de elementos de la estructura a intervalos no superiores de 1,4m. **23-168**

Puesta a tierra. Este conduit se lo puede utilizar como puesta a tierra si se realiza de una manera adecuada. **23-169**

Curvas. Las curvas se deben realizar de modo que el conduit no sufra daños. Entre 2 puntos de terminación debe existir máximo 4 curvas (360°). **23-170**

Empalmes y Derivaciones. Los empalmes y derivaciones se los debe realizar únicamente en cajas o conduletas. **23-171**

2.3.13.2 Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos

Usos. Se permite utilizar este conduit expuestas u ocultas cuando se necesite flexibilidad, para proteger los conductores de vapores, líquidos o sólidos, para enterramiento directo y como un conjunto precableado de conduit de ½ a 1 pulg. No se permite utilizar este conduit cuando esté expuesto a daños físicos, cuando las condiciones de temperatura no sean las adecuadas en tramos superiores a 1,80, así como tampoco cuando la tensión de los conductores sea superior a los 600 v nominales. **23-172**

Tamaño. No se debe utilizar conduit menor a ½ pulg o superior a 4 pulg. Únicamente se permitirá el uso de conduit de 3/8 de pulg para encerrar cables de motores en tramos no superiores a 1,80 m en caso de equipos de utilización, conjuntos certificados o accesorios de alumbrado; en sistemas de alambrado fabricado y en fosos de ascensores. **23-173**

Numero de conductores. El número de conductores en conduit no debe exceder a lo expuesto en la Tabla 2.52. **23-174**

Aseguramiento y Soportes. Este tipo de conduit se fija a una distancia menor de 0,3m de cada caja, gabinete, conduleta u otra terminación del conduit y debe estar apoyado y asegurado directamente o en aberturas a través de elementos de la estructura a intervalos no superiores de 1,8m. No se exige asegurar el conduit, si está tendido mediante sonda y en tramos no mayores a 1m. **23-175**

Puesta a tierra. En caso de necesitar conductor de puesta a tierra, se puede instalar un conductor dentro del conduit o fuera de él, en este caso no debe exceder los 2m. **23-176**

Empalmes y Derivaciones. Los empalmes y derivaciones se los debe realizar únicamente en cajas o conduletas. **23-177**

Curvas. Las curvas se deben realizar de modo que el conduit no sufra daños. Entre 2 puntos de terminación debe existir máximo 4 curvas (360°). **23-178**

2.3.14 Canalizaciones metálicas y no metálicas superficiales

2.3.14.1 Canalizaciones metálicas superficiales

Usos. Se permite utilizar este tipo de canalización en lugares secos, peligrosos y bajo pisos elevados. No se permitirá el uso de este tipo de canalizaciones cuando estén expuestos a daños físicos graves, cuando exista una tensión entre conductores de 300 v o más, cuando estén expuestos a vapores corrosivos, en fosos de ascensores y en instalaciones ocultas. **23-179**

Calibre y número de conductores. No se debe instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización. El número de conductores debe ser el adecuado según el diseño de la canalización **23-180**

Extensión a través de paredes y pisos. Se permitirá que la canalización atravesase paredes y pisos secos, si el tramo es continuo a ambos lados. **23-181**

Canalizaciones mixtas. Si se usan canalizaciones metálicas para circuitos de señales, de alumbrado y de fuerza, deben ir en compartimientos independientes identificados manteniendo su posición relativa. **23-182**

Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se los debe realizar en lugares accesibles que tengan tapa removible o en cajas de empalmes. **23-183**

Puesta a tierra. Las canalizaciones que sirvan como transición a otro alambrado, deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos. **23-184**

2.3.14.2 Canalizaciones superficiales no metálicas

Usos. Este tipo de canalizaciones se utiliza en lugares secos. No se deben utilizar en instalaciones ocultas, como expuestas a daños físicos severos, cuando la tensión entre conductores sea más de 300 v, en fosas de ascensores, lugares peligrosos, cuando la temperatura no sea la adecuada y cuando el límite de temperatura del conductor sea mayor que el de la canalización. **23-185**

Calibre y número de conductores. No se debe instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización. El número de conductores debe ser el adecuado según el diseño de la canalización **23-186**

Canalizaciones mixtas. Si se usan canalizaciones metálicas para circuitos de señales, de alumbrado y de fuerza, deben ir en compartimientos independientes identificados manteniendo su posición relativa. **23-187**

Extensión a través de paredes y pisos. Se permitirá que la canalización atravesase paredes y pisos secos, si el tramo es continuo a ambos lados. **23-188**

Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se los debe realizar en lugares accesibles que tengan tapa removible o en cajas de empalmes. **23-189**

2.3.14.3 Canalizaciones de tipo columna

Usos. Se utiliza este tipo de canalización en instalaciones expuestas, en lugares secos, en lugares expuestos a lugares corrosivos, cuando la tensión no supere los 600 v, se puede utilizar como postes eléctricos y en lugares peligrosos. No se debe utilizar en instalaciones ocultas, las canalizaciones de metal ferroso no se deben utilizar en lugares expuestos a condiciones corrosivas. **23-190**

Calibre de los conductores. No se debe instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización. **23-191**

Número de conductores en una canalización. No debe exceder los porcentajes de ocupación de la Tabla 2.23 así como tampoco las dimensiones aplicables de diámetro de los cables dadas en el capítulo 2.9 (Tablas). **23-192**

Extensión a través de paredes y pisos. Se permitirá que la canalización atraviese paredes y pisos secos, si el tramo es continuo a ambos lados. **23-193**

Tabla 2.23. Dimensión del canal y diámetro del área interior

Dimensión del canal	Área		40% Área*		25% Área**	
	Pulgadas ²	mm ²	Pulgadas ²	mm ²	Pulgadas ²	mm ²
1 ⁵ / ₈ x 1 ³ / ₁₆	0.887	572	0.355	229	0.222	143
1 ⁵ / ₈ x 1	1.151	743	0.460	297	0.288	186
1 ⁵ / ₈ x 1 ³ / ₈	1.677	1076	0.671	433	0.419	270
1 ⁵ / ₈ x 1 ⁵ / ₈	2.028	1308	0.811	523	0.507	327
1 ⁵ / ₈ x 2 ⁷ / ₁₆	3.169	2045	1.267	817	0.792	511
1 ⁵ / ₈ x 3 ¹ / ₄	4.308	2780	1.723	1112	1.077	695
1 ¹ / ₂ x 3 ³ / ₄	0.849	548	0.340	219	0.212	137
1 ¹ / ₂ x 1 ¹ / ₂	1.828	1179	0.731	472	0.457	295
1 ¹ / ₂ x 1 ⁷ / ₈	2.301	1485	0.920	594	0.575	371
1 ¹ / ₂ x 3	3.854	2487	1.542	995	0.964	622

* Para calcular el número de conductores en las canalizaciones con uniones externas se toma un 40 % de ocupación.

** Para calcular el número de conductores en las canalizaciones con uniones internas se toma un 25 % de ocupación.

Fuente: NEC 99 Tabla 352-45.

Soportes de las canalizaciones tipo columna. Se debe asegurar mediante bandas de retención externas al canal, a intervalos de 3m y a una distancia de 1m de cada caja de salida, gabinete, caja de empalmes o cualquier otra terminación de la canalización. Se permite montar la canalización suspendida en el aire a intervalos no mayores a los 3m. **23-194**

Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se los debe realizar en lugares accesibles que tengan tapa removible o en cajas de empalmes. **23-195**

Puesta a tierra. Las canalizaciones que sirvan como transición a otro alambrado, deben tener un conductor de puesta a tierra de equipos. **23-196**

Marcado. Toda la canalización debe ser marcada de manera clara y duradera. **23-197**

2.3.15 Conjunto con múltiples salidas

Usos. Este tipo de conjuntos se utiliza en lugares secos, no se debe utilizar si están ocultos, cuando estén expuestos a daños físicos severos, cuando la tensión entre conductores sea mayor a 300 v, cuando estén expuestos a vapores corrosivos, en fosos de ascensores y en lugares peligrosos. **23-198**

Conjuntos metálicos con múltiples salidas a través de tabiques secos. Se puede prolongar este tipo de conjuntos a través de mampostería secos únicamente si se instalan de manera que puedan quitar la tapa o cubierta de todas las partes expuestas. **23-199**

2.3.16 Canalizaciones bajo el piso

Uso. Se puede instalar canalizaciones bajo el piso, bajo el concreto u otro material, siempre que queden a nivel con el piso de concreto y cubiertas por linóleo. No se debe tener canalizaciones bajo el piso si está expuesto a vapores corrosivos, lugares clasificados como peligrosos. Las canalizaciones bajo el piso de metales ferrosos o no ferrosos, cajas de empalmes y herrajes, no se deben instalar en concreto ni en zonas expuestas a la influencia de factores corrosivos severos. **23-200**

Tapas

En canalizaciones de máximo 100mm de ancho no deben tener menos de 19mm de concreto o madera por encima de la misma. En canalizaciones de más de 100mm pero máximo 203mm de ancho con una separación mínima entre canalizaciones de 25mm, se debe tapar con concreto de un espesor no inferior a 25mm y si la separación es inferior a 25mm el concreto que lo cubre debe ser de 38mm. **23-201**

En canalizaciones de tipo zanja a nivel con el concreto las tapas deben proporcionar una protección mecánica y una rigidez adecuada. En otras canalizaciones a nivel de concreto como en edificios de oficinas, la parte superior metálica plana debe ser de máximo 100mm de ancho, siempre que están cubiertas con una capa de linóleo o similares de espesor no inferior a 2mm. **23-202**

Calibre de los conductores. No se debe instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización. **23-203**

Número máximo de conductores en una canalización. La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables, no debe exceder el 40% del área de la sección transversal del interior de la canalización. **23-204**

Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se los debe realizar en lugares accesibles que tengan tapa removible o en cajas de empalmes. **23-205**

Salidas suspendidas. No se permitirá que en la canalización existan empalmes o conductores aislados con cinta, como se daría si existiera una salida abandonada, suspendida o eliminada. **23-206**

Tendidos en línea recta. En canalizaciones bajo el piso se debe instalar de modo que una línea recta, trazada desde el centro de una caja de empalmes hasta el centro de la siguiente coincida con el eje central de la canalización. **23-207**

Marcadores en los extremos. En los extremos o cerca de cada extremo, se debe instalar un marcador adecuado que permita localizar la última inserción. **23-208**

Extremos muertos. Estos extremos se deben cerrar. **23-209**

Cajas de empalmes. Las cajas de empalmes se deben nivelar con la inclinación del piso y sellarlas para evitar la entrada de agua o concreto, las cajas deben ser metálicas y deben tener continuidad eléctrica con la canalización. **23-210**

Inserciones. Las inserciones se deben nivelar y sellar para evitar la entrada de concreto, éstas deben ser metálicas y eléctricamente continuas con la canalización. **23-211**

Conexiones a gabinetes y salidas de pared. Cuando las conexiones entre canalizaciones y centros de distribución y salida de pared no estén instaladas en concreto, se debe hacer por medio de conduit metálico flexible, conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería eléctrica metálica, herrajes aprobados. Cuando un sistema de canalización metálica bajo el suelo proporcione terminaciones para el conductor de puesta a tierra de equipos, se permitirá utilizar conduit rígido no metálico, tubería eléctrica no metálica o conduit no metálico flexible y hermético a los líquidos, siempre que no estén instalados en concreto. **23-212**

2.3.17 Canalizaciones en pisos celulares de concreto

En el caso proyectarse este tipo de sistemas, la información referente a la instalación eléctrica en pisos celulares se trata en el artículo 358 del código NEC, ahí se encontrarán entre otros temas, definiciones, conexión con gabinetes, cajas de empalme, calibre de los conductores, empalmes y derivaciones. **23-213**

2.3.18 Canalizaciones metálicas y no metálicas

2.3.18.1 Canalizaciones metálicas

Definición. Son canaletas de lámina metálica con tapa con bisagra o removible, para albergar y proteger cables eléctricos. **23-214**

Usos. Se utiliza este tipo de canalizaciones en instalaciones a la vista, en lugares peligrosos, si la canalización está adecuada para lugares mojados, se la puede utilizar para este propósito. No se utiliza cuando estén expuestas a daños físicos severos o a vapores corrosivos. **23-215**

Calibre de conductores. No se debe instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización. **23-216**

Número de conductores. Por ningún motivo las canalizaciones deben tener más de 30 conductores portadores de corriente, los conductores para señalización o control entre arrancador y su motor, no se los considera como conductores portadores de corriente. **23-217**

Conductores aislados doblados. Si se necesita que dentro de una canalización se doblen conductores aislados o cuando la dirección de la canalización varíe mas de 30°, se debe tener presente que no supere la capacidad de almacenamiento de la canalización. **23-218**

Empalmes y derivaciones. Se permiten derivaciones y empalmes siempre que sean accesibles. Los conductores incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% del área de canalización en ese punto. **23-219**

Soportes. Cuando se extienda horizontalmente se debe apoyar en cada extremo a intervalos que no exceda 1,5m, o para tramos individuales de más de 1,5m en cada extremo o unión. La distancia entre soportes no debe exceder los 3m. En tramos verticales se debe apoyar firmemente a intervalos que no excedan los 5m y no debe existir más de una unión entre soportes. **23-220**

Extensión a través de paredes y extremos muertos. Se permitirá que la canalización atraviese paredes y pisos secos, si el tramo es continuo a ambos lados. Los extremos muertos se deben cerrar. **23-221**

Extensiones desde las canalizaciones. Se los debe realizar mediante cordones colgantes o cualquier otro método de alambrado, que incluya un medio de puesta a tierra de los equipos. 23-222

Marcado y puesta a tierra Luego de instalada la instalación debe quedar claramente visible el nombre del fabricante o su marca comercial. También debe tener una conexión de puesta a tierra. 23-223

2.3.18.2 Canalizaciones no metálicas

Definición. Son canales no metálicos retardantes de la llama, con tapa removible, para albergar y proteger alambres y cables eléctricos. 23-224

Usos. Se puede utilizar este tipo de canalización solo en instalaciones expuestas, cuando estén expuestas a vapores corrosivos y en lugares mojados cuando estén certificados para este fin. No se debe utilizar estas canalizaciones cuando estén expuestas a daños físicos, cuando se encuentren en lugares peligrosos, cuando estén expuestas a luz solar, cuando la temperatura no sea la adecuada. 23-225

Calibre de conductores. No se debe instalar conductores de calibre mayor de aquel para el cual está diseñada la canalización. 23-226

Número de conductores. La suma de las áreas de la sección transversal de todos los conductores contenidos en estas canalizaciones, no debe exceder el 20% de la sección transversal interior de la misma. No se deben considerar conductores portadores de corriente a los circuitos de señalización o los de control de un motor y su arrancador. 23-227

Conductores aislados doblados. Si se necesita que dentro de una canalización se doblen conductores aislados o cuando la dirección de la canalización varíe mas de 30°, se debe tener presente que no supere la capacidad de almacenamiento de la canalización. 23-228

Empalmes y derivaciones. Se permiten derivaciones y empalmes siempre que sean accesibles. Los conductores incluidos los empalmes y derivaciones, no deben ocupar más del 75% del área de canalización en ese punto. 23-229

Soportes. Cuando se extienda horizontalmente se debe apoyar en cada extremo a intervalos que no exceda 1m, o para tramos individuales de más de 1m en cada extremo o unión. La distancia entre soportes no debe exceder los 3m. En tramos verticales se debe apoyar firmemente a intervalos que no excedan los 1,2m y no debe existir más de una unión entre soportes. **23-230**

Extensión a través de paredes y extremos muertos. Se permitirá que la canalización atraviese paredes y pisos secos, si el tramo es continuo a ambos lados. Los extremos muertos se deben cerrar. **23-231**

Extensiones desde las canalizaciones. Se los debe realizar mediante cordones colgantes o cualquier otro método de alambrado, que incluya un medio de puesta a tierra de los equipos. **23-232**

Marcado. Luego de instalada la instalación debe quedar claramente visible el nombre del fabricante o su marca comercial y el área de sección transversal interior en pulg². Si la canalización es de tipo limitadora de humo, se utiliza el sufijo LS. **23-233**

2.3.19 Conjuntos de cables planos tipo FC

En el caso proyectarse este tipo de sistemas, la información referente la instalación eléctrica mediante conjuntos de cables planos tipo FC se trata en el artículo 363 del código NEC, ahí se encontrarán entre otros temas, definiciones, instalación, usos permitidos, aislamiento, derivaciones, soportes, capacidad de corriente e identificación. **23-234**

2.3.20 Barras canalizadas (busways)

Definición. Una barra canalizada es un encerramiento metálico puesto a tierra que contiene conductores desnudos o aislados montados en fábrica, por lo general barras, varillas o tubos de cobre o aluminio. **23-235**

Uso. Las barras canalizadas se pueden utilizar en lugares abiertos y visibles o detrás de paneles de acceso, siempre y cuando estén encerradas y permitan el acceso para propósitos de mantenimiento. No se debe utilizar este conjunto cuando estén expuestos a daños físicos severos o a vapores corrosivos, en fosos de ascensores, en lugares peligrosos, así como tampoco en exteriores o lugares húmedos o mojados a

menos que estén identificados para este uso. No se las debe instalar a menos de 2,5m sobre el piso o plataforma de trabajo. **23-236**

Soportes. Estas barras canalizadas se deben apoyar a intervalos no superiores a 1,5m. **23-237**

Extremos muertos. Estos extremos deben ser cerrados. **23-238**

Circuitos ramales desde barras canalizadas. Se permitirá instalar circuitos ramales desde barras canalizadas siempre y cuando cumplan con las condiciones especificadas para este fin. **23-239**

Capacidad nominal y protección contra sobrecorriente. La protección contra sobrecorriente debe ser la adecuada considerando la carga de cada cable por separado, de acuerdo con la corriente nominal permisible de cada barra canalizada **23-240**

Marcado. Las barras canalizadas deben ser marcadas con la corriente y tensión nominales para las que están diseñadas y con el nombre del fabricante y su marca comercial. **23-241**

2.3.21 Agrupación de cables encerrados (Cablebus)

Definición. Es un conjunto de conductores aislados como accesorios y terminaciones de conductores dispuestos dentro de una caja metálica protectora totalmente cerrada y ventilada, está construido para transportar una corriente de falla y soportar las fuerzas magnéticas que crea esta corriente. **23-242**

Uso. Esta agrupación se puede instalar en exteriores, lugares corrosivos, húmedos o mojados; no se deben instalar en fosos de ascensores ni lugares peligrosos, el armazón se puede utilizar como conductor de puesta a tierra de equipos en alimentadores y circuitos de derivación. **23-243**

Conductores. Deben tener un aislamiento nominal de 75°C y en ningún caso un calibre inferior al N° 1/0, el apoyo individual de cada conductor de una agrupación, debe ser a intervalos de 1 m en tramos horizontales y 0,5 m en tramos verticales. **23-244**

Soportes. Las agrupaciones deben sostenerse firmemente a intervalos de 3.5m **23-245**

2.3.22 Cajas de salida, de dispositivos, de alambrado y de empalmes, conduletas y herrajes

2.3.22.1 Alcance y generalidades

Cajas redondas. No se debe usar cajas redondas, cuando el conduit o conectores necesiten tuercas de seguridad o pasacables. **23-246**

Cajas no metálicas. Se utiliza únicamente en instalaciones de perilla y tubo ocultas, en cables con forro no metálico y en canalizaciones no metálicas. **23-247**

Cajas metálicas. Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra. **23-248**

Conduletas de radio reducido. Las conduletas tales como codos con tapa y codos de entrada de la acometida que alberguen conductores # 6 o menos, no deben tener empalmes, derivaciones, ni dispositivos y deben tener un tamaño adecuado. **23-249**

2.3.22.2 Instalación

En lugares húmedos, mojados o clasificados como peligrosos. En lugares húmedos o mojados las cajas, conduletas y herrajes se deben colocar de manera que eviten la acumulación de humedad dentro de la caja. En lugares clasificados como peligrosos, remitirse al NEC artículos 500-517. **23-250**

Número de conductores en cajas de salida, en dispositivos, en cajas de empalme y en conduletas.

Estos elementos deben ser del tamaño adecuado, de manera que quede espacio libre para todos los conductores encerrados.

El volumen de una caja o encerramiento de paso, debe ser el volumen total de todas las secciones ensambladas y el espacio necesario para los conductores según la Tabla 2.24. El volumen de las cajas normalizadas que no estén marcadas con una capacidad cúbica, se debe remitir al anexo anterior. **23-251**

Tabla 2.24. Cajas metálicas

Dimensión de las cajas en pulgadas, calibre comercial o tipo	Capacidad mínima (pulgadas ³)	Número máximo de Conductores*						
		No. 18	No. 16	No. 14	No. 12	No. 10	No. 8	No. 6
4 x 1 ¹ / ₄ redonda u octogonal	12.5	8	7	6	5	5	4	2
4 x 1 ¹ / ₂ redonda u octogonal	15.5	10	8	7	6	6	5	3
4 X 2 ¹ / ₈ redonda u octogonal	21.5	14	12	10	9	8	7	4
4 x 1 ¹ / ₄ cuadrada	18.0	12	10	9	8	7	6	3
4 x 1 ¹ / ₂ cuadrada	21.0	14	12	10	9	8	7	4
4 X 2 ¹ / ₈ cuadrada	30.3	20	17	15	13	12	10	6
4 ¹¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₄ cuadrada	25.5	17	14	12	11	10	8	5
4 ¹¹ / ₁₆ x 1 ¹ / ₂ cuadrada	29.5	19	16	14	13	11	9	5
4 ¹¹ / ₁₆ x 2 ¹ / ₈ cuadrada	42.0	28	24	21	18	16	14	8
3 x 2 x 1 ¹ / ₂ dispositivo	7.5	5	4	3	3	3	2	1
3 x 2 x 2 dispositivo	10.0	6	5	5	4	4	3	2
3 x 2 x 2 ¹ / ₄ dispositivo	10.5	7	6	5	4	4	3	2
3 x 2 X 2 ¹ / ₂ dispositivo	12.5	8	7	6	5	5	4	2
3 x 2 x 2 ³ / ₄ dispositivo	14.0	9	8	7	6	5	4	2
3 x 2 X 3 ¹ / ₂ dispositivo	18.0	12	10	9	8	7	6	3
4 x 2 ¹ / ₈ X 1 ¹ / ₂ dispositivo	10.3	6	5	5	4	4	3	2
4 x 2 ¹ / ₈ X 1 ⁷ / ₈ dispositivo	13.0	8	7	6	5	5	4	2
4 x 2 ¹ / ₈ X 2 ¹ / ₈ dispositivo	14.5	9	8	7	6	5	4	2
3 ³ / ₄ x 2 x 2 ¹ / ₂ caja de mampostería / múltiple	14.0	9	8	7	6	5	4	2
3 ³ / ₄ x 2 x 3 ¹ / ₂ caja de mampostería / múltiple	21.0	14	12	10	9	8	7	4
FS - Profundidad interna mínima 1 ³ / ₄ cubierta sencilla /múltiple	13.5	9	7	6	6	5	4	2
FD - Profundidad interna mínima 2 ³ / ₈ cubierta sencilla /múltiple	18.0	12	10	9	8	7	6	3
FS - Profundidad interna mínima 1 ³ / ₄ cubierta múltiple /múltiple	18.0	12	10	9	8	7	6	3
FD - Profundidad interna mínima 2 ³ / ₈ cubierta múltiple /múltiple	24.0	16	13	12	10	9	8	4

Nota: Para unidades del SI, 1 pulgada³ = 16.4 cm³

* Cuando no se exijan las tolerancias de volumen del art 23-252

Fuente: NEC 99 Tabla 370-16(a)

Para el cálculo de la ocupación de las cajas, se debe sumar el volumen de los siguientes literales:

- El volumen ocupado por los conductores en pulg³ se debe calcular a partir de la Tabla 2.25 teniendo en cuenta que se debe contar una sola vez, el conductor que pase por una caja sin tener en cuenta empalmes ni terminaciones.
- Para el volumen ocupado por las abrazaderas internas para cables, se debe dejar una tolerancia sencilla, teniendo en cuenta la Tabla 2.25 para el mayor conductor contenido en la caja.
- Cuando en la caja exista uno o más pasadores para herrajes o acoplamientos, se debe dejar una tolerancia sencilla, teniendo en cuenta la Tabla 2.25. para el mayor conductor contenido en la caja.

- Para cada horquilla o correa, que tenga uno o más equipos o dispositivos, se debe dejar una tolerancia doble, teniendo en cuenta la Tabla 2.25 para el mayor conductor contenido en la caja.
- Cuando en una caja entre uno o mas conductores de puesta a tierra de equipos o puentes de conexión equipotencial, se debe dejar una tolerancia sencilla, teniendo en cuenta la Tabla 2.25 para el mayor conductor contenido en la caja.

23-252

Tabla 2.25. Margen de volumen requerido por conductor

Calibre del conductor (AWG)	Espacio libre dentro de la caja para cada conductor (pulgadas ³)
18	1.50
16	1.75
14	2.00
12	2.25
10	2.50
8	3.00
6	5.00

Nota: Para unidades SI 1 pulgada³ = 16.4 cm³

Fuente: NEC 99 Tabla 370-16(b).

Las conduletas que tengan conductores # 6 o menor, deben tener una sección transversal superior al doble del área de la sección transversal del mayor conduit o tubería al que estén unidas. Sólo se permitirá albergar empalmes, derivaciones, o dispositivos en conduletas, que estén marcadas por el fabricante de manera duradera y legible. 23-253

Conductores que entran en cajas, en conduletas o accesorios

Estos conductores deben ir protegidos y cumplir las siguientes disposiciones:

Las aberturas por las que entren los conductores se deben cerrar adecuadamente. 23-254

Cuando se instalen cajas o conduletas metálicas, los conductores deben entrar a través de pasacables aislantes o, en lugares secos, a través de tubos flexibles. 23-255

Las cajas no metálicas deben ser adecuadas para el conductor de temperatura nominal más baja que entre en ellas, los conductores deben entrar en la caja, por agujeros individuales, la tubería flexible que cubre al conductor en caso de que exista, debe sobresalir desde el último soporte aislante hasta no menos de 6mm

dentro de la caja. En todos los casos, los cables deben ir asegurados a las cajas. **23-256**

Aberturas sin utilizar. Estas se deben cerrar eficazmente de un modo que sean equivalentes a la pared de la caja o conduleta. **23-257**

Cajas con dispositivos montados a nivel. El diseño de éstas debe ser tal, que los dispositivos queden perfectamente encerrados por todos los lados. Los tornillos de sujeción de estas cajas no se deben utilizar para la fijación de los dispositivos contenidos en ella. **23-258**

En paredes o techos. En paredes o techo de concreto, azulejos o de otro material no combustible, se debe instalar de modo, que el borde delantero no quede empotrado más de 6mm de la superficie acabada. En acabados combustibles, la caja debe quedar a nivel o sobresalir de la superficie terminada. **23-259**

Reparación de estuco, mampostería o panel de yeso. A estas superficies se las debe reparar, para que no queden huecos ni espacios abiertos de más de 3mm en el borde de las cajas o herrajes. **23-260**

Extensiones superficiales expuestas. Las extensiones superficiales desde una caja de un sistema de alambrado oculto, se deben hacer montando y asegurando mecánicamente una caja o anillo de extensión, sobre la caja oculta. **23-261**

Soportes

Los encerramientos tales como cajas de salida, de dispositivos, de alambrado y de empalmes, conduletas y sus herrajes deben estar sostenidos de acuerdo a los siguientes literales:

Un encerramiento montado en una edificación u otra superficie, se debe fijar firme y rígidamente en su lugar. **23-262**

Un encerramiento sostenido de un elemento estructural de un edificio o de una plataforma debe estar apoyado firmemente de forma directa mediante abrazaderas metálicas, poliméricas o de madera. En caso de utilizar elementos metálicos o de madera para la sujeción, se los debe proteger contra la corrosión. **23-263**

Para realizar el montaje en superficies terminadas se debe fijar firmemente en ella mediante abrazaderas o herrajes identificados. **23-264**

Para encerramientos montados en cielos rasos colgantes su dimensión no debe ser mayor a 100 pulg³. Un encerramiento se debe fijar a los elementos del armazón por medio de pernos, tornillos o remaches, identificados para este uso; además el encerramiento se debe asegurar a los alambres de soporte del cielo raso. **23-265**

Para un encerramiento que no contenga ningún dispositivo, ni sostenga accesorios y esté apoyado en una canalización, su dimensión no debe ser mayor a 100 pulg³. Debe tener entradas roscadas y debe ir apoyado en dos o más conduits roscados ajustados con llave en el encerramiento. Esto es aplicable también para encerramientos que se apoyan, con dispositivos y herrajes. **23-266**

Cuando un encerramiento está sostenido mediante un empotramiento se debe identificar como protegido de la corrosión y se debe empotrar firmemente en concreto o mampostería. **23-267**

Una caja colgante se debe sostener de un cordón o cable multiconductor, protegiendo los conductores contra esfuerzos. En el caso de que la caja soporte portabombillas o accesorios de alumbrado, se debe sostener mediante bases de conduit metálicos rígidos. Si los tramos de longitud son de más de 18 pulg las bases se conectan al sistema de alambrado con herrajes flexibles, en el extremo del accesorio el conduit debe estar roscado y apretado con llave a la caja. Cuando se encuentren sostenidos por un solo conduit hay que evitar que las juntas a rosca se aflojen utilizando tornillos prisioneros, o el accesorio debe estar en cualquier punto a 2,5 m sobre el suelo y a 1 m medido horizontalmente hasta la elevación de 2,5 m desde las ventanas, puertas y salidas de incendios. **23-268**

Profundidad de las cajas de salida. La profundidad interior debe ser mínimo de ½ pulg. Las cajas diseñadas para contener dispositivos a nivel tienen una profundidad interior mínima de ¹⁵/₁₆ pulg. **23-269**

Tapas y cubiertas

Las cajas de una instalación terminada deben tener una tapa, una placa frontal o cubierta para accesorios.

Se pueden utilizar placas y tapas metálicas y no metálicas, en el caso de las metálicas se debe revisar las conexiones de puesta a tierra para estas. **23-270**

Cuando se utilicen cubiertas o placas de cierre para accesorios, si existen espacios expuestos en las paredes o cielo rasos con acabados combustibles y queden entre el borde de la cubierta y el borde de salida, se deben tapar con material no combustible. **23-271**

Si existen cables flexibles colgantes que pasan a través de agujeros que se encuentren en las tapas de las cajas de salida y conduletas, estos agujeros deben estar equipados con pasacables o deben tener una superficie suave y bien redondeada para apoyar los conductores; no se utilizan los pasacables de caucho duro. **23-272**

Cajas de salida

Las cajas que se utilizan para salidas de accesorios de alumbrado deben estar diseñadas e instaladas de modo que se pueda conectar dicho accesorio. **23-273**

Se deben utilizar cajas certificadas de piso para tomacorrientes situados en el mismo. **23-274**

Cuando se utilicen cajas de salida para ventiladores u otros aparatos, dichas cajas no se deben utilizar como un soporte único para dichos aparatos. **23-275**

Cajas de paso y empalmes

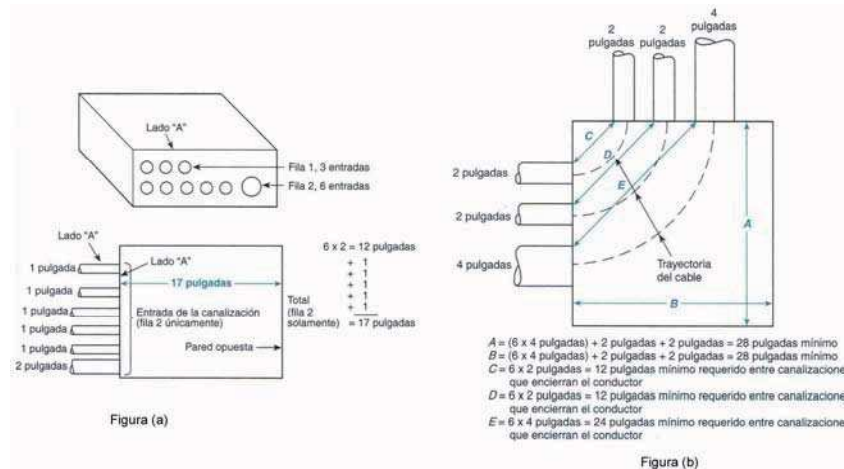
Las cajas y conduletas que se utilizan como cajas de paso o empalmes, deben cumplir lo siguiente:

Las canalizaciones y cables que contengan conductores # 4 o mayores en las dimensiones mínimas de sus cajas de paso o empalmes, se debe cumplir:

En tramos rectos, la longitud de la caja no debe inferior a 8 veces el diámetro comercial de la canalización más grande. **23-276(a)**

Cuando se realicen empalmes o dobleces en ángulo o u, la distancia entre la entrada de cada canalización a la caja y la pared opuesta de la misma no debe ser inferior a 6 veces el diámetro comercial de la mayor canalización en una fila. Esta distancia se incrementa para entradas adicionales, en la suma de los diámetros de todas las demás entradas de canalizaciones de la misma fila, en

la misma pared de la caja. Cada fila se calcula individualmente y se usa la que brinde la máxima distancia. **23-276(b)**



⁷**Figura 2.6:** En la Figura (a) se ilustra un ejemplo de cálculos exigidos por 23-276(b) para empalmes tendidos, en ángulo o en U. En la Figura (b) se ilustra un ejemplo de cálculos exigidos por 23-276(b) para canalizaciones que encierran el mismo conductor.

Se permiten utilizar cajas o conduletas de dimensiones inferiores estipulado en los numerales anteriores, en instalaciones con combinaciones de conductores que ocupen menos del máximo permitido en cada conduit según se permite en la Tabla 2.52. **23-276(c)**

En cajas de paso o empalmes con una dimensión de más de 1,8 m los conductores se deben instalar correctamente. **23-277**

Todas las cajas de paso, empalmes y conduletas se deben equipar con tapas acorde a la construcción a la caja o que sean adecuadas para su uso. **23-278**

Si se instalan barreras permanentes en una caja, cada sección de la misma, se considera como una caja independiente. **23-279**

Conduletas, cajas de empalmes, de paso y de salida, accesibles. Todos estos elementos se deben instalar de manera que el alambrado en su interior sea accesible, sin tener que retirar ninguna parte de la edificación o en instalaciones subterráneas sin tener que excavar en aceras, pavimento, tierra o material usado para el acabado de la superficie. **23-280**

⁷ Manual NEC 1999 fig 370-9(A,B)

2.3.22.3 Especificaciones de construcción

Para revisar las especificaciones de construcción de estos elementos, comparar los datos técnicos de las marcas comerciales con los expuestos y aprobados en los artículos 370-40 al 44, del código NEC. **23-281**

2.3.22.4 Pozos de inspección y otros encerramiento eléctricos proyectados para entrada de personal

Generalidades. Los encerramientos eléctricos para la entrada de personal, deben tener el tamaño suficiente para ofrecer un espacio de trabajo seguro, alrededor del equipo eléctrico con partes energizadas, que requieran ocasionalmente revisión, ajuste, reparación o mantenimiento mientras están energizadas, además de permitir una fácil instalación o retiro de los conductores empleados, sin dañarlos en su aislamiento. **23-282**

Resistencia. Los pozos de inspección, bóvedas y sus medios de acceso deben ser diseñados en forma calificada y soportar todas las cargas que coloquen sobre su estructura. **23-283**

Espacio de trabajo para el cableado. Se debe tener un espacio de trabajo mayor a 1 m, cuando los cables se localizan en ambos lados y mínimo a 800 mm si los cables están solamente a un lado. La altura de este espacio debe ser mínimo de 1,8 m. **23-284**

Accesos a los pozos de inspección

Las aberturas de acceso rectangulares tienen una dimensión mínima de 660 mm x 560 mm. Y las aberturas de acceso redondas 660 mm de diámetro. **23-285**

Las aberturas de los pozos de inspección no deben contener salientes que puedan lesionar al personal o impedir una salida fácil. **23-286**

La ubicación de las aberturas de los pozos de inspección no debe estar sobre el equipo eléctrico o conductores, en el caso de no ser posible se coloca una barrera protectora o una escalera fija. **23-287**

Las tapas deben pesar mínimo 100 libras y diseñadas para utilizar herramientas para abrirlas, se diseñan para que no puedan caer dentro del pozo, ni salidas de modo que entren en contacto con conductores o equipos dentro del pozo. **23-288**

Las tapas de los pozos de inspección deben tener una marca o logotipo de identificación de su función. **23-289**

2.3.23 Gabinetes, cajas de corte y encerramientos para aparatos de medida enchufables

2.3.23.1 Instalación

En lugares mojados, húmedos o peligrosos. Los encerramientos tipos superficie se deben colocar de manera que se evite la entrada de agua o humedad y se acumulen dentro del gabinete y su montaje debe ser de manera que exista 6,4 mm entre el encerramiento y la pared de soporte. **23-290**

Posición en las paredes. Los gabinetes se deben instalar de manera que su borde frontal no quede por debajo de la superficie terminada a más de 6,4 mm, en paredes de concreto o azulejo. En paredes de madera o material combustible los gabinetes quedan a nivel o sobresalen de la misma. **23-291**

Aberturas no utilizadas. Estas aberturas se deben cerrar eficazmente para proteger los encerramientos, si se utilizan placas metálicas o tapones en gabinetes, deben quedar a 6,4 mm debajo de su superficie exterior. **23-292**

Gabinetes, cajas de corte y encerramientos de aparatos de medida enchufables

Los conductores que entren en los encerramientos se deben proteger de la abrasión.

Las aberturas por donde entren conductores, se deben cerrar adecuadamente. **23-293**

Cuando exista cableado a la vista o cableado oculto de perilla o tubo en encerramientos, los conductores deben entrar a estos a través de pasacables aislantes o en lugares secos, a través de tuberías flexibles instaladas desde el último soporte aislante. **23-294**

Si se utilizan cables, cada uno debe ir asegurado al gabinete. **23-295**

Curvatura de los conductores

Los conductores no se deben doblar dentro de un gabinete, a no ser que exista una canaleta con un ancho de acuerdo a la Tabla 2.26. **23-296**

Tabla 2.26. Espacio mínimo para doblado de los cables en los terminales y ancho mínimo de las canaletas de alambrado en pulgadas

Calibre del alambre (AWG o kcmil)	Alambres por terminal				
	1	2	3	4	5
14-10	No especificado	-	-	-	-
8-6	1½	-	-	-	-
4-3	2	-	-	-	-
2	2½	-	-	-	-
1	3	-	-	-	-
1/0-2/0	3½	5	7	-	-
3/0-4/0	4	6	8	-	-
250	4½	6	8	10	-
300-350	5	8	10	12	-
400-500	6	8	10	12	14
600-700	8	10	12	14	16
750-900	8	12	14	16	18
1000-1250	10	-	-	-	-
1500-2000	12	-	-	-	-

Nota:

1. Para unidades del SI, 1 pulgada = 25.4 mm
2. El espacio de doblado en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conectar del alambre hasta la pared, barrera u obstáculo.

Fuente: NEC 99 Tabla 373-6 (a).

En cada terminal se deja un espacio para el doblado de los cables, cuando el conductor no entre ni salga del encerramiento a través de la pared opuesta al terminal, se debe aplicar la Tabla 2.26. En caso contrario se aplica la Tabla 2.27. **23-297**

Espacio en los encerramientos. Los gabinetes y cajas de corte deben tener un espacio suficiente par alojar todos los conductores instalados en ellos sin aglomeración. **23-298**

Encerramientos para interruptores o dispositivos de sobrecorriente. Estos no se deben utilizar como cajas para empalmes, canaletas auxiliares o canalizaciones de conductores que se alimenten por medio de otros interruptores o dispositivos de sobrecorriente. Los conductores no deben ocupar más del 40 % del área transversal del espacio de alambrado y en caso de empalmes o derivaciones más del 75 % de esta área. **23-299**

Tabla 2.27. Espacio de doblado mínimo de los alambres en los terminales en pulgadas

Calibre de los alambres (AWG o kcmil)	Alambres por terminal					
	1		2		3	
	4 ó más					
14 - 10	No especificado		—		—	
8	1½		—		—	
6	2		—		—	
4	3		—		—	
3	3		—		—	
2	3½		—		—	
1	4½		—		—	
1/0	5½		5½		7	
2/0	6		6		7½	
3/0	6½ (½)		6½ (½) (½)		8	
4/0	7 (1)		7 ½ (1½) (1½)		8½ (½) (½)	
250	8½	(2)	8½	(2)	9 (1)	10
300	10	(3)	10	(2)	11 (1)	12
350	12	(3)	12	(3)	13 (3)	14 (2)
400	13	(3)	13	(3)	14 (3)	15 (3)
500	14	(3)	14	(3)	15 (3)	16 (3)
600	15	(3)	16	(3)	18 (3)	19 (3)
700	16	(3)	18	(3)	20 (3)	22 (3)
750	17	(3)	19	(3)	22 (3)	24 (3)
800	18		20		22	24
900	19		22		24	24
1000	20		—		—	—
1250	22		—		—	—
1500	24		—		—	—
1750	24		—		—	—
2000	24		—		—	—

Notas:

1. Para unidades del SI, 1 pulgada = 25.4 mm.
 2. El espacio de doblado en los terminales se debe medir en línea recta desde el extremo de la lengüeta o conector del alambre en dirección perpendicular a la pared del encerramiento.
 3. Para terminales de alambres desmontables o del tipo de instalación interna proyectados para un solo alambre, se permitirá que el espacio de doblado se reduzca en el número de pulgadas que se muestra entre paréntesis.
- Fuente: NEC 99 Tabla 373-6(b).

Espacio lateral para alambrado. Los gabinetes y cajas deben tener un espacio posterior para cables, canaletas o compartimentos para alambrado. **23-300**

2.3.23.2 Especificaciones de construcción

Materiales. Los gabinetes cajas de corte y en encerramientos para tomacorrientes de aparatos de medida se deben proteger por dentro y por fuera contra la corrosión deben ofrecer una gran resistencia y rigidez, si son de lámina de acero, el espesor de esta debe ser mayor a 2 mm sin recubrir; se pueden utilizar gabinetes no metálicos pero deben ser certificados y aprobados antes de su instalación. **23-301**

Espaciamiento

El espaciamiento dentro de los gabinetes y cajas de corte, debe ser suficiente para que exista un lugar amplio para la distribución de los alambres y cables dispuestos en ellos.

Se debe dejar un espacio libre de 2 mm mínimo entre la base del dispositivo y pared de cualquier gabinete o caja de corte metálica en la cual este dispositivo esté instalado. **23-302(a)**

Se debe dejar un espacio libre de 26 mm como mínimo entre cualquier parte metálica energizada y la puerta. **23-302(b)**

Debe existir un espacio libre mínimo de 13 mm entre las paredes, parte posterior o la puerta de cualquier gabinete y la parte expuesta energizada más cercana de los dispositivos montados dentro del gabinete si la tensión no rebasa los 250 v, si la tensión aumenta hasta 600 v este espacio aumenta en 26 mm. **23-302(c)**

Debe existir una profundidad suficiente en los gabinetes y las cajas de corte para poder cerrar las puertas cuando existan dispositivos dentro de ellos y que se encuentren en cualquier posición de maniobra **23-303**

Si los gabinetes y cajas de corte tienen en su interior dispositivos conectados a más de 8 conductores, debe existir un espacio posterior o espacios laterales para el alambrado, canaletas o cables. **23-304**

Los espacios mencionados en el párrafo anterior deben ser herméticos usando tapas, barreras o separadores que vayan desde la base de los dispositivos instalados en el gabinete hasta la puerta del mismo. **23-305**

2.3.24 Canaletas auxiliares

Uso. Se usan canaletas auxiliares para complementar espacios para cables en diferentes compartimentos como centros de aparatos de medida, centros de distribución y tableros de interruptores, en las canalizaciones puede haber conductores o barras pero no dispositivos o similares. **23-306**

Extensión. Una canaleta auxiliar no se debe prolongar más de 1,5 m más allá de los equipos a los cuales complementa. **23-307**

Soportes. Las canaletas auxiliares de lámina metálica van apoyadas a intervalos de máximo 1,5 m y las no metálicas a máximo 1 m y en cada extremo o unión; esta distancia no debe ser superior a 3 m. **23-308**

Número de conductores. Las canaletas auxiliares de lámina metálica deben tener máximo 30 conductores portadores de corriente, a los conductores que se utilizan para señalización, controladores y arranque de motores no se les considera conductores portadores de corriente. El área total de todos los conductores contenidos en la canaleta metálica o no metálica no debe exceder el 20 % del área de la sección transversal de la canaleta. **23-309**

Capacidad de corriente de los conductores. Cuando existan 30 conductores energizados contenidos en una canaleta auxiliar de lámina metálica, la capacidad de corriente se indica en la Tabla 2.28. La corriente en barras de cobre desnudas en canaletas auxiliares de lámina metálica no debe ser mayor a los 1000 A / pulg². Para barras de aluminio no debe ser mayor a los 700 A / pulg² de sección transversal del conductor. Esto también se aplica para canaletas auxiliares no metálicas. **23-310**

Distancia de seguridad a las partes desnudas energizadas. Debe estar entre 26 mm y 51 mm cuando el cable desnudo esté montado sobre la parte metálica portadora de corriente de diferente potencial. Entre una parte metálica portadora de corriente y una no portadora debe existir una distancia superior a 26 mm. **23-311**

Tabla 2.28. Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje de los valores en las Tablas 310-16 a 310-19, ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 en adelante	35

Fuente: NEC 99 Tabla 310-15(b)(2)(a).

Empalmes y derivaciones

Los empalmes y derivaciones se pueden realizar dentro de canaletas si se puede acceder mediante tapas removibles y adicionados a los conductores no deben ocupar más del 75 % de su área. **23-312**

Los empalmes desde conductores desnudos deben salir desde la canalización desde el lado opuesto a las conexiones de los terminales. **23-313**

Todos los empalmes deben ser identificados en la canaleta, indicando los circuitos a los que alimenta. **23-314**

Las conexiones de derivación desde conductores en canaletas auxiliares se deben proteger contra sobrecorriente. **23-315**

Instalación. Deben estar instaladas asegurando continuidad eléctrica y metálica. **23-316**

2.3.25 Interruptores

2.3.25.1 Instalación

Conexiones de los interruptores

Los interruptores de 3 y 4 vías se deben cablear para que la interrupción de corriente se realice en el conductor del circuito no puesto a tierra. **23-317**

Los interruptores automáticos y no automáticos, no deben desconectar el conductor puesto a tierra de un equipo. **23-318**

Encerramientos

Los interruptores automáticos y no automáticos deben ser de tipo accionable desde el exterior y montados en un encerramiento certificado. **23-319**

Los encerramientos no se usan como cajas de empalmes, canaletas auxiliares o canalizaciones para conductores que se alimentan a través de interruptores. **23-320**

Lugares mojados. Un interruptor automático o no automático instalado en un lugar mojado o fuera de un edificio debe estar dentro de un gabinete a prueba de

intemperie. No se deben instalar interruptores en lugares mojados, espacios de bañeras o duchas; se pueden instalar solo si están certificados para estos usos. **23-321**

Interruptores temporizados e intermitentes. Deben ser de tipo cerrado y montados en gabinetes, cajas o encerramientos de equipos. Sus partes energizadas se deben aislar para evitar la exposición del operador cuando accione estos. **23-322**

Posición y conexión de los interruptores

Los interruptores de cuchilla de un solo paso se deben instalar de modo que no se puedan cerrar por la acción de la gravedad. Los que son aprobados para trabajar en posición invertida deben tener un dispositivo de bloqueo, para asegurar las cuchillas cuando se dejen en posición abierta. **23-323**

Se permite montar interruptores de cuchilla de doble paso cuyo movimiento sea horizontal o vertical, si es vertical se debe instalar un dispositivo de bloqueo, para asegurar las cuchillas cuando se dejen en posición abierta. **23-324**

Los interruptores de cuchilla de un solo paso y los de contactos planos, se deben conectar de modo que las cuchillas se desenergizen cuando el interruptor esté en posición abierta. Los interruptores de cuchilla de un solo paso, de caja moldeada, con contactos planos y automáticos usados como interruptores, se deben conectar de manera que los terminales que alimenten la carga estén desenergizados cuando el interruptor esté en posición abierta. **23-325**

Indicaciones. Los interruptores para usos generales y circuitos de motores deben indicar cuando estén en posición abierta (desconectados) o en posición cerrada (conectados). Cuando se accionen verticalmente, la posición de la palanca hacia arriba siempre será la de cerrado. **23-326**

Acceso y agrupamiento

Todos los interruptores se deben instalar para que se puedan accionar desde un lugar accesible y a máximo 2 m sobre el piso o plataforma de trabajo. **23-327**

Los interruptores de acción rápida no se deben amontonar en encerramientos a no ser que se instalen de manera que la tensión entre dos interruptores adyacentes no supere los 300 v o existan barreras entre estos. **23-328**

Placas frontales de interruptores de acción rápida. Estos interruptores deben tener placas frontales instaladas para que cubran completamente la abertura y se asiente contra la superficie terminada. Se deben poner a tierra y deben tener un medio para poner a tierra las placas metálicas frontales, se consideran puestos a tierra los interruptores que estén montados con tornillos metálicos a una caja metálica que tenga dispositivos de puesta a tierra. **23-329**

Montaje de interruptores de acción rápida

Se deben montar sobre material aislante que separe los conductores 13 mm como mínimo de la superficie de instalación. **23-330**

Los interruptores de tipo a nivel montados en cajas empotradas en la superficie de la pared, se deben instalar de modo que los bordes de la extensión de yeso queden contra la superficie de la pared y los que se instalan sobre sobresalidas de la pared, se deben instalar para que la platina de montaje del interruptor quede apoyado contra la caja. **23-331**

Interruptores automáticos utilizados como interruptores. Se permitirá utilizar como interruptor un interruptor automático manual equipado con una palanca o un servomandado para abrir manualmente cuando falte la energía siempre que tenga el número de polos requerido. **23-332**

Puesta a tierra de los encerramientos. Se deben poner a tierra todos los encerramientos metálicos de interruptores o interruptores automáticos. **23-333**

Interruptores de cuchilla

Se utilizan como interruptores de aislamiento, interruptores de cuchilla de más de 1200 A nominales a 250 v o menos y de más de 600 A entre 251 y 600 v, éstos no se deben abrir bajo carga. **23-334**

Se utilizan interruptores automáticos o de diseño especial certificado, para interrumpir corrientes de más de 1200 A nominales a 250 v o menos o de más de 600 A entre 251 y 600 v. **23-335**

Los interruptores de cuchilla de capacidad nominal inferior a lo especificado, se consideran de uso general. **23-336**

Los interruptores de cuchilla pueden ser interruptores de circuitos de motores. **23-337**

Capacidad nominal y uso de los interruptores de acción rápida

Un interruptor de acción rápida para usar en instalaciones de c.a., puede controlar:

- Cargas resistivas e inductivas, incluidas las bombillas de descarga eléctrica que no excedan la capacidad nominal de corriente del interruptor a la tensión involucrada
- Bombillas con filamento de tungsteno la corriente nominal del interruptor a 120 v
- Cargas de motores que no excedan el 80 % de corriente nominal del interruptor a su tensión nominal. **23-338**

Un interruptor de acción rápida para usar en instalaciones de c.a. o c.c., puede controlar:

- Cargas resistivas que no excedan la corriente nominal del interruptor a la tensión aplicada.
- Cargas inductivas que no excedan el 50 % de la corriente nominal del interruptor a la tensión aplicada. Los interruptores designados en caballos de fuerza son adecuados para controlar cargas de motores.
- Bombillas con filamento de tungsteno que no excedan la corriente nominal del interruptor a la tensión aplicada, si son de clase T. **23-339**

Los interruptores de acción rápida de 20 A nominales o menos, conectados directamente a conductores de aluminio, deben estar certificados como CO/ALR. **23-340**

Los interruptores de acción rápida para c.a. clasificados para 347 v nominales pueden controlar:

- Cargas no inductivas distintas de las bombillas con filamento de tungsteno que no excedan la corriente nominal y tensión del interruptor.

- Cargas inductivas que no excedan la corriente nominal y tensión del interruptor, la corriente nominal del interruptor no debe ser inferior a 15 A a una tensión nominal de 347 v para c.a. y no deben ser fácilmente intercambiables en el montaje de la caja. **23-341**

2.3.26 Tableros de distribución y paneles de distribución

2.3.26.1 Generalidades

Alcance. Dentro de este tema se analizan los tableros, paneles y cuadros de distribución que se instalan para controlar circuitos de alumbrado y fuerza, también los tableros para carga de baterías que se alimentan desde circuitos de alumbrado o fuerza. **23-342**

Soportes e instalación de las barras colectoras y los conductores

Los conductores y barras colectoras se deben localizar de manera que no puedan sufrir daños físicos y se deben sujetar firmemente en su lugar. En tableros de distribución de acometidas se deben instalar barreras, para que no exista un contacto accidental del personal de mantenimiento con alguna barra colectora no puesta a tierra o aislada, al igual que se deben instalar conductores solo en la sección vertical de un panel de distribución, separándolos de las interconexiones y cables de control. **23-343**

Hay que evitar el sobrecalentamiento debido a efectos inductivos con una disposición correcta de los conductores y de las barras colectoras. **23-344**

Debe existir un puente de conexión equipotencial en cada tablero de distribución que se utilice como equipo de acometida, para conectar el conductor puesto a tierra de la acometida por el lado de la alimentación, con el bastidor del tablero de distribución. **23-345**

En tableros y paneles de distribución, los terminales de carga para alumbrado incluidos los del conductor puesto a tierra se deben ubicar de una manera conveniente para que cuando se necesite realiza conexiones, no se atraviese una barra conductora con línea no puesta a tierra y no aislada. **23-346**

La distribución de las fases en instalaciones trifásicas debe ser A, B, y C desde el frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha, vistas desde la parte delantera del tablero. **23-347**

2.3.26.2 Tableros de distribución

Ubicación. Los tableros que tengan partes energizadas expuestas, deben situarse en lugares secos y sean accesibles a personas calificadas, deben tener una probabilidad mínima de daño de sus equipos. **23-348**

Ubicación con relación a materiales combustibles. Se deben instalar de modo que la probabilidad de transmisión del fuego a materiales combustibles adyacentes sea mínima. **23-349**

Distancias de seguridad. Se deja un espacio desde la parte superior del tablero hasta cualquier techo combustible, de 1 m. **23-350**

Aislamiento de los conductores. Los conductores que se utilicen dentro de un tablero deben ser certificados y retardantes de la llama. **23-351**

Distancias de seguridad para conductores que entren en encerramientos de barras conductoras. Si existen conduits o canalizaciones que entren por debajo de un tablero, se debe dejar un espacio suficiente para instalar los conductores en el encerramiento. Si el conduit o canalización entra o sale del encerramiento por debajo de las barras colectoras el espacio para los cables es el indicado en la Tabla 2.29. El conduit o canalización no debe elevarse más de 80 mm sobre la parte inferior del encerramiento. **23-352**

Tabla 2.29. Distancia para conductores que entran en encerramientos de barras conductoras

Conductor	Distancia mínima entre la parte inferior del encerramiento y las barras colectoras, sus soportes u otros obstáculos obstrucciones	
	Pulgadas	mm
Barreras colectoras aisladas, sus soportes u otros obstáculos	8	203
Barras colectoras no aisladas	10	254

Fuente: NEC 99 Tabla 384-10

Puesta a tierra. Los instrumentos, relés y aparatos de medida instalados en tableros de distribución se deben conectar a tierra. **23-353**

2.3.26.3 Paneles de distribución

Generalidades. Los paneles deben tener una capacidad nominal mayor a la mínima del alimentador según la carga calculada. Se deben marcar con la corriente y tensión nominales, número de fases y nombre del fabricante. Los circuitos y las modificaciones de un panel, se deben identificar claramente en cuanto a su uso y un directorio de circuitos situado en la cara interna de la puerta del panel. **23-354**

Clasificación

Se clasifican en circuitos de distribución de circuitos de derivación para alumbrado y artefactos y paneles de distribución para fuerza.

- Un panel de distribución de circuito ramal para alumbrado y artefactos es aquel que tiene más de un 10 % de sus dispositivos de sobrecorriente protegiendo los circuitos ramales de alumbrado y artefactos; posee una conexión al neutro del panel de distribución y una protección contra sobre corriente de 30 A o menos en uno o más conductores. **23-355(a)**
- Un panel de distribución de fuerza es aquel que tiene un 10 % o menos de sus dispositivos de sobrecorriente protegiendo los circuitos ramales de alumbrado y artefactos. **23-355(b)**

Número de dispositivos de sobre corriente en un panel de distribución. En cualquier gabinete o caja de corte no se deben instalar más de 42 dispositivos de sobrecorriente de un panel de distribución de circuitos ramales para alumbrado y artefactos, deben tener un medio físico que impida la instalación de más dispositivos. Un interruptor automático de dos polos equivale a dos dispositivos de sobrecorriente, uno de tres polos equivale a tres dispositivos de sobrecorriente. **23-356**

Protección contra sobrecorriente

Cada panel de distribución de circuito ramal para alumbrado y artefactos, se debe proteger individualmente en el lado de suministro por máximo dos interruptores automáticos o dos juegos de fusibles de corriente cuya capacidad de corriente combinada no sea superior a la del panel. **23-357**

Se debe proteger con un dispositivo de sobrecorriente con capacidad nominal inferior a la de un panel de distribución con conductores de alimentación con neutro y con más del 10 % de sus dispositivos de sobrecorriente protegidos en sus circuitos ramales de 30 A. **23-358**

Los paneles equipados con interruptores de acción rápida de 30 A nominales o menos deben tener protección contra sobre corriente de máximo 200 A **23-359**

La carga total sobre cualquier dispositivo de sobrecorriente no debe superar el 80 % de su capacidad de corriente nominal cuando, en condiciones normales la carga se mantenga durante 3 horas o más. **23-360**

Un dispositivo trifásico de desconexión o protección contra sobrecorriente, no se debe conectar a la barra conductora de un panel que tenga menos de tres barras conductoras de fase. **23-361**

Cuando los dispositivos de protección contra sobre corriente tipo enchufable reciben retroalimentación y se usan para finalizar conductores de alimentación no puestos a tierra, se deben asegurar firmemente en su sitio. **23-362**

Encerramientos. Los paneles de distribución se deben montar en gabinetes diseñados para ese uso y deben ser de frente muerto. **23-363**

Posición relativa de los fusibles. En los paneles los fusibles de cualquier tipo se deben instalar en el lado de la carga de cualquier interruptor. **23-364**

Puesta a tierra. Los gabinetes y bastidores de los paneles, si son metálicos, deben estar en contacto físico entre si puestos a tierra; si existen canalizaciones no metálicas, se debe asegurar una barra terminal dentro del gabinete para los conductores de puesta a tierra, esta barra se debe conectar con el gabinete y al bastidor del panel, si son metálicos; si no son de metal, se deben conectar al conductor de puesta a tierra que va con los conductores que alimentan el panel. Los conductores de puesta a tierra no se deben a una barra terminal instalada para los conductores puestos a tierra (puede ser un neutro). **23-365**

2.3.26.4 Especificaciones de construcción

Paneles. Deben ser de material no combustible y resistente a la humedad. **23-366**

Barras colectoras. Aisladas o desnudas deben estar montadas rígidamente. **23-367**

Protección de los circuitos de instrumentos. Los instrumentos, luces piloto, transformadores de potencial y otros dispositivos de tableros que tengan bobinas en derivación, deben estar alimentados por un circuito que esté protegido por dispositivos de sobrecorriente de 15 A. **23-368**

Interruptores de cuchilla. Las hojas expuestas de los interruptores de cuchilla deben quedar sin tensión cuando se abran. **23-369**

Espacio para doblado de cables en los paneles de distribución. El encerramiento de un panel debe tener espacios arriba y abajo para doblado de cables de acuerdo a la Tabla 2.27. También se debe dejar un espacio lateral para doblado de cables según la Tabla 2.26. Cuando la proximidad no de lugar a un calentamiento excesivo, se permitirá que las partes con la misma polaridad en interruptores, fusibles, estén instaladas lo más cerca posible para un manejo adecuado. **23-370**

2.4 EQUIPOS PARA USO GENERAL

2.4.1 Cordones y cables flexibles

2.4.1.1 Generalidades

Tipos. Los cables y cordones flexibles deben cumplir con lo detallado en la Tabla 2.30. Los tipos que no aparezcan en esta tabla se deben investigar más a fondo. 24-1

Tabla 2.30. Cordones y cables flexibles

Nombre comercial	Clase	AWG	número de conductores	Uso		
Cable de ascensor	E	20 - 2	2 ó más	Alumbrado y control de ascensores	Lugares no peligrosos	
Cable de elevador	EO	20 - 2	2 ó más	Alumbrado y control de ascensores	Lugares no peligrosos	
					Lugares peligrosos	
Cable de elevador	ET	20 - 2	2 ó más	Lugares no peligrosos		
	ETL					
	B					
	ETP					
	ETT			Lugares peligrosos		
Cordón para trabajo pesado	S	18 - 12	2 ó más	Colgante o portátil	Lugares húmedos	Trabajo extra pesado
Cable flexible para escenarios e iluminación	SC	8 - 250 kcmil	1 ó más	Portátil, uso trabajo pesado		
	SCE					
	SCT					
Cordón para trabajo pesado	SE	18 - 2	2 ó más	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo extra pesado
	SEO					
	SEO O					
Cordón de trabajo pesado	ST	18 - 2	2 ó más	Colgantes o portátiles	Lugares húmedos	Trabajo extra pesado
	STO					
	STO O					
Cordón de oropel con chaqueta	TS	27	2	Conectado a un artefacto	Lugares húmedos	No trabajo pesado
	TST					
Cable de fuerza portátil.	W	8 - 500 kcmil	1 - 6	Portátil, trabajo extra pesado		

Fuente: NEC 99 Tabla 400-4

Capacidades de corriente. Las capacidades permisibles de corriente para cordones y cables flexibles se muestran en la Tabla 2.31. Y la capacidad de corriente con no más de tres conductores portadores de corriente, se muestra en la Tabla 2.32. Si el número de conductores es mayor a tres, las capacidades de corriente indicadas se reducen a partir de la de cables de tres conductores como se indica en la Tabla 2.33.

24-2

Tabla 2.31. Capacidad permisible de corriente para cables y cordones flexibles

Calibre AWG	Termoendurecidos Tipo TS	Termoendurecidos Tipos C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SJOO, SO, SOO, SP-1, SP-2, SP-3, SRD, SV, SVO y SVOO		Tipos HPD, HPN, HS, HSO, HSJO, HSOO y HSJOO
	Termo-plásticos Tipos TPT y TST	Termoplásticos Tipos ET, ETLB, ETP, ETT, SE, SEO, SJE, SJEO, SJT, SJTO, SJTOO, SPE-1, SPE-2, SPE-3, SPT-1, SPT -2, SPT -3, ST, SRDE, SRDT, STO, STOO, SVE, SVEO, SVT, SVTO y STVOO		
-	-	A#	B#	-
27*	0.5	-	-	-
20	-	5 **	***	-
18	-	7	10	10
17	-	-	12	-
16	-	10	13	15
15	-	-	-	17
14	-	15	18	20
12	-	20	25	30
10	-	25	30	35
8	-	35	40	-
6	-	45	55	-
4	-	60	70	-
2	-	80	95	-

* Cordón de oropel.

* * Sólo cables de elevadores.

* * * 7 A sólo para cables de elevadores y 2 A para los demás.

Las corrientes permisibles bajo la columna A se aplican a cordones de tres conductores y a otros cordones 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.

Fuente: NEC 99 Tabla 400-5(A)

Tabla 2.32. Capacidad de corriente de los tipos de cables SC, SCE, SCT, PPE, G, G-GC y W [Con base en una temperatura ambiente de 30°C (86°F). Véase la Tabla 400-4]

Calibre AWG o kcmil	Temperatura nominal del cable								
	60°C (140°F)			75°C (167°F)			90°C (194°F)		
	D ¹	E ²	F ³	D ¹	E ²	F ³	D ¹	E ²	F ³
8	60	55	48	70	65	57	80	74	65
6	80	72	63	95	88	77	105	99	87
4	105	96	84	125	115	101	140	130	114
3	120	113	99	145	135	118	165	152	133
2	140	128	112	170	152	133	190	174	152
1	165	150	131	195	178	156	220	202	177
1/0	195	173	151	230	207	181	260	234	205
2/0	225	199	174	265	238	208	300	271	237
3/0	260	230	201	310	275	241	350	313	274
4/0	300	265	232	360	317	277	405	361	316
250	340	296	259	405	354	310	455	402	352
300	375	330	289	445	395	346	505	449	393
350	420	363	318	505	435	381	570	495	433
400	455	392	343	545	469	410	615	535	468
500	515	448	392	620	537	470	700	613	536

1 Las capacidades de corriente bajo la columna D se permitirán para conductores sencillos de tipo SC, SCE, SCT, PPE y cable W sólo cuando los conductores individuales no estén instalados en canalizaciones ni estén en contacto físico entre sí, excepto en tramos no superiores a 24 pulgadas (610 mm) cuando atraviesen la pared de un encerramiento.

2 Las capacidades de corriente 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 son portadores de corriente.

3 Las capacidades de corriente bajo la columna F se aplican a cables de tres conductores y otros multifilares conectados a equipos de utilización, de modo que sólo tres conductores son portadores de corriente.

Fuente: NEC 99 Tabla 400-5(B).

Tabla 2.33. Capacidades de corriente para cordones y cables flexibles

Número de Conductores	Porcentaje del valor En las tablas 400-5(A) y 400-5(B)
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
De 41 en adelante	35

Fuente: NEC 99 Tabla 400-5

Marcado. Los cordones y cables flexibles se deben etiquetar en su rollo, carrete o caja. Los cordones flexibles de tipo S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO y STOO y los cables flexibles de tipo G, G-GC, PPE y W se deben marcar en su superficie cada 610 mm.

Usos permitidos

Los cables y cordones flexibles se utilizan para:

- Colgantes
- Alambrado de accesorios
- Conexión de lámparas portátiles, avisos portátiles o móviles y artefactos.
- Cables elevadores
- Alambrado de grúas y polipastos eléctricos
- Conexión de equipos fijos para facilitar su intercambio frecuente
- Prevención de la transmisión de ruido o vibraciones
- Cables para procesamiento de datos
- Conexión de partes móviles
- Alambrados temporales. 24-4

Cada cordón flexible debe tener un enchufe y se debe alimentar desde una salida de tomacorriente. **24-5**

Usos no permitidos. No se deben utilizar cables y cordones flexibles cuando:

- Se sustituyan por alambrado fijo de una estructura
- Atraviesen agujeros en paredes, cielos rasos o pisos
- Atraviesen espacios para puertas, ventanas o aberturas similares
- Vayan unidos a la superficie de un edificio
- Vayan ocultos detrás de las paredes, cielos rasos o pisos de una edificación
- Vayan instalados en canalizaciones. 24-6

Empalmes. Generalmente los cordones flexibles deben ser instalados en tramos continuos sin empalmes ni derivaciones, para efectos de reparación, se permite

realizar empalmes, si estos mantienen las propiedades del aislamiento y del forro exterior. **24-7**

Tracción en uniones y terminales. Los cordones y cables flexibles se deben conectar a los dispositivos y herrajes para que no se transmita tensión mecánica a las uniones o terminales. **24-8**

Calibre mínimo. Los conductores individuales de un cable o cordón flexible, debe tener un calibre mínimo a lo indicado en la Tabla 2.30 **24-9**

Protección contra sobrecorriente. Los cordones flexibles de calibre superior a # 18, o los cordones de oropel o características equivalentes, se deben proteger con dispositivos de sobrecorriente. **24-10**

Protección contra daños. Cuando los cables y cordones flexibles pasen a través de agujeros en tapas, cajas de salida, se deben proteger con pasacables. **24-11**

2.4.2 Alambre para artefactos

Capacidad de corriente permisible. Se indica en la Tabla 2.34. **24-13**

Tabla 2.34. Capacidad permisible de corriente de alambres para artefactos

Calibre AWG	Capacidad permisible de corriente
18	6
16	8
14	17
12	23
10	28

Nota: Para las unidades del SI 1 pulgadas = 25.4 mm
Fuente: NEC 99 Tabla 402-5

Calibre mínimo. Los alambres para artefactos no deben tener un calibre menor al # 18. **24-14**

Número de conductores en conduit o tubería. El número de conductores no debe superar el porcentaje de ocupación indicado en la Tabla 2.52. **24-15**

Identificación del conductor puesto a tierra. Si se proyecta a un alambre para artefactos como conductor de puesta a tierra, se lo debe identificar mediante franjas. **24-16**

Usos permitidos. Los alambres para artefactos se usan en: instalaciones de artefactos de alumbrado, para conectarlos a los conductores del circuito ramal. **24-17**

Usos no permitidos. No es deben utilizar como conductores de circuitos ramales.
24-18

Protección contra sobrecorriente. Se debe proteger mediante dispositivos de sobrecorriente. **24-19**

2.4.3 Accesorios de alumbrado, boquillas, focos y tomacorrientes

2.4.3.1 Generalidades

Partes Energizadas. Los focos, boquillas, tomacorrientes y accesorios no deben tener partes energizadas expuestas al contacto. Los terminales expuestos de las boquillas, tomacorrientes e interruptores, no se deben instalar en la protección de los accesorios metálicos. **24-20**

2.4.3.2 Ubicación de los accesorios de alumbrado

En lugares específicos

Los accesorios instalados en lugares húmedos y mojados, se deben instalar, de forma que no se acumule, ni entre agua en los compartimientos de los alambres. **24-21**

Se permite instalar accesorios en campanas de cocina comerciales, cumpliendo las siguientes condiciones:

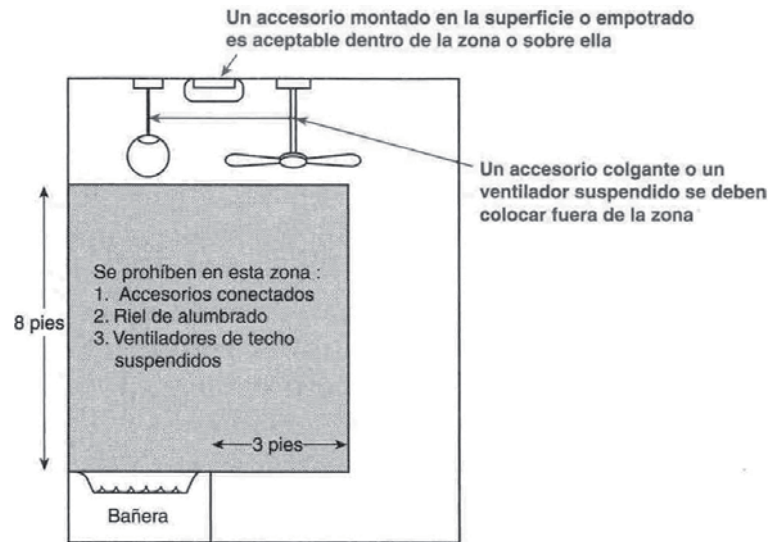
Se debe identificar el accesorio usada en campanas de cocina comerciales, instalado de forma que no exceda el límite de temperatura del material usado.
24-22(a)

La construcción del accesorio debe ser de tal forma que no entren vapores de grasas, aceites, vapores de cocción, en los compartimientos de los focos y el alumbrado. Los difusores deben ser resistentes a choque térmico. **24-22(b)**

Las partes expuestas dentro de la campana, deben ser resistentes a la corrosión y su superficie debe ser lisa, para que no se acumulen depósitos y sea fácil su limpieza. **24-22(c)**

Los métodos de alambrado y los materiales que alimentan los accesorios, no deben quedar expuestos dentro de la campana. **24-22(d)**

Ningún accesorio conectado mediante cable, accesorio colgante, riel de alumbrado, aparatos de techo o ventiladores suspendidos del techo, se debe ubicar dentro de la zona de 1 m medido horizontalmente y de 2,5 m medidos verticalmente, desde la parte superior del borde de la bañera o pozo de la ducha. Esta zona abarca todo e incluye la zona directa sobre la bañera o sobre el chorro de la ducha. **24-23**



⁸Figura 2.7: Accesorios, rieles de alumbrado y ventiladores de techo localizados cerca de bañeras.

Accesorios cerca de materiales combustibles. La construcción, instalación y equipamiento de los accesorios, debe ser con protectores de modo que los materiales combustibles no estén expuestos a temperaturas superiores a 90°C. **24-24**

Accesorios sobre materiales combustibles. Las boquillas instaladas sobre materiales altamente combustibles, no deben tener un interruptor incorporado, deben estar ubicados mínimo a 2,5 m sobre el piso o deben estar ubicados, en un lugar, en donde los focos no se puedan quitar o estropear fácilmente. **24-25**

Accesorios de alumbrado en armarios para ropa

Se permite instalar en un armario un accesorio incandescente sobrepuesto o empotrado, con el foco completamente encerrado, al igual que un accesorio fluorescente. **24-26**

No es permite instalar accesorios de alumbrado incandescentes con focos a la vista o encerrados en forma parcial, ni accesorios o boquillas colgantes. **24-27**

⁸ Manual NEC 1999 fig 410.1

Los accesorios incandescentes de sobreposición que se instalan en la pared encima de la puerta o en cielo raso, deben tener un espacio de 305 mm entre el accesorio y el punto más cercano del espacio de almacenamiento. Para accesorios fluorescentes de sobreposición y empotrados y accesorios incandescentes con un foco completamente encerrado, este espacio es de 152 mm **24-28**

2.4.3.3 Disposiciones sobre cajas de salida para accesorios, tapas ornamentales y platillos

Espacio para los conductores. Las tapas ornamentales y tapas de salida deben brindar un espacio adecuado para la instalación correcta de los conductores de los accesorios y sus dispositivos de conexión. **24-29**

Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida. Los accesorios de alumbrado deben ser contruidos e instalados de forma que los conductores de las cajas de salida no se expongan a temperaturas superiores a la nominal. El alambrado que alimente accesorios, no debe pasar a través de una caja de salida que forme parte íntegra de un accesorio. **24-30**

Cajas de salida que deben tener tapa. Todas las cajas de salida deben tener tapa en una instalación terminada, excepto, si están cubiertas por tapa ornamental, boquilla o tomacorriente. **24-31**

Recubrimiento del material combustible. Una pared o techo acabado en material combustible que se encuentre entre el borde de una tapa ornamental y una caja de salida, se debe recubrir de material no combustible. **24-32**

Conexión de los accesorios de alumbrado de descarga eléctrica

Cuando estos estén apoyados independientemente de la caja de salida, se deben conectar al circuito de derivación a través de canalizaciones metálicas, no metálicas, cables de tipo MC, AC o MI, cables con forro no metálico o cordones flexibles. **24-33**

Los accesorios montados en la superficie sobre salidas, cajas de empalmes o cajas de paso ocultas se deben instalar con unas aberturas adecuadas en la parte posterior, para permitir el acceso a las cajas. **24-34**

2.4.3.4 Soportes de accesorios

Soportes

Los accesorios, boquillas y tomacorrientes se deben sostener firmemente. Si un accesorio pesa más de 6 libras o excede los 406 mm en cualquiera de sus dimensiones, no se debe sostener mediante el casquillo roscado de una boquilla. **24-35**

Se permite utilizar postes metálicos para sostener accesorios de alumbrado y como una canalización de los conductores de alimentación, cuando:

El poste o su base tengan un orificio de inspección accesible de 60 mm por 102 mm y con una tapa hermética. **24-36(a)**

Si no existen secciones verticales de canalización o cables instalados dentro del poste, se debe soldar un herraje roscado al poste, o puesto al orificio de inspección para la conexión de la alimentación. **24-36(b)**

Un poste metálico debe tener un terminal de puesta a tierra accesible desde el orificio de inspección. **24-36(c)**

Un poste de base con bisagra, debe tener dicha base conectada equipotencialmente con el poste. **24-36(d)**

Medio de soporte

Las cajas de salida o herrajes pueden sostener accesorios que pesen 50 libras o menos. Si el accesorio pesa más de 50 libras, se debe sostener independientemente de la caja de salida. **24-37**

Las conexiones entre los conductores del accesorio y los del circuito se deben realizar de manera que en los accesorios de alumbrado se puedan inspeccionar, sin tener que desconectar alguna parte del alambrado, a menos que los accesorios estén conectados con enchufe y tomacorriente. **24-38**

Los elementos del armazón de los cielos rasos suspendidos usados para sostener accesorios, se deben fijar a la estructura del edificio y los accesorios a los elementos del armazón, mediante pernos, tornillos o remaches. **24-39**

Los porta accesorios que no formen parte de las cajas de salida, deben ser de acero o de hierro maleable. **24-40**

Las juntas aislantes no diseñadas para montarlas con tornillos o pernos deben tener una carcasa exterior metálica aislada de dichos tornillos. **24-41**

Se permite que los accesorios de alumbrado de exteriores y sus accesorios se apoyen en árboles. **24-42**

2.4.3.5 Puesta a tierra

Partes expuestas del accesorio de alumbrado. Todas las partes metálicas expuestas se deben poner a tierra o aislar de tierra y de otras superficies conductoras. No se exige poner a tierra los alambres de amarre de focos, tornillos de montaje, etc., separadas al menos 38 mm de los terminales del foco. **24-43**

Sujeción del conductor de puesta a tierra de equipos. Los accesorios con partes metálicas expuestas deben tener un medio para conectar un conductor de puesta a tierra. **24-44**

2.4.3.6 Alambrado de accesorios

Generalidades. El alambrado dentro de los accesorios debe estar ordenado y no expuesto a daños físicos y temperaturas superiores a la nominal de funcionamiento. **24-45**

Polarización de los accesorios. Deben estar instalados de manera que los casquillos roscados de las boquillas estén conectados al mismo accesorio o conductor del circuito terminal. **24-46**

Aislamiento de conductores. Los accesorios se deben instalar con conductores de características adecuadas de aislamiento, para condiciones ambientales, corriente, tensión y temperatura. **24-47**

Conductores colgantes para focos incandescentes

Las boquillas colgantes con cables de sujeción permanentes, deben ir colgados con conductores independientes trenzados recubiertos de caucho, soldados directamente

a los conductores del circuito pero sostenidos independientemente de estos; excepto en alambrado ornamental. **24-48**

A excepción de alumbrado decorativo certificado, los conductores colgantes no deben ser de calibre inferior al # 14 para boquillas con casquillo roscado medio o de base mogul; ni inferior al # 18 para boquillas con casquillo de tipo intermedio o candelabro. **24-49**

Los conductores colgantes de más de 1 m de longitud, se deben entorchar si no se instalan en un conjunto certificado. **24-50**

Protección de los conductores y del aislamiento. Los conductores se aseguran sin producir cortaduras, ni abrasión del aislamiento; no debe existir empalmes ni derivaciones dentro de las bases de los accesorios, ni tampoco dentro o sobre un accesorio de alumbrado; los conductores cableados se deben usar para el alambrado en las cadenas de los accesorios y partes móviles. **24-51**

Boquillas y accesorios conectados mediante cordón

Cuando se conecte una boquilla metálica a un cordón flexible la entrada debe tener un pasacable aislante; se deben eliminar las rebabas o elementos cortantes; para cordones colgantes sencillos se utiliza pasacable de $\frac{9}{32}$ pulg y para cordones reforzados de $\frac{13}{32}$ pulg. **24-52**

No se exige que un accesorio del tipo ajuste después de instalar, vaya equipado con un enchufe o conector de cordón. **24-53**

Se permite conectar los accesorios de alumbrado de descarga dotados de boquillas con casquillo roscado de tipo mogul, circuitos ramales de 50 A mediante cordones.

Los tomacorrientes y enchufes deben tener una capacidad de corriente mínima de 125 % de la corriente del accesorio a plena carga. **24-54(a)**

Se permite que los accesorios de alumbrado de descarga equipados con una entrada superficial con brida, se alimenten mediante cordones colgantes, la capacidad de corriente es en la misma forma del numeral anterior. Los conductores que estén ubicados a menos de 76 mm de un balasto, deben tener una capacidad nominal de temperatura de aislamiento mínima de 90°C,

tales como los conductores de tipo: RHH, THW, THHN, THHW, FEP, FEPB, SA Y XHHW. 24-54(b)

2.4.3.7 Instalación de las boquillas

Boquillas de casquillo roscado. Se deben utilizar exclusivamente como tales, si el circuito que las alimenta tiene un conductor puesto a tierra, éste se debe conectar al casquillo roscado. 24-55

Boquillas con interruptor de dos polos. El dispositivo de maniobra de las boquillas de tipo con interruptor, debe desconectar simultáneamente los dos conductores del circuito. 24-56

2.4.3.8 Focos y equipo auxiliar

Bases, focos incandescentes. Los focos incandescentes de uso general, no deben tener una base mediana si son de más de 300 w, ni con un casquillo de tipo mogul si son de más de 1500 w; para focos de más potencia se deben utilizar bases especiales. 24-57

Equipos auxiliares de focos de descarga. Estos deben ir encerrados en carcasas no combustibles y se deben considerar como fuentes de calor, si están alimentadas por conductores no puestos a tierra, el interruptor del circuito, debe desconectar todos los conductores. 24-58

2.4.3.9 Tomacorrientes, conectores de cable y enchufe de conexión

Capacidad nominal y tipo

Los tomacorrientes instalados para conectar enchufes, deben tener una capacidad nominal mayor a 15 A y 125 V o 15 A y 250 V y no deben permitir usarlos como boquillas. 24-59

Los tomacorrientes de máximo 20 A y conectados directamente a conductores de aluminio, deben llevar la marca CO/ALR. 24-60

Los tomacorrientes previstos para reducción de ruido eléctrico, se deben identificar con un triángulo de color naranja ubicado en su cara frontal. Estos tomacorrientes se

deben utilizar solo con conductores separados instalados en cajas no metálicas y deben ir cubiertos por una placa frontal no metálica. **24-61**

Las placas frontales metálicas deben ser de metal ferroso o no ferroso y deben tener un espesor superior a 1mm. Si las placas son de material aislante, éstas no deben ser de material combustible y deben tener un espesor superior a 3mm. **24-62**

Después de la instalación, el tomacorriente debe quedar a nivel con las placas frontales de material aislante o sobresalir de ellas y las placas metálicas frontales deben sobresalir mínimo 1mm. Estas placas deben cubrir completamente la abertura y asentarse contra la superficie que vaya montadas. **24-63**

Los tomacorrientes empotrados deben quedar de modo que su platina quede sujeta rígidamente contra la superficie. Los tomacorrientes montados en cajas que queden a nivel de la superficie o sobresalgan de la misma, su platina debe asentarse contra la caja rígidamente. En tomacorrientes montadas en una tapa y sostenidos por ella, se deben asegurar por mas de un tornillo. **24-64**

Todos los enchufes y conectores de 15 y 20 A, deben estar contruidos de modo que no queden expuestas partes portadoras de corriente. **24-65**

Al conectar un enchufe a un tomacorriente, las partes del enchufe no deben dañar los contactos del tomacorriente. **24-66**

Los tomacorrientes, conectores y enchufes de conexión, deben estar contruidos de modo que el tomacorriente no admita un enchufe destinado para tensión o corriente diferente; únicamente el tomacorriente admitirá enchufes para tensión y corriente igual o menor a la requerida por el enchufe. **24-67**

Tomacorriente en lugares húmedos o mojados

Un tomacorriente que esté instalado en un lugar húmedo o a la intemperie, debe ir en un encerramiento que sea a prueba de éstas condiciones, cuando esté insertado el enchufe. **24-68**

En lugares mojados:

Un tomacorriente instalado en un lugar mojado en donde el accesorio no va a ser vigilado mientras está en uso, debe tener un encerramiento a prueba de intemperie, ya sea con el enchufe insertado o no. **24-69(a)**

Un tomacorriente instalado en un lugar mojado en donde el accesorio esté vigilado mientras está en uso, debe tener un encerramiento a prueba de intemperie, cuando esté insertado el enchufe. **24-69(b)**

En espacios para bañeras y duchas, no se debe instalar tomacorrientes dentro de éstos. **24-70**

En tomacorrientes instalados en el piso, deben estar protegidos de tal manera que al limpiar el piso, no se dañe los tomacorrientes. **24-71**

El encerramiento para tomacorrientes instalado en una caja de salida montada al nivel de la superficie de la pared, se lo debe hacer mediante una placa frontal a prueba de intemperie, hermética entre la placa y la superficie. **24-72**

Un tomacorriente instalado en el exterior debe estar ubicado de modo que la acumulación de agua, no toque la placa o tapa de salida. **24-73**

Tomacorrientes, adaptadores, conectores de cable y enchufe con polo de puesta a tierra

Los tomacorrientes y conectores de cable y enchufe de conexión con polo de puesta a tierra, debe llevar el polo de puesta a tierra fijo, además de los polos del circuito. **24-74**

Los tomacorrientes, adaptadores, conectores de cable y enchufe de conexión con polo a tierra, deben disponer de un medio para conectar un conductor de puesta a tierra al polo de puesta a tierra. Este terminal, se debe designar mediante un tornillo o tuerca terminal de cabeza o de forma hexagonal y de color verde que no se pueda retirar fácilmente, mediante un cuerpo conector a presión de color verde. Si el terminal no es visible, el orificio del conductor se debe marcar con las palabras “green” “ground” o “tierra”, o con sus letras iniciales o el símbolo de puesta a tierra. **24-75**

El terminal de puesta a tierra se debe utilizar únicamente para este fin. **24-76**

Los enchufes deben estar diseñados, para la que la puesta a tierra se realice antes de las conexiones portadoras de corriente, además deben estar diseñadas de manera que el contacto de puesta a tierra, no pueda conectarse a las partes portadoras de corriente. **24-77**

Los enchufes con polo a tierra se deben utilizar únicamente con cables que tengan conductor de puesta a tierra de equipos. **24-78**

2.4.3.10 Disposiciones especiales para accesorios montados a nivel o empotrados

Temperatura

Los accesorios se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes a los mismos no estén expuestos a temperaturas superiores a los 90° C. **24-79**

Cuando un accesorio está empotrado en material resistente al fuego, se debe considerar aceptable a una temperatura superior a los 90° C y menor a 150° C. **24-80**

Los accesorios incandescentes deben tener protección e identificación térmica. **24-81**

Separación e instalación

Un accesorio empotrado no identificado para contacto con el aislamiento, debe estar empotrado completamente, con una separación mínima de 13mm de los materiales combustibles. Si está identificado para contacto con el aislamiento (tipo IC) se lo puede hacer. **24-82**

No se debe instalar el aislante térmico sobre un accesorio empotrado o a menos de 76mm del encerramiento del accesorio empotrado a menos que sea de tipo IC. **24-83**

Alambrado

Se debe utilizar conductores con aislamiento adecuado para las temperaturas que se vayan a producir. **24-84**

Se permite que los conductores de derivación (empalme) pasen desde la conexión terminal del accesorio hasta una caja de salida ubicada a mínimo 305mm. **24-85**

2.4.4 Sistemas de alumbrado que operan a 30 v o menos

Lugares no permitidos. No se deben instalar estos sistemas ocultos ni a través de paredes o a menos de 3m de piscinas, spas, fuentes o lugares similares. **24-86**

Circuitos secundarios. Estos circuitos no se deben poner a tierra y deben estar aislados del circuito de derivación por medio de un transformador. Está permitido instalar los conductores desnudos y partes portadoras de corriente expuestas a 2,2m sobre el piso terminado. **24-87**

Circuitos de derivación. Estos sistemas de alumbrado deben estar instalados por un circuito de derivación de máximo 20 A. **24-88**

2.4.5 Artefactos eléctricos

2.4.5.1 Instalación

Capacidad nominal de circuitos de derivación. La capacidad nominal de un circuito de derivación individual, no debe ser inferior a la capacidad nominal rotulada en el artefacto o la capacidad nominal de un artefacto con cargas combinadas. En caso de carga continua la capacidad nominal no debe ser inferior al 125% de la capacidad nominal rotulada. **24-89**

Protección contra sobrecorriente

Los circuitos de derivación se deben proteger tomando en cuenta la capacidad nominal del dispositivo de protección marcado en el artefacto. **24-90**

Un artefacto doméstico con elementos de calefacción superficial de mas de 60 A según la Tabla 2.35, debe tener subdividido su suministro de potencia en dos o mas circuitos, cada uno con una protección de sobrecorriente clasificada máxima de 50 A. **24-91**

Los artefactos de focos infrarrojos comerciales y calentamiento industrial deben tener una protección contra sobrecorriente máximo de 50 A. **24-92**

Equipo de calefacción central. Estos equipos deben estar alimentados por un solo circuito de derivación. **24-93**

Calentadores de agua de tipo almacenamiento. Un circuito de derivación que alimente este tipo de calentadores con capacidad de 120 galones o menos debe tener una capacidad nominal no inferior al 125% de la capacidad nominal de la placa del calentador. **24-94**

Tabla 2.35. Cargas de demanda para cocinas eléctricas domésticas, hornos de pared, unidades de cocción en mesones y otros artefactos domésticos de cocción de más de 13/4 kW nominales.

Numero de Artefactos	Demanda máxima (kW)	Factor de demanda %	
	Columna A (máximo 12kW nominales)	Columna B (menos de 3 1/2 kW nominales	Columna C (de 3 1/2 kW a 8 3/4 kW nominales)
1	8	80%	80 %
2	11	75 %	65 %
3	14	70%	55 %
4	17	66 %	50 %
5	20	62%	45 %
6	21	59 %	43 %
7	22	56 %	40%
8	23	53 %	36 %
9	24	51 %	35 %
10	25	49 %	34%
11	26	47 %	32%
12	27	45 %	32%
13	28	43 %	32 %
14	29	41 %	32%
15	30	40%	32%
16	31	39%	28%
17	32	38 %	28 %
18	33	37 %	28 %
19	34	36%	28%
20	35	35 %	28 %
21	36	34%	26%
22	37	33 %	26%
23	38	32 %	26%
24	39	31 %	26%
25	40	30%	26%
26-30	15 mas 1 kW	30%	24%
31-40	por cada cocina	30%	22 %
41-50	25 mas 0,75 kW	30%	20%
51-60	por cada cocina	30%	18 %
61 y más		30%	16 %

Fuente: NEC 99 Tabla 220-19

2.4.5.2 Medios de desconexión

Generalidades. Debe existir un medio para desconectar cada artefacto de todos los conductores no puestos a tierra. **24-95**

Desconexión de artefactos conectados en forma permanente

Unos artefactos conectados con una potencia nominal máxima de 300 VA o $\frac{1}{8}$ de Hp se permite instalar un dispositivo de protección contra sobre corriente del circuito de derivación como medio de desconexión. **24-96**

Unos artefactos conectados con una potencia nominal mayor de 300 VA o $\frac{1}{8}$ de Hp se permite utilizar el interruptor o interruptor automático del circuito como medios de desconexión, cuando estos estén al alcance de la vista desde el artefacto. **24-97**

2.4.6 Motores, circuitos de motores y controladores

2.4.6.1 Generalidades

Determinación de la capacidad de corriente y capacidad nominal de los motores

En motores para aplicaciones generales, las capacidades nominales de corriente se determinan según los siguientes numerales:

Para determinar la capacidad de corriente de los conductores o la capacidad nominal en amperios de los interruptores, la protección de circuito de derivación contra cortocircuitos y fallas a tierra, en lugar de la capacidad real de corriente rotulada en la placa de características del motor, se usan los valores presentados en las Tablas 2.36, 2.37, 2.38 y 2.39. **24-98(a)**

La protección independiente contra sobrecargas de un motor se debe basar en la capacidad nominal de corriente de la placa de características del motor. **24-98(b)**

Para motores de par, la corriente nominal debe ser la corriente con el rotor bloqueado y esta se debe usar para determinar la capacidad de corriente de los conductores del circuito de derivación. **24-99**

Los motores utilizados en sistemas de accionamiento de c.a., tensión ajustable y par variable, la capacidad de corriente de los conductores, de los interruptores y dispositivos de protección del circuito de derivación contra cortocircuito y falla a tierra, se deben basar en la corriente máxima de funcionamiento rotulada en la placa

de características del motor; si no se especifica esta corriente, ésta se puede determinar con 150 % de los valores indicados en las Tablas 2.38 y 2.39. **24-100**

Tabla 2.36. Corriente a plena carga en amperios, para motores de corriente continua

Los siguientes valores de corriente de plena carga* son para motores que funcionan a velocidad básica.

Potencia en HP	Capacidad nominal de tensión en el Inducido*					
	90V	120V	180V	240V	500V	550V
1/4	4.0	3.1	2.0	1.6	-	-
1/3	5.2	4.1	2.6	2.0	-	-
1/2	6.8	5.4	3.4	2.7	-	-
3/4	9.6	7.6	4.8	3.8	-	-
1	12.2	9.5	6.1	4.7	-	-
1 1/2	-	13.2	8.3	6.6	-	-
2	-	17	10.8	8.5	-	-
3	-	25	16	12.2	-	-
5	-	40	27	20	-	-
7 1/2	-	58	-	29	13.6	12.2
10	-	76	-	38	18	16
15	-	-	-	55	27	24
20	-	-	-	72	34	31
25	-	-	-	89	43	38
30	-	-	-	106	51	46
40	-	-	-	140	67	61
50	-	-	-	173	83	75
60	-	-	-	206	99	90
75	-	-	-	255	123	111
100	-	-	-	341	164	148
125	-	-	-	425	205	185
150	-	-	-	506	246	222
200	-	-	-	675	330	294

* Estos valores son promedios para corriente continua

Fuente: NEC 99 Tabla 430-147

Tabla 2.37. Corrientes de plena carga en A para motores monofásicos de c.a.

Los siguientes valores de corriente de plena carga corresponden a motores que funcionan a velocidad normal y con características de par normal. Los motores construidos especialmente para bajas velocidades o alto par pueden tener corrientes mayores de plena carga. Los motores de varias velocidades tendrán corrientes de plena carga que variarán con la velocidad, en cuyo caso se deben utilizar las capacidades de corriente nominales que indique la placa de características. Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Se permitirán las corrientes enumeradas para intervalos de tensión del sistema de 110 a 120 V y de 220 a 240 V.

HP	115 V	200 V	208 V	230 V
1/6	4.4	2.5	2.4	2.2
1/4	5.8	3.3	3.2	2.9
1/3	7.2	4.1	4.0	3.6
1/2	9.8	5.6	5.4	4.9
3/4	13.8	7.9	7.6	6.9
1	16	9.2	8.8	8
1 1/2	20	11.5	11.0	10
2	24	13.8	13.2	12
3	34	19.6	18.7	17
5	56	32.2	30.8	28
7 1/2	80	46	44.0	40
10	100	57.5	55.0	50

Fuente: NEC 99 Tabla 430-148

Tabla 2.38. Corriente de plena carga en A, motores bifásicos de c.a. (tetrafilar)

Los siguientes valores de corriente de carga plena corresponden a motores que funcionan a las velocidades normales de motores con correas y a motores con características de par normal. Los motores contruidos especialmente para baja velocidad o alto par pueden requerir corrientes mayores de funcionamiento. Los motores de varias velocidades tendrán corrientes de plena carga que variarán con la velocidad, en cuyo caso se deben utilizar las corrientes nominales que indique la placa de características. La corriente del conductor común de un sistema bifásico trifilar será de *1A1* 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 V, 220 a 240 V, 440 a 480 V Y 550 a 600 V.

Potencia en HP	Jaula de ardilla tipo inducción y rotor devanado (A)				
	115 V	230 V	460V	575V	2300V
1/2	4.0	2.0	1.0	0.8	-
3/4	4.8	2.4	1.2	1.0	-
1	6.4	3.2	1.6	1.3	-
1 1/2	9	4.5	2.3	1.8	-
2	11.8	5.9	3	2.4	-
3	-	8.3	4.2	3.3	-
5	-	13.2	6.6	5.3	-
7 1/2	-	19	9	8	-
10	-	24	12	10	-
15	-	36	18	14	-
20	-	47	23	19	-
25	-	59	29	24	-
30	-	69	35	28	-
40	-	90	45	36	-
50	-	113	56	45	-
60	-	133	67	53	14
75	-	166	83	66	18
100	-	218	109	87	23
125	-	270	135	108	28
150	-	312	156	125	32
200	-	416	208	167	43

Fuente: NEC 99 Tabla 430-149

Espacio para alambrado en encerramientos

Los encerramientos para controladores y medios de desconexión de motores, no se deben utilizar como cajas de empalme, canaletas auxiliares o canalizaciones de los conductores que se deriven hacia otros aparatos. **24-101**

El espacio mínimo para doblado del alambrado dentro de los encerramientos de controladores de motores debe cumplir lo indicado en el Tabla 2.40, cuando se mide en línea recta desde el extremo del conector del alambre hasta la pared **24-102**

Protección contra líquidos. Se deben instalar dispositivos de protección a las partes expuestas portadoras de corriente, para evitar salpicaduras o chorros de aceite, agua o líquidos perjudiciales **24-103**

Tabla 2.39. Corriente de 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 normales de motores con correas y a motores con característica de par normal.

Los motores construidos para baja velocidad (1200 rpm. o menos) o alto par, pueden necesitar corrientes de funcionamiento mayores; los motores de varias velocidades tendrán corrientes de plena carga que variarán con la velocidad. En estos casos se deben utilizar las corrientes nominales que indique su placa de características.

Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalo de tensiones de 110 a 120 V, 220 a 240 V, 440 a 480 V y 550 a 600 V.

Potencia (HP)	Jaula de ardilla tipo inducción y rotor devanado. (A)							Factor de potencia unitario de tipo sincrónico* (A)			
	115 V	200 V	208 V	230 V	460 V	575 V	2300 V	230 V	460 V	575 V	2300 V
½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1½	12.0	6.9	6.6	6.0	3.0	2.4	—	—	—	—	—
2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
3	—	11.0	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
7½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
10	—	32.2	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
15	—	48.3	56.2	42	21	17	—	—	—	—	—
20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
40	—	120	114	104	52	41	—	83	41	33	—
50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

* Para factores de potencia de 90 y 80 %, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1.1 y 1.25.

Fuente: NEC 99 Tabla 430-150

Tabla 2.40. Espacio mínimo para doblado del alambrado en los terminales de los encerramientos de los controladores de los motores (en pulgadas)

Calibre del alambre (AWG o kcmil)	Alambres por terminal	
	1	2
14-10	No especificado	-
8-6	1½	-
4-3	2	-
2	2½	-
1	3	-
1/0	5	5
2/0	6	6
3/0-4/0	7	7
250	8	8
300	10	10
350-500	12	12
600-700	14	16
750-900	18	19

Fuente: NEC 99 Tabla 430-10(b)

Cajas para terminales de motores

Las cajas para terminales de los motores deben ser metálicas. **24-104**

Cuando estas cajas contengan conexiones entre alambres, deben tener las dimensiones y volumen de la Tabla 2.41. **24-105**

En las cajas de terminales de motores, debe existir un medio de conexión para la terminación del conductor de puesta a tierra. **24-106**

Pasacables. Se deben colocar pasacables para proteger a los alambres de los bordes cortantes de un encerramiento. **24-107**

Tabla 2.41. Cajas de terminales para conexiones entre alambres. Motores de 11 pulgadas de diámetro o menos

Dimensión mínima de abertura de la caja			Volumen útil	
Caballos de fuerza	(pulgadas)		(pulgadas3)	
1 y menos ^a	1 ⁵ / ₈		10.5	
1½, 2, y 3 ^b	1¾		16.8	
5 y 7½	2		22.4	
10 y 15	2½		36.4	
Motores de corriente alterna de más de 11 pulgadas de diámetro				
Corriente máxima a carga plena para motores trifásicos con 12 terminales máximo (Amperios)	Abertura de la tapa de la caja terminales. Dimensión mínima (pulgadas)	Volumen útil mínimo (pulgadas ³)	Potencia típica máxima (trifásica)	
			230 V	460 V
45	2.5	36.4	15	30
70	3.3	77	25	50
110	4.0	140	40	75
160	5.0	252	60	125
250	6.0	450	100	200
400	7.0	840	150	300
600	8.0	1540	250	500
Motores de corriente continua				
Corriente máxima a carga plena para motores con un máximo de seis terminales (Amperios)	Caja de terminales. Dimensiones mínimas (pulgadas)	Volumen útil mínimo (pulgadas ³)		
68	2.5	26		
105	3.3	55		
165	4.0	100		
240	5.0	180		
375	6.0	330		
600	7.0	600		
900	8.0	1100		

Notas:

1. Para las unidades del SI 1 pulgada = 25.4 mm.

2. Se permitirá no tener en cuenta los terminales auxiliares para elementos tales como frenos, termostatos, calefactores de ambiente, campos excitadores, si su área portadora de corriente no excede el 25% del área portadora de corriente de los terminales de potencia de la máquina.

^a Para motores de 1 HP y menores, con la caja de los terminales parcial o totalmente integrada en el armazón o extremo blindado del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser inferior a 1 . 1 pulgada³ por cada conexión entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

^b En los motores de 1 ½, 2 y 3 HP nominales, con la caja de los terminales parcial o totalmente integrada en la carcasa o extremo blindado del motor, el volumen de la caja de terminales no debe ser inferior a 1.4 pulgada³ por cada conexión entre alambres. No se especifica la dimensión mínima de la abertura de la tapa.

Fuente: NEC 99 Tabla 430-12(b)

Ubicación de los motores

Los motores se deben ubicar para que tengan ubicación adecuado y que el mantenimiento sea fácil. **24-108**

Para motores abiertos de anillos colectores se debe ubicar una protección para que las chispas originadas, no lleguen a materiales combustibles cercanos. **24-109**

Disposición a la acumulación de polvo. Se debe utilizar motores de tipo cerrado en lugares con presencia abundante de polvo o un material transportado por el aire. **24-110**

2.4.6.2 Conductores para circuitos de motores

Un solo motor

Los conductores de los circuitos de derivación que alimenten un solo motor, deben tener una capacidad de corriente mínima de 125 % de la capacidad nominal de corriente del motor a plena carga. Para motores conectados con arranque en estrella y funcionamiento en delta, la selección de los conductores se basa en la corriente a plena carga del motor. **24-111**

Los conductores para un motor usado para trabajos que duren intervalos de tiempo cortos periódicos o variables, deben tener una capacidad de corriente mínima como los valores de placa indicados en la Tabla 2.42. **24-112**

Tabla 2.42. Servicios por ciclo de trabajo.

Clasificación del servicio	Porcentajes de capacidad nominal de corriente de las placas de características			
	Motor especificado para 5 min	Motor especificado para 15min	Motor especificado para 30 y 60 min	Motor especificado para funcionamiento Continuo
Servicio de corta duración: funcionamiento de V álvulas, rodillos para elevación o descenso, etc.	110	120	150	-
Servicio intermitente: Elevadores de pasajeros y de carga de servicio intermitente, cabezales de herramientas, bombas, puentes evadizos, plataformas giratorias, etc.	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

Nota: cualquier aplicación de un motor debe ser considerada como de ciclo continuo, a menos que la naturaleza de los aparatos que propulse sea tal que el motor no operará continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.
Fuente: NEC 99 Tabla 430-22(b).

Se permite que los conductores entre un motor estacionario de 1 Hp y el encerramiento de terminales separado, sean de calibre entre el número 14 y el 18. **24-113**

Varios motores y otras cargas. Los conductores que alimentan varios motores deben tener una capacidad de corriente como mínimo igual a la suma de la capacidad nominal de corriente a plena carga de todos los motores más el 25 % de la capacidad de corriente del mayor motor del grupo, más la capacidad de las demás cargas. **24-114**

Derivaciones del alimentador

Deben terminar en un dispositivo de protección del circuito de derivación y deben cumplir lo siguiente:

Estar dentro de un controlador cerrado o en una canalización, no tener más de 3 m de longitud y protegido con un dispositivo de sobrecorriente cuya capacidad no exceda el 1000 % de la de corriente del conductor de derivación. **24-115**

Debe tener una capacidad de corriente como mínimo de $\frac{1}{3}$ de la de los conductores del alimentador y no tener más de 7,7 m de longitud. **24-116**

2.4.6.3 Protección contra sobrecarga de motores y circuitos de derivación

Generalidades. La sobrecarga en los aparatos eléctricos es una sobrecorriente en funcionamiento que, si se mantiene durante un tiempo largo causa daños o sobrecalentamiento de los aparatos, esto no incluye cortocircuitos ni fallas a tierra. **24-117**

Motores de servicio continuo

En estos motores de más de 1 Hp se deben proteger contra sobrecargas mediante:

Dispositivo independiente que sea sensible a la corriente del motor y debe tener una capacidad nominal mínima a los siguientes porcentajes de capacidad de corriente a plena carga:

- Motores con factor de servicio marcado mínimo a 1,15 25%
- Motores con un aumento de temperatura marcado de máx 40°C 125%

- Todos los demás motores 115%

24-118(a)

Un protector térmico integrado con el motor para evitar sobrecalentamientos por sobrecargas y fallas en el arranque. La corriente máxima de disparo del térmico debe ser de los porcentajes máximos de la corriente del motor a plena carga, indicados en las Tablas 2.37 2.38 2.39.

- Corriente del motor a plena carga de máximo 9 A 170%
- Corriente del motor a plena carga entre 9,1 y 20 A 156%
- Corriente del motor a plena carga mayor de 20 A 140%

24-118(b)

Se permite instalar un dispositivo de protección integrado al motor que lo proteja contra fallas al arranque. **24-118(c)**

Para motores de más de 1500 Hp, un dispositivo de protección con detectores de temperatura que provoquen la interrupción de paso de corriente. **24-118(d)**

Se permite que cada motor de servicio continuo de 1 Hp o menos, esté protegido contra sobre cargas. **24-119**

De 1 Hp o menos con arranque automático

Estos motores se deben proteger por un dispositivo independiente contra sobrecarga sensible a la corriente de motor. Este debe tener una capacidad nominal de máximo al siguiente porcentaje de la corriente de placa del motor a plena carga:

- Motores con factor de servicio marcado mínimo a 1,15 125%
- Motores con un aumento de temperatura marcado de máx 40°C 125%
- Todos los demás motores 115%

24-120(a)

Se tiene también un protector térmico integrado con el motor para evitar sobrecargas y fallas en el arranque. **24-120(b)**

Motores de servicio intermitente y similares. Un motor que tiene un servicio de corta duración, intermitente, periódica o variable, se protege contra sobre cargas por un dispositivo protector de circuito de derivación contra cortocircuitos y fallas a tierra, pero que este dispositivo no exceda los valores indicados en la Tabla 2.43. **24-121**

Tabla 2.43. Capacidad nominal o ajuste máximos de los dispositivos de protección para circuitos ramales de motores contra cortocircuito y falla a tierra

Tipo de motor	En porcentaje de la corriente de plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo ¹	Fusible con retardo de tiempo ¹ (elemento dual)	Interruptor automático De disparo instantáneo	Interruptor automático De tiempo inverso ²
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de ca. distintos a los de rotor devanado				
De jaula de ardilla:				
Diferentes de los de diseño E	300	175	800	250
De diseño E	300	175	1100	250
Sincrónicos ³	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De c.c. (tensión constante)	150	150	250	150

¹ Los valores de la columna fusible sin retardo de tiempo se aplican a fusibles de Clase CC con retardo de tiempo.

² Los valores de la última columna también cubren las capacidades, nominales de corriente de los interruptores automáticos de tiempo inverso no ajustables.

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 la capacidad nominal de los fusibles o ajuste de los interruptores automáticos sea mayor al 200% de la corriente de plena carga.

Fuente: NEC 99 Tabla 430-152

Selección de relés de sobrecarga. Si un relé de sobrecarga no es suficiente para arrancar un motor, soportar la carga como ya se indicó, se puede utilizar uno de tamaño inmediato superior; siempre que la corriente de disparo del relé no exceda los porcentajes de capacidad de corriente a plena carga del motor, siguientes:

- Motores con factor de servicio marcado mínimo a 1,15 140%
- Motores con un aumento de temperatura marcado de máx 40°C 140%
- Todos los demás motores 130%

24-122

Fusibles. Si se protege a los motores contra sobre carga mediante fusibles, se debe insertar un fusible en cada conductor no puesto a tierra y además en el conductor puesto a tierra. **24-123**

Dispositivos diferentes de fusibles. Si se protege un motor contra sobre carga mediante dispositivos que no sean fusibles, el número y posición de las unidades de sobrecarga como bobinas de disparo o relés se determina de acuerdo a la Tabla 2.44. **24-124**

Tabla 2.44. Número de dispositivos de sobrecarga

Clase de motor	Sistema de alimentación	Número y ubicación de las unidades de sobrecarga como bobinas de disparo o relés
Monofásico de c.a. o c.c.	Bifilar, una fase de c.a. o c.c. ninguno puesto a tierra.	1 en cualquier conductor.
Monofásico de c.a. o c.c.	Bifilar, una fase de c.a. o c.c., un conductor puesto a tierra.	1 en el conductor no puesto a tierra.
Monofásico de c.a. o c.c.	Trifilar, una fase de c.a. o c.c., con neutro puesto a tierra.	1 en cualquier conductor no puesto a tierra.
Monofásico de c.a.	Cualquiera de tres fases	1 en el conductor no puesto a tierra.
Bifásico de c.a.	Trifilar, dos fases de no puestos a tierra.	2, uno en cada fase.
Bifásico de c.a.	Trifilar, dos fases de c.a., con un conductor puesto a tierra.	2 en los conductores no puestos a tierra.
Bifásico de c.a.	Tetrafililar, dos fases de c.a., con o sin hilo puesto a tierra.	2, 1 por cada fase en los conductores no puestos a tierra.
Bifásico de c.a.	Pentafilear, dos fases de c.a., con neutro puesto o no a tierra.	2, 1 por fase en cualquier hilo de fase no puesto a tierra.
Trifásico de c.a.	Tres fases cualquiera	3, 1 en cada fase *

* Excepción: No se exigirá una unidad de sobrecarga en cada fase cuando se suministra protección contra sobrecarga por otros medios aprobados.

Fuente: NEC 99 Tabla 430-37

2.4.6.4 Circuitos de control de motores

Protección contra sobrecorriente

Un circuito de control de motores se deben proteger contra sobrecorriente, este circuito es una derivación del circuito de derivación para la protección contra cortocircuito y falla a tierra. **24-125**

Protección de los conductores:

Si el dispositivo de protección del circuito de derivación del motor contra cortocircuitos y fallas a tierra no brinda protección, se debe instalar una

protección independiente contra sobre corriente, esta no debe exceder los valores expuestos en la columna A de la Tabla 2.45. **24-126(a)**

Cuando los conductores no se extienden más allá del encerramiento del equipo de control del motor, la capacidad nominal del dispositivo de protección no debe exceder el valor indicado en la columna B de la Tabla 2.45. Si los conductores se extienden más allá del encerramiento, la capacidad nominal no debe exceder el valor indicado en la columna C de la Tabla 2.45. **24-126(b)**

Tabla 2.45. Capacidad nominal máxima de los dispositivos de protección contra sobrecorriente, en amperios (A)

Calibre de los conductores del circuito de control	Protección brindada por dispositivo(s) de protección de circuitos ramales del motor					
	Protección independiente brindada Columna A	Conductores dentro del encerramiento Columna B				Conductores que se extienden más allá del encerramiento Columna C
		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
AWG	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre
18	7	—	25	—	7	—
16	10	—	40	—	10	—
14	(Nota 1)	—	100	—	45	—
12	(Nota 1)	(Nota 1)	120	100	60	45
10	(Nota 1)	(Nota 1)	160	140	90	75
>10	(Nota 1)	(Nota 1)				

Nota:

1. Valor especificado en la Sección 23-78, según sea aplicable.

Fuente: NEC 99 Tabla 430-72(b).

Desconexión. Los circuitos de control del motor deben estar instalados de modo que desconectados de todas las fuentes de alimentación, cuando los medios de desconexión estén en posición abierta. Cuando se instalen dispositivos independientes se deben instalar adyacentes entre sí. **24-127**

2.4.6.5 Controladores de motores

Generalidades. Se permite que el dispositivo de protección del circuito de derivación sirva como controlador de motores estacionarios de $\frac{1}{8}$ de Hp o menos. Y en motores portátiles de $\frac{1}{3}$ de Hp o menos, se permite que el controlador sea un enchufe y un tomacorriente. **24-128**

2.4.6.6 Centros de control de motores

Protección contra sobrecorriente. Los centros de control de motores se deben proteger contra sobrecorriente en base a la capacidad nominal de la barra de potencia común. **24-129**

Equipo de entrada de la acometida. Cada centro de control de motores debe tener un solo medio de desconexión principal, que desconecte todos los conductores de la acometida no puestos a tierra. **24-130**

Puesta a tierra. Los centros de control de motores se deben conectar equipotencialmente con un conductor de puesta a tierra de equipos o una barra equivalente de puesta a tierra, dimensionada según la Tabla 2.8. **24-131**

Barras colectoras y conductores. La disposición de las barras conductoras trifásicas verticales y de potencia comunes horizontales 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. Deben tener un espacio de doblado mínimo para alambrado, una separación adecuada y barreras que separen las barras colectoras y los terminales del resto del centro del control de motores. **24-132**

2.4.6.7 Medios de desconexión

Ubicación. Se debe proporcionar un medio de desconexión individual a la vista para cada controlador y motor, con capacidad para desconectarlo. **24-133**

Operación. El medio de desconexión debe abrir todos los conductores de alimentación no puestos a tierra y que ningún polo se pueda operar independientemente. **24-134**

Indicadores. El medio de desconexión debe indicar la posición abierta (desconectado, off) o cerrada (conectado, on). **24-135**

Accesibilidad. El medio de desconexión debe ser de acceso fácil **24-136**

Tipo

Un interruptor certificado debe tener una capacidad nominal en Hp no inferior a 1,4 veces la capacidad nominal de un motor de 3 – 100 Hp, o no inferior a 1,3 veces la

capacidad nominal de un motor de más de 100 Hp; también puede ser un interruptor automático certificado de caja moldeada, un interruptor automático de disparo instantáneo que forme parte de una combinación certificada de controlador de motor o una combinación certificada de controlador autoprotegido. **24-137**

Se permite que el dispositivo de sobrecorriente del circuito de derivación funcione como medio de desconexión en motores estacionarios de $\frac{1}{8}$ de Hp o menos. **24-138**

Para motores estacionarios de 2 Hp o menos se permite que el medio de desconexión sea un interruptor de uso general, un interruptor de acción rápida de uso solo en corriente alterna pero si la corriente a plena carga del motor no es mayor al 80 % de la capacidad del interruptor, un controlador manual certificado de un motor adecuado como disyuntor de motor. **24-139**

Capacidad nominal de corriente. El medio de desconexión de los circuitos de motores de 600 V o menos, debe tener una capacidad nominal de corriente de mínimo 115 % de la capacidad nominal de corriente de plena carga del motor. **24-140**

2.4.6.8 Protección de partes energizadas-todas las tensiones

Donde se requiera. Las partes energizadas expuestas de los motores y controladores de más de 50 v, se deben resguardar contra contactos accidentales, mediante encerramientos; instalación en un cuarto accesible a personas calificadas; instalación en un balcón o plataforma elevada de acceso restringido a personas no calificadas y mediante una elevación de 2,5 m o más sobre el piso. **24-141**

2.4.6.9 Puesta a tierra-todas las tensiones

Motores estacionarios. Los bastidores de los motores estacionarios se deben poner a tierra, cuando estén alimentados por alambrado con encerramiento metálico, cuando estén en un lugar mojado o peligroso o si el motor funciona con algún terminal a más de 150 v a tierra. **24-142**

Métodos de puesta a tierra

Si el alambrado a un motor fijo tiene cables en tubos o canalizaciones metálicas, se deben instalar cajas de empalme para los terminales del motor y los blindajes se conectan a ellas. **24-143**

La separación entre la caja de empalmes y el motor será máximo de 1,9 m, si se utilizan terminales trenzados el calibre no debe ser mayor al # 10. **24-144**

Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente se deben poner a tierra. **24-145**

2.4.7 Equipos de aire acondicionado y de refrigeración

En el caso proyectarse este tipo de sistemas, la información referente la instalación eléctrica de equipos de aire acondicionado y refrigeración se trata en el artículo 440 del código NEC, ahí se encontrarán entre otros temas, definiciones, medios de desconexión, dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra, conductores, controladores, protección contra sobrecarga y disposiciones especiales. **24-146**

2.4.8 Generadores

Generalidades. Los generadores deben ser de un tipo adecuado al lugar donde vayan a ser instalados, deben llevar una placa de características de capacidades nominales, deben estar protegidos contra sobrecargas con interruptores automáticos o fusibles, la capacidad de corriente de los conductores debe ser mínimo del 115 % de la corriente nominal de placa, las partes energizadas expuestas deben estar protegidas contra contactos accidentales, en aberturas de encerramientos se deben colocar pasacables para los cables que alimenten generadores y deben estar equipados con un disyuntor que desconecte completamente los circuitos alimentados por el generador. **24-147**

2.4.9 Transformadores y bóvedas para transformadores

2.4.9.1 Disposiciones generales

Protección contra sobrecorriente. Para brindar protección contra sobrecorriente a transformadores se debe revisar la Tabla 2.46. **24-148**

Para más detalle para transformadores y autotransformadores remitirse a los artículos 450-2 al 450-13 del código NEC. **24-149**

Tabla 2.46. Capacidad nominal o ajuste máximo de la protección contra sobrecorriente para transformadores de 600 V y menos (como porcentaje de la corriente nominal del transformador).

Método de Protección	Protección del primario			Protección del Secundario (ver la nota 2)	
	Corrientes de 9 A o más	Corrientes de menos de 9 A	Corrientes de menos de 2 A	Corrientes de 9 A o más	Corrientes de menos de 9 A
Protección del primario solamente	125% (Ver la nota 1)	167%	300%	No se requiere	No se requiere
Protección del primario y del secundario	250% (Ver la nota 3)	250% (Ver la nota 3)	250% (Ver la nota 3)	125% (Ver la nota 1)	167%

Notas:

1. Cuando el 125% de la corriente no corresponde a una capacidad estándar de un fusible o interruptor automático no ajustable, se permitirá elegir la capacidad nominal estándar inmediatamente superior descrita en la Sección 22-92
2. Cuando se requiera 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 de sobrecorriente múltiples, el total de todas las capacidades nominales del dispositivo no debe exceder el valor permitido para un solo dispositivo de sobrecorriente. Si como dispositivo de sobrecorriente se utilizan tanto interruptores como fusibles, el total de las capacidades nominales del dispositivo no debe exceder el permitido para los fusibles.
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% y no más de cuatro veces la corriente nominal del transformador, para transformadores que tienen una impedancia de más del 6% pero no más del 10%.

Fuente: NEC 99 Tabla 450-3(b).

2.4.9.2 Disposiciones específicas aplicables a diferentes tipos de transformadores

Transformadores tipo seco instalados en interiores. Los de 112 ½ kVA nominales o menos, se deben instalar con una distancia de 305 mm de materiales combustibles a menos que estén separados por una barrera resistente al fuego y aislante del calor, si están en exteriores también se cumple lo estipulado pero su sistema de aislamiento debe ser de clase 155; si son mayores a esta potencia, se deben instalar en un cuarto de transformadores de construcción resistente al fuego.

24-150

Para más detalle sobre este tipo de transformadores remítase a los artículos 450-21 al 450-28 del código NEC. **24-151**

2.4.9.3 Bóvedas para transformadores

Ubicación. Deben estar ventiladas al aire exterior sin utilizar conductos o canales. **24-152**

Paredes, techos y pisos. Se deben construir con materiales que posean una excelente resistencia estructural y mínima al fuego de 3 horas. El piso debe ser de concreto de un espesor mínimo de 105 mm. **24-153**

Entradas

Deben estar equipadas con una puerta de cierre hermética con las condiciones de resistencia anteriores. **24-154**

Las puertas deben tener un bordillo de altura suficiente para confinar el aceite del transformador, la altura debe ser mayor a 105 mm. **24-155**

Las puertas deben estar equipadas con cerraduras, deben mantenerse cerradas, deben abrirse hacia fuera y deben estar dotadas de barras antipánico que los mantengan cerradas pero que se abran por simple presión. **24-156**

Aberturas de ventilación. Deben estar lo más lejos posible de las puertas, su área neta total a excepción del área ocupada por rejillas o pantallas, debe ser mínimo de 2000 mm² por kVA de capacidad del transformador, todas las aberturas de ventilación deben estar dotadas de compuertas contra incendios de cierre automático, los conductos de ventilación deben ser de un material resistente al fuego, para transformadores de más de 100 kVA las bóvedas deben tener un drenaje para eliminar la acumulación de aceite o agua, no deben entrar ni ser atravesadas por otros sistemas de conductos diferentes a los eléctricos. **24-157**

2.4.10 Convertidores de fase

En el caso proyectarse sistemas que contengan convertidores de fase, la información referente la instalación eléctrica de los mismos se trata en el artículo 445 del código NEC, ahí se encontrarán entre otros temas, definiciones, protecciones, medios de desconexión y disposiciones especiales. **24-158**

2.4.11 Condensadores

Encerramiento y resguardo. Los condensadores que contengan más de 3 galones de líquido inflamable se deben encerrar en bóvedas o agrupar en exteriores en encerramientos con vallas; su ubicación o resguardo debe ser de tal manera que personas no autorizadas o no calificadas entren en contacto accidental con las partes energizadas expuestas. **24-159**

2.4.11.1 Hasta 600 V nominales

Descarga de la energía almacenada. Deben tener un medio de descarga de la energía almacenada, su tensión residual se debe reducir a 50 V o menos en el lapso de 1 min a partir de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación, el circuito de descarga debe estar conectado en forma permanente a los terminales del condensador o banco de condensadores cuando la línea quede sin tensión. **24-160**

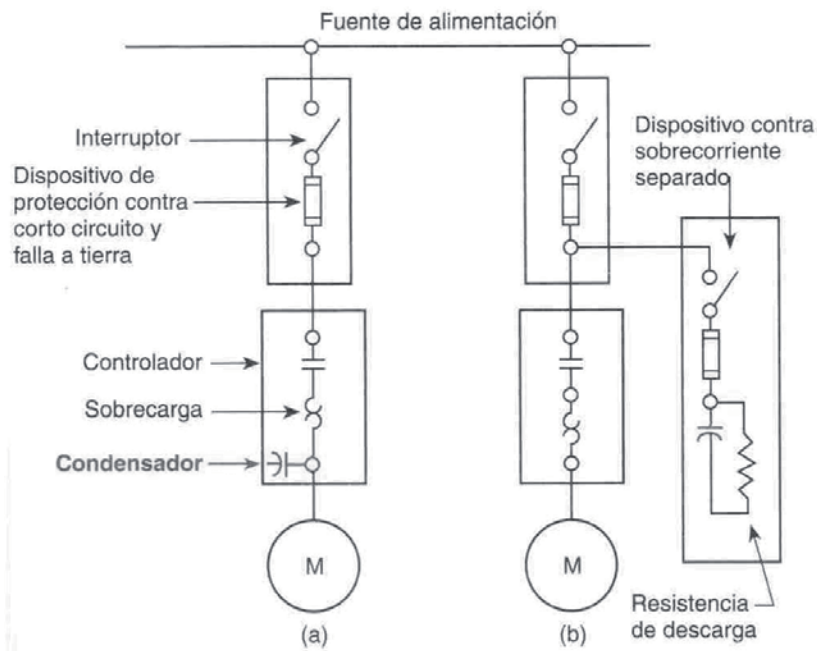
Conductores

La capacidad de corriente de los conductores de un circuito de condensadores no debe ser menor al 135 % de la corriente nominal del condensador. Para conductores que conectan los capacitares con los terminales de un motor o circuito de motores, la capacidad de corriente de estos no debe ser menor al 1/3 de la capacidad de corriente de los conductores del circuito del motor o motores. **24-161**

Se debe instalar un dispositivo de protección contra sobre corriente en cada conductor no puesto a tierra de cada banco de condensadores, además de colocar también un medio de desconexión que abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra, que desconecte al condensador de la línea como un procedimiento normal de funcionamiento y con una corriente nominal no inferior al 135 % de la corriente nominal del condensador. **24-162**

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protección contra sobre carga del motor. Si existe un condensador en una instalación de motores en el lado de la carga del dispositivo de protección contra sobre carga del motor la capacidad nominal o ajuste de este dispositivo debe ser en base al factor de potencia mejorado del circuito del motor. Para determinar la capacidad nominal de corriente de los conductores del circuito del motor, se debe ignorar el efecto del condensador, como se ilustra en la figura 2.8. **24-163**

Puesta a tierra. Se deben poner a tierra las carcasas de los condensadores. **24-164**



⁹Figura 2.8: Métodos para la conexión de condensadores en un circuito de un motor de inducción para la corrección de un factor de potencia

2.4.11.2 De más de 600 V nominales

Conmutación

Para la conmutación de los condensadores se deben utilizar interruptores operados en grupo que porten continuamente no menos del 135 % de la corriente nominal de la instalación del condensador, no interrumpan la corriente de carga máxima permanente de cada condensador o banco que se controle como una unidad, soporten la máxima corriente de irrupción incluyendo las contribuciones de las instalaciones adyacentes de condensadores. Y transporten las corrientes debidas a fallas en el lado de los condensadores del interruptor. **24-165**

Debe existir un medio que permita separar cada condensador o banco de condensadores que se puedan sacra del servicio como una unidad, debe existir un medio de separación que establezca un espacio visible en el circuito acorde a la tensión de funcionamiento y los interruptores de separación o desconexión deben estar enclavados con el dispositivo de interrupción de carga además de ser dotados de señales de advertencia visibles para evitar la interrupción de la corriente de carga. **24-166**

⁹ Manual NEC 1999 fig 460.1

Para condensadores conectados en serie se debe asegurar la secuencia de conmutación apropiada, mediante conmutadores de separación y derivación de secuencia mecánica, enclavamientos o procedimientos de conmutación que se expliquen claramente en el lugar de los interruptores. **24-167**

Protección contra sobrecorriente. Debe existir un medio para interrumpir cualquier corriente de falla dentro de un condensador, este dispositivo puede ser monofásico o polifásico; además que esta protección puede ser individual o en grupos de condensadores. Los dispositivos de protección de los condensadores o grupos deben estar ajustados para operar dentro de los límites seguros para cada condensador. **24-168**

Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los neutros y las carcasas de los condensadores. **24-169**

Medios de descarga. Deben tener un medio de descarga de la energía almacenada, su tensión residual se debe reducir a 50 V o menos en el lapso de 5 min a partir de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación. El circuito de descarga debe estar conectado en forma permanente a los terminales del condensador o banco de condensadores cuando la línea quede sin tensión, o también puede estar dotado de un medio automático de conexión del circuito de los terminales del banco después de la desconexión del condensador de la fuente de alimentación. **24-170**

2.4.12 Resistencias y reactancias

En el caso proyectarse sistemas que contengan resistencias y reactancias, la información referente la instalación eléctrica de las mismas se trata en el artículo 470 del código NEC, ahí se encontrarán entre otros temas, alcance, ubicación, espacio y aislamiento. **24-171**

2.4.13 Baterías de acumuladores

En el caso proyectarse sistemas que contengan baterías de acumuladores, la información referente la instalación eléctrica de los mismos se trata en el artículo 480 del código NEC, ahí se encontrarán entre otros temas, definiciones, alambrado, puesta a tierra, aislamiento, ubicación y ventilación. **24-172**

2.5 INMUEBLES ESPECIALES

2.5.1 Lugares (clasificados como) peligrosos, clase I, II y III, Divisiones 1 y 2

Generalidades

Para clasificar los lugares se los debe hacer teniendo en cuenta las propiedades de los vapores, líquidos o gases inflamables y polvos o fibras combustibles que pueda haber en ellos y por la posibilidad de que se produzca concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Todas las áreas clasificadas como peligrosas, deben estar documentadas apropiadamente **25-1**

Para evitar chispas en estos lugares todos los conduits roscados deben llevar rosca estándar NPT de $\frac{3}{4}$ pulg y esta rosca debe estar apretada con llave. **25-2**

Si en un conjunto de cables de fibra óptica, que tenga conductores capaces de portar corriente también se debe tener las consideraciones anteriores. **25-3**

Técnicas de protección

Cuando se utiliza la técnica con aparatos a prueba de explosión, se permite que los equipos instalados en lugares clase I, divisiones 1 y 2, estén aprobados. **25-4**

Se permite aplicar la técnica a prueba de ignición de polvo a los equipos instalados en los lugares clase II, divisiones 1 y 2. **25-5**

Se permite utilizar la técnica hermética al polvo a los equipos instalados en lugares clase II, división 2 y clase III. **25-6**

Se permite utilizar el purgado y presurizado como técnica de protección a los equipos instalados en cualquier lugar peligroso para el que esté instalado. **25-7**

Se puede utilizar la técnica de sistemas intrínsecamente seguros en cualesquiera de los lugares clasificados como peligrosos para los que estén aprobados. **25-8**

La técnica de protección no incendiaria se la puede utilizar bajo condiciones normales de operación, ningún arco o defecto térmico tiene la capacidad de encender la mezcla inflamable. Se permite en lugares clase I, división 2; clase II, división 2 y clase III para los que esté aprobados. **25-9**

Se permite utilizar la técnica de inmersión en aceite para proteger a los contactos de interrupción de corriente en lugares clase I, división 2. **25-10**

La técnica de sellado herméticamente debe impedir la entrada de cualquier atmósfera externa y el sello se debe hacer por fusión o soldadura. **25-11**

Precaución especial

Para propósitos del ensayo, aprobación y clasificación del área, las mezclas del aire diferentes (no enriquecidas con oxígeno) se deben clasificar de acuerdo a lo siguiente:

La clasificación de grupos en la clase I es:

- Grupo A: Acetileno. **25-12(a)**
- 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 un valor de distancia segura experimental máxima (MESG) menor o igual a 0,45mm o un cociente de corriente de ignición mínima (relación MIC) menor o igual a 0,40. **25-12(b)**
- 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 un valor de distancia segura experimental máxima (MESG) mayor o igual a 0,45mm y menor o igual a 0.75 o una relación de corriente de ignición mínima (relación MIC) mayor de 0,40 y menor o igual a 0,80. **25-12(c)**
- 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 un valor de distancia segura experimental máxima (MESG) mayor de 0,75 mm, o una relación de corriente de ignición mínima (relación MIC) mayor de 0,80. **25-12(d)**

La clasificación de grupos en la clase II es:

- Grupo E: Atmósferas que contengan polvos metálicos combustibles, incluidos aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales u otros polvos combustibles de partículas cuyo tamaño, abrasividad y conductividad presenten riesgos en el uso de equipos eléctricos. **25-13(a)**
- Grupo F: Atmósferas que contengan polvos carbonosos combustibles, que tengan más del 8% total de partículas volátiles atrapadas, o que han sido sensibilizados por otros materiales. Son ejemplos de polvos carbonosos, los polvos de carbón, negro de humo, carbón vegetal y coque. **25-13(b)**
- Grupo G: Atmósferas que contengan polvos combustibles no incluidos en los grupos E o F como: Harina, cereales, madera, plástico y químicos. **25-13(c)**

Los equipos que dependan de un solo sello de compresión, un diafragma o un tubo para evitar que entren fluidos inflamables o combustibles en el equipo, son clasificados como clase I, división 2. Los equipos clase I no deben tener ninguna superficie expuesta que opere por encima de la temperatura de ignición del gas o vapor específicos. Los equipos clase II no deben tener una temperatura superior a los 165° C. Los equipos clase III no deben exceder las temperaturas superficiales máximas de 165° C en condiciones normales y 120° C en sobrecarga. Se permite que los equipos aprobados como división 1 se ubiquen en lugares de división 2 de la misma clase y grupo. **25-14**

Los equipos aprobados se deben marcar con la clase, grupo o temperatura o intervalos de temperatura de funcionamiento referido para un ambiente a 40° C. **25-15**

La temperatura marcada según lo anterior no debe exceder la temperatura de ignición de gas o vapor específico (clase I) e ignición de polvo específico (clase II) que puede encontrarse. Se debe suponer que la temperatura de ignición de estos equipos aprobados está en la Tabla 2.47. **25-16**

Tabla 2.47

Grupo de Clase II	Equipo no sometido a sobrecarga		Equipo (tales como motores o transformadores de potencia) que pueden ser sobrecargados			
			Operación normal		Operación anormal	
	°C	°F	°C	°F	°C	°F
E	200	392	200	392	200	392
F	200	392	150	302	200	392
G	165	329	120	248	165	329

Fuente: NEC 99 Tabla 500-5(f)

Lugares clase I

Son aquellos en los que hay o puede haber gases o vapores inflamables en el aire, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Dentro de estos lugares están incluidos:

Un lugar clase I, división 1, es un lugar:

- En el cual, en condiciones normales de funcionamiento puede existir concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables. **25-17(a)**
- En el cual, debido a operaciones de reparación o mantenimiento o a fugas, puede existir frecuentemente concentraciones inflamables de estos gases o vapores. **25-17(b)**
- En el cual, la falla o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueden liberar concentraciones inflamables de estos gases o vapores. **25-17(c)**

También se los puede clasificar mediante N° 1

- Lugares en los que se transvasen líquidos inflamables de un recipiente a otro. **25-17(d)**
- En los alrededores donde se trabaja con pintura o en el interior de cabinas de rociado en los que se utiliza disolventes inflamables. **25-17(e)**
- Lugares que contienen tanques o recipientes con líquidos volátiles inflamables. **25-17(f)**
- Cámaras de secado para el evaporamiento de disolventes inflamables. **25-17(g)**

- Lugares que tengan equipos de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes volátiles inflamables. **25-17(h)**
- Secciones de plantas de limpieza o tinturado que utilicen disolventes volátiles inflamables. **25-17(i)**
- Cuartos de generadores de gases en los que se puedan producir fugas de gases inflamables. **25-17(j)**
- Cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inadecuadamente ventilados. **25-17(k)**
- El interior de refrigeradores o congeladores en los que se guardan materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos. **25-17(l)**
- Todos los demás lugares en los que exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores de gases inflamables. **25-17(m)**

También se los puede clasificar mediante N° 2. Se puede presentar concentraciones de gases o vapores inflamables, continuamente o durante períodos prolongados de tiempo, ejemplo:

- El interior de encerramientos mal ventilados que contengan instrumentos que descarguen gases o vapores inflamables. **25-17(n)**
- El interior de tanques ventilados que contengan líquidos volátiles inflamables, el área entre partes externas e internas de la tapa de depósitos que contienen fluidos volátiles inflamables. **25-17(o)**

Siempre se debe evitar la instalación de equipos eléctricos en estos lugares en lo posible, de lo contrario, tomar las debidas precauciones. **25-17**

Un lugar clase I, división 2, es un lugar:

- En el cual se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en el que éstos están confinados normalmente en contenedores cerrados de los que pueden escapar únicamente por rotura accidental o avería de dichos contenedores. **25-18(a)**

- En el cual las concentraciones combustibles se evitan por ventilación mecánica forzada, en la que pueden convertirse en peligrosos por falla de este mecanismo de ventilación. **25-18(b)**
- Que está adyacente a un lugar de la clase I división 1 y al cual ocasionalmente se pueden comunicar concentraciones combustibles de gases o vapores. **25-18(c)**

Lugares clase II

Es aquel que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles, mediante la siguiente división:

Un lugar clase II división 1, es un lugar:

- En el cual en condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire, en condiciones suficientes para producir mezclas explosivas o combustibles. **25-19(a)**
- En el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipo puede producir estas mezclas. **25-19(b)**
- En el que puede haber polvos combustibles eléctricamente conductores en cantidades peligrosas. **25-19(c)**

Un lugar clase II división 2, es un lugar:

- En el que normalmente no hay polvo combustible en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como resultado de un mal funcionamiento de los equipos. **25-20(a)**
- En el que la acumulación de polvos combustibles sobre, dentro o en la cercanía de los equipos eléctricos puede interferir con la disipación segura de calor de dichos equipos. **25-20(b)**

Lugares clase III

Estos lugares son peligrosos debido a la presencia de fibras o partículas fácilmente combustibles, pero en el que es probable que éstas no estén en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas combustibles. Se dividen en:

Un lugar clase III, división 1, es un lugar en el que se manipulan, fabrican o usan fibras fácilmente combustibles o materiales que producen partículas combustibles.

25-21

Un lugar de clase III, división 2, es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables. **25-22**

2.5.2 Lugares clase I, II y III

En el caso proyectarse sistemas que contengan en su instalación eléctrica dispositivos como: transformadores, condensadores, medidores, instrumentos, relés, transformadores para instrumentos, resistencias, rectificadores, contactos, fusibles, conexiones, motores, generadores, equipos de control, bombas, interruptores automáticos, mecanismos de conmutación, bobinas y devanados, accesorios de alumbrado y demás equipos eléctricos, se deben instalar adecuadamente según las condiciones y requerimientos del lugar y sus características, según lo estipulado en la clasificación de los lugares y sus necesidades de seguridad; así, los lugares clase I son lo que requieren mayor cuidado en la instalación ya que tratan sobre vapores y líquidos inflamables, en la clase II, sobre polvos que pueden producir mezclas inflamables y en la clase III, fibras fácilmente inflamables. Para mayor detalle sobre la instalación de estos dispositivos eléctricos en los diferentes lugares y sus clasificaciones, revisar los artículos 501, 502, 503 del código NEC. **25-23**

2.5.3 Sistemas intrínsecamente seguros

Definiciones

Aparato Asociado. Aparato cuyos circuitos no son necesariamente intrínsecamente seguros, pero afectan la energía en los circuitos intrínsecamente seguros y se depende de ellos para mantener la seguridad intrínseca.

Aparato intrínsecamente seguro. Aparato en el que todos los circuitos son intrínsecamente seguros.

Aparato Sencillo. Un dispositivo que no genera ni almacena mas de 1.2 V, 0.1 A, 25 mW o 20 μ Julios.

Circuito intrínsecamente seguro. Circuito en el que cualquier chispa o efecto térmico producido no tiene la capacidad de ignición de una mezcla de material combustible o inflamable en el aire, en condiciones de ensayo determinadas.

Circuitos intrínsecamente seguros diferentes. Son circuitos intrínsecamente seguros en los que las posibles interconexiones no se han evaluado y aprobado como intrínsecamente seguras.

Plano de control. Plano u otro documento, que suministra el fabricante del aparato intrínsecamente seguro o aparato asociado, que indica en detalle las interconexiones permitidas entre el aparato intrínsecamente seguro y el aparato asociado.

Sistema intrínsecamente seguro. Conjunto de equipos intrínsecamente seguros interconectados, aparatos asociados y cables de interconexión en el cual, las partes del sistema que se puedan utilizar en lugares (clasificados como) peligrosos son circuitos intrínsecamente seguros. **25-24**

Instalación de los equipos. Los aparatos intrínsecamente seguros, aparatos asociados y otros equipos se deben instalar de acuerdo a los planos de control. Se permitirá instalar aparatos intrínsecamente seguros en cualquier lugar (clasificado como) peligroso para el que esté aprobado, **25-25**

Métodos de alambrado. Se permitirá instalar aparatos y alambrado intrínsecamente seguros con cualquiera de los métodos de alambrado adecuados para lugares no clasificados. **25-26**

Separación de los conductores intrínsecamente seguros

De los conductores de circuitos no intrínsecamente seguros.

- Los conductores y cables de circuitos intrínsecamente seguros que no estén en canalizaciones o bandejas portacables deben ir separados 50mm como mínimo y sujetos de modo que no entren en contacto con conductores y cables de circuitos no intrínsecamente seguros. **25-27(a)**
- Los conductores de los circuitos intrínsecamente seguros no se deben instalar en canalizaciones, bandejas portacables o cables con conductores que no sean de circuitos intrínsecamente seguros. **25-27(b)**
- Los conductores de circuitos intrínsecamente seguros deben estar separados 50mm como mínimo de cualquier circuito no intrínsecamente seguro. Estos conductores deben ir asegurados para que no entren en contacto con otro terminal. **25-27(c)**

Los circuitos intrínsecamente seguros diferentes deben ir en cables separados o estar separados entre sí mediante blindaje metálico puesto a tierra o deben tener un aislamiento con un espesor mínimo de 1mm. **25-28**

Puesta a tierra. Se debe poner a tierra los aparatos intrínsecamente seguros, los aparatos asociados, los blindajes de los cables, los encerramientos y las canalizaciones si son metálicos, la puesta a tierra, se la debe hacer con un electrodo adecuado. **25-29**

Conexión equipotencial. En lugares peligrosos, los aparatos intrínsecamente seguros, se deben conectar equipotencialmente. En los lugares no peligrosos, cuando se utilicen canalizaciones metálicas para el sistema de alambrado intrínsecamente seguro, en lugares peligrosos los aparatos asociados se deben conectar equipotencialmente. **25-30**

Sellado. Los conduits y cables que requieran ir sellados, deben ir adecuadamente para reducir al mínimo el paso de gases, polvos o vapores. **25-31**

Identificación

Los rótulos deben ser adecuados para el ambiente en el cual van a ser instalados.

Los aparatos intrínsecamente seguros se deben identificar en los terminales y empalmes de modo que se evite la interferencia accidental con otros circuitos durante los ensayos y revisiones técnicas. **25-32**

Las canalizaciones, bandejas portacables y cables a la vista de sistemas intrínsecamente seguros, se deben identificar mediante rótulos permanentes que lleven la inscripción “Alambrado intrínsecamente seguro”. El espacio entre rótulos no debe ser mayor a 7,6m a lo largo de todo el cable. **25-33**

Se permitirá código de colores para identificar los conductores intrínsecamente seguros. Cuando son de color azul claro y no haya otros conductores con este color, este color se puede utilizar para canalizaciones, bandejas portacables y cajas de empalmes que contienen alambrado intrínsecamente seguro. **25-34**

2.5.4 Lugares clase I, zonas 0, 1 y 2

Alcance. Este artículo trata sobre los requisitos para clasificación por zonas, como una alternativa al sistema de clasificación por divisiones antes tratada, para equipo eléctrico, electrónico y alambrado a todas las tensiones en lugares clasificados como peligrosos de clase I, zonas 0, 1 y 2, en donde puede existir riesgo de explosión debido a la presencia de gases, vapores o líquidos inflamables. **25-35**

Técnicas de protección

Los equipos eléctricos y electrónicos localizados de acuerdo con el método de zona pueden estar protegidos por los siguientes métodos:

En clase I, zona 1, equipos aprobados como “a prueba de llama” “d”, que son muy similares a los equipos a prueba de explosión en los EEUU. **25-36**

Equipos purgados y presurizados para lugares clase I, zona 1 o 2 para los cuales están aprobados. **25-37**

Técnicas de seguridad intrínseca para clase I, zona 0 o 1 para los cuales están aprobados. **25-38**

En clase I, zona 2, equipos aprobados como tipo “n”, los cuales bajo operación normal, no pueden encender una atmósfera de gas explosiva o circundante, así como tampoco una falla que provoca una explosión. **25-39**

Técnica de inmersión de aceite “o”, para clase I, zona 1, en donde el equipo o parte de él está sumergido en un líquido protector, de manera que un gas explosivo sobre o fuera del encerramiento no puede ser encendido. **25-40**

Un tipo de técnica de protección de seguridad incrementada “e” aprobado para clase I, zona 1, en donde el equipo eléctrico involucrado no produce arcos, chispas ni temperatura excesiva bajo operación normal. **25-41**

La técnica de encapsulado “m” en la cual las partes que forman arco, que producen chispas o que están calientes, están rodeadas de un compuesto, de manera que un gas o vapor explosivo no puede ser encendido en un área clase I, zona 1. **25-42**

Una técnica que usa el llenado con polvo “q” en la cual las partes del equipo que forman arco, producen chispas o están calientes, están rodeadas por un material tal como polvo de vidrio o cuarzo, para impedir la ignición de una atmósfera explosiva externa en un área clase I, zona 1. **25-43**

Certificación, marcado y documentación

Los equipos que se utilicen para diferentes zonas deben ser certificados para las mismas. Se permite que el equipo certificado para zona 1, se utilice en una zona 2 para el mismo vapor o gas. **25-44**

Los equipos se deben marcar permitiendo que el equipo aparte de tener el marcado de clase y división tenga el marcado de clase y zona según la Tabla 2.48. **25-45**

Tabla 2.48. Designación de tipos de protección

Designación	Técnica	Zona*
d	Encerramiento a prueba de llama	1
e	Seguridad incrementada	1
ia	Seguridad intrínseca	0
ib	Seguridad intrínseca	1
[ia]	Aparatos asociados intrínsecamente seguros	No peligrosa
[ib]	Aparatos asociados intrínsecamente seguros	No peligrosa
m	Encapsulado	1
nA	Equipos que no producen chispas	2
nC	Equipos que producen chispa en los cuales los contactos están protegidos adecuadamente, diferentes de los encerramientos con respiración restringida	2
nR	Encerramientos con respiración restringida	2
o	Inmersión en aceite	1
p	Purgado y presurizado	1 ó 2
q	Relleno con polvo	1

* No se usa una designación cuando se utiliza una combinación de técnicas.

Fuente: NEC 99 Tabla 505-10(b)(1)

Para mayor detalle a cerca de marcado, clasificación de temperaturas, clasificación por zonas, métodos de alambrado, distancias, motores y generadores y puestas a tierra, referirse al artículo 505 del código NEC. **25-46**

2.5.5 Garajes comerciales para reparación y almacenamiento

Alambrado en espacios sobre lugares clase I

El alambrado en este tipo de lugares debe ir en canalizaciones metálicas, conduit rígido no metálico, tuberías eléctricas no metálicas, conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos. **25-47**

Para los aparatos colgantes se debe utilizar un cordón flexible adecuado y aprobado para uso pesado. **25-48**

Deben existir medios aprobados 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 los aparatos. **25-49**

Los tomacorrientes para enchufes de conexión en una posición fija deben estar ubicados por encima del nivel de cualquier lugar definido como clase I. **25-50**

Equipos por encima de los lugares clase I. Los equipos que estén a menos de 3,66m sobre el nivel del piso y que puedan producir arcos o chispas o partículas de metal caliente, como cortocircuitos, interruptores, paneles de carga, generadores, motores y otros equipos, no se pueden instalar ni operar. De manera similar ocurre con los focos y boquillas, que puedan estar expuestos a daños físicos, deben estar ubicadas por lo menos a la misma altura. **25-51**

Protección del personal mediante interruptores del circuito contra fallas a tierra. Este tipo de protección deben tener todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V para 15 y 20 A, instalados en áreas donde se utilicen equipos eléctricos de diagnóstico, herramientas eléctricas manuales o accesorios de alumbrado portátiles. **25-52**

2.5.6 Plantas de almacenamiento a granel y Procesos de aplicación por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento

En el caso proyectarse sistemas para Plantas de almacenamiento a granel y Procesos de aplicación por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento, la información referente la instalación eléctrica en estos lugares se trata en los artículo 515 y 516 respectivamente del código NEC, dentro de plantas de almacenamiento a granel se encontrarán temas como: Definiciones, alumbrado y equipos, sellado, suministro de combustible y puesta a tierra y para procesos de aplicación por rociado, procesos de inmersión y recubrimiento temas como, clasificación de los lugares, alumbrado y equipos, soporte de piezas, controles automáticos, puesta a tierra, aislamiento, recubrimiento y señalización. 25-53

2.5.7 Instalaciones de asistencia médica

2.5.7.1 Generalidades

Definiciones

Alumbrado de trabajo: equipos de alumbrado mínimos requeridos para realizar las tareas necesarias en las áreas descritas incluido el acceso seguro a los suministros y equipos y el acceso a las salidas.

Anestésicos inflamables: Gases o vapores como el fluroxeno, ciclopropano, éter divinílico, cloruro de etilo, éter etílico y etileno, que pueden formar mezclas inflamables o explosivas con el aire, oxígeno o gases reductores como el óxido nitroso.

Área de camas de los pacientes: Lugar en donde se encuentran las camas donde duermen los pacientes hospitalizados o la mesa de procedimientos utilizada en las áreas críticas de cuidado al paciente.

Área de cuidado de paciente: Cualquier parte de una instalación de asistencia médica en la que se examinan o tratan pacientes.

Áreas de cuidado general: Son las habitaciones de los pacientes, salas de reconocimiento, salas de tratamiento, clínicas y áreas similares en las que está previsto que el paciente entre en contacto con artefactos eléctricos

normales, como timbres para llamado de enfermeras, camas eléctricas, focos de examen, teléfonos y artefactos de entretenimiento.

Áreas de cuidado crítico: Son las unidades de cuidados especiales, intensivos, coronario, laboratorios angiográficos, laboratorios de cateterismo cardiaco, salas de partos, quirófanos y áreas similares.

Lugares mojados: Son las áreas de cuidado de los pacientes expuestas, normalmente, a condiciones mojadas mientras están presentes los pacientes.

Centro de acogida: Edificio o parte de este, utilizado para albergar y atender las 24 horas a 4 personas o más que por su incapacidad física o mental no puedan satisfacer su necesidades.

Monitor de aislamiento físico de línea: Instrumento de prueba diseñado para comprobar continuamente la impedancia equilibrada y desequilibrada de cada línea de un circuito separada a tierra y equipado con un circuito de prueba incorporado para accionar la alarma sin aumentar el riesgo de corriente de fuga.

Ramal crítico: Subsistema de un sistema de emergencia, compuesto de alimentadores y circuitos en derivación que suministren energía para puntos críticos de iluminación o tomacorrientes.

25-54

2.5.7.2 Alambrado y protección

Áreas de cuidado general. Cada área para una cama de paciente debe estar alimentada por lo menos por 2 circuitos en derivación, el uno, el normal y el otro, el de emergencia. Este espacio debe estar alimentado como mínimo por 4 tomacorrientes sencillos o dobles o una combinación, los tomacorrientes deben ser de tipo hospitalario. En centros pediátricos, los tomacorrientes deben tener una cubierta certificada de resistencia a la manipulación. 25-55

Área de cuidados críticos. Cada área para una cama de paciente debe estar alimentada por lo menos por 2 circuitos en derivación, el uno, el normal y el otro, el de emergencia y éstos deben estar debidamente marcados. Este espacio debe estar alimentado como mínimo por 6 tomacorrientes sencillos o dobles o una

combinación, en donde uno de ellos debe estar conectado al circuito en derivación de emergencia, los tomacorrientes deben ser de tipo hospitalario. **25-56**

Lugares mojados. Todos los tomacorrientes y equipos que vayan dentro del área de un lugar mojado deben estar protegidos por un interruptor de circuito contra falla a tierra, para la protección de las personas. Estos equipos deben ser certificados para este uso. **25-57**

2.5.7.3 Sistema eléctrico esencial

En hospitales

Estos sistemas deben contar de 2 sistemas independientes, el de emergencia y el de equipos, capaces de alimentar un número limitado de alumbrado y fuerza, que se consideren esenciales para la seguridad de la vida y la operación efectiva del hospital durante el tiempo en el que el servicio eléctrico se interrumpa por cualquier razón. **25-58**

El de emergencia se limita a circuitos esenciales de seguridad para la vida, el sistema de equipos deben alimentar los principales equipos eléctricos necesarios para el cuidado de los pacientes. Cualquiera de los 2 circuitos, debe tener como máximo 150 KVA. **25-59**

Estos 2 circuitos de derivación deben mantenerse totalmente independientes de cualquier otro alambrado y no deben entrar en las mismas canalizaciones con ningún otro alambrado, estos 2 circuitos si pueden ir juntos. **25-60**

Sistemas de emergencia. Las funciones de cuidado de pacientes que dependen del alumbrado o artefactos conectados al sistema de emergencia, se deben dividir obligatoriamente en 2 circuitos de derivación, el de seguridad para la vida y el crítico y deben estar conectados de modo que se activen automáticamente máximo 10 segundos después de la interrupción de la alimentación normal. **25-61**

Derivación de seguridad para la vida. Este circuito de derivación debe alimentar únicamente a los alumbrados de los medios de salida como corredores, pasillos, escaleras, etc; señales de salida, sistemas de alarma y alerta, sistemas de comunicaciones, cuartos de los grupos de generadores y ascensores. **25-62**

Derivación crítica. El circuito de derivación crítico debe alimentar el alumbrado de trabajo, los equipos fijos, los tomacorrientes seleccionados y los circuitos de alimentación especiales. Este circuito de derivación se puede subdividir en 2 o más circuitos de derivación. Todos los tomacorrientes deben ir identificados a que circuito crítico pertenecen. **25-63**

Conexión automática al circuito de derivación para la vida. Este circuito en derivación se debe instalar y conectar a la fuente de alimentación alternativa de forma que todas las funciones especificadas se reestablezcan automáticamente máximo 10 segundos después de la interrupción del servicio normal. **25-64**

2.5.7.4 Instalación de rayos x

Para la instalación de aparatos de rayos x, conexiones, conductores, calibres y medios de desconexión, se debe realizar conforme se ha detallado anteriormente, para más detalle, remitirse al artículo 517-71 al 517-78 del código NEC. **25-65**

2.5.7.5 Sistemas de alimentación aislados físicamente

Sistemas de alimentación aislados físicamente

Instalación:

Cada circuito de alimentación separado debe estar controlado por un interruptor que tenga un polo de desconexión en cada conductor del circuito aislado. Los circuitos de alimentación del primario de los transformadores de aislamiento físico deben funcionar a no más de 600 V entre conductores y estar dotados de una adecuada protección contra sobrecorriente. **25-66(a)**

Los transformadores de aislamiento físico no se deben instalar en lugares clasificados como peligrosos, este transformador no debe alimentar a más de una sala de operación. Los conductores de un circuito separado se deben identificar como: conductor separado N° 1: naranja y conductor separado N° 2: marrón. En estos conductores no se deben usar compuestos para el alado de los cables que aumenten la constante dieléctrica. **25-66(b)**

Además de los dispositivos normales de protección cada uno de estos sistemas debe estar provisto de un monitor de aislamiento físico que funcione continuamente para indicar las corrientes totales de riesgo. 25-67

2.5.8 Sitios de concentración masiva de personas

Todos los sitios o lugares de concentración de personas se refieren a espacios físicos o estructuras diseñadas para reunir a 100 personas o más. Entre estos sitios podemos citar los siguientes:

- Sitios de reunión	518
- Teatros, áreas de audiencia de los estudio de cine y de televisión y lugares similares	520
- Carnavales, circos, ferias y eventos similares	525
- Estudios de cine, de televisión y lugares similares	530
- Proyectores de cine	540

Para todos estos lugares se deben tener muy en cuenta para su seguridad, los métodos de alambrado, tableros de distribución (fijos o portátiles), instalación de equipos, medios de desconexión, puesta a tierra entre otros.

En cuanto a los *métodos de alambrado* en sitios de reunión, teatros y similares, se deben utilizar canalizaciones metálicas o cables tipo MI, MC o AC con un conductor de puesta a tierra de equipos. Para carnavales y similares se deben utilizar cordones o cables flexibles, deben estar certificados para uso pesado y si se usan en exteriores para lugares mojados y resistentes a la luz del sol; en conductores sencillos se utiliza calibre N° 2 o mayor. En lo referente a estudios de televisión y similares, el alambrado permanente debe ser con cables de tipo MC o MI y para alambrado portátil con cables y cordones flexibles, certificados para uso pesado.

Los *tableros de distribución* fijos para todos estos lugares se deben alimentar desde salidas de alimentación certificadas de capacidad nominal de corriente y tensión suficientes y para tableros de distribución portátiles está permitido conectarlos mediante cables y cordones flexibles. Todos los tableros de distribución deben tener

el frente muerto, estar protegidos en todas sus dimensiones con cubiertas metálicas, y pueden ser de los tipos: manual, de control remoto e intermedio.

Para la instalación de los equipos se debe tener en cuenta la capacidad nominal de sus circuitos, su montaje debe ser asegurado firmemente y deben cumplir cada uno de los requisitos citados en este análisis de acuerdo al equipo a ser instalado.

Los medios de desconexión para los circuitos que sirven a cada uno de estos lugares se deben ubicar en los tableros de distribución y deben ser de protección contra sobre corriente para circuitos de derivación tanto de iluminación como de tomacorrientes. Si existen reguladores del nivel de iluminación en conductores no puestos a tierra estos deben tener un dispositivo de protección contra sobre corriente con una capacidad nominal máxima del 125 % de la capacidad nominal del regulador.

Todos los circuitos eléctricos de estos sitios deben tener protección o conexión de puesta a tierra tanto de equipos como de circuitos.

En el caso proyectarse instalaciones eléctricas para estos lugares, la información completa se detalla en los artículos 518, 520, 525, 530 y 540 del código NEC. **25-68**

2.5.9 Edificaciones agrícolas

Alcance

Este artículo se refiere a edificaciones en donde se pueda acumular polvo excesivo o polvo con agua incluidas todas las áreas de las granjas de pollos, establos y sistemas de cría de peces. **25-69**

En lugares en donde los excrementos de las aves de corral y animales puedan causar vapores corrosivos, en donde estas se puedan combinar con el agua y en áreas en donde estén húmedas o mojadas debido a que se lava periódicamente para su limpieza y saneamiento con agua y agentes limpiadores. **25-70**

Métodos de alambrado

Los métodos de alambrado empleados deben ser cables de tipo UF, NMC, SE, de cobre, Conduit no metálico rígido, Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos y demás accesorios adecuados para este tipo de lugares. **25-71**

Todos los cables se deben asegurar a una distancia mínima de 203mm de cada gabinete, caja o herraje, el espacio de aire de 7mm requerido en las cajas no metálicas, herrajes, conduits y cables, no se exigirán en las edificaciones tratadas en este análisis. **25-72**

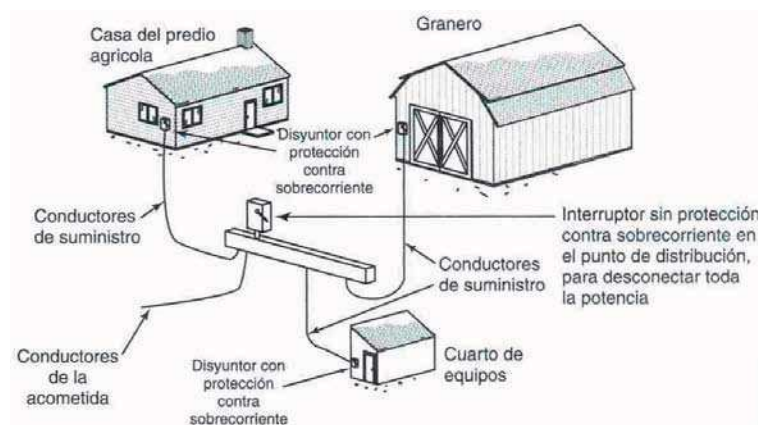
Si es necesario utilizar conexiones flexibles, éstas deben ser herméticas al polvo, líquido e identificadas para uso pesado y sujetadas con elementos certificados para este propósito. **25-73**

Toda instalación debe tener puesta a tierra, según lo indicado anteriormente y bajo las condiciones de seguridad implicadas. **25-74**

Interruptores, interruptores automáticos, controladores y fusibles. Estos dispositivos deben estar provistos de encerramientos según en donde se los vaya a instalar, es decir tener en cuenta la presencia de polvo excesivo y polvo con agua, o en atmósferas corrosivas y tomar las debidas precauciones. **25-75**

Motores, accesorios de alumbrado. Los motores y cualquier otra máquina eléctrica rotativa o no, deben estar cubiertas totalmente para evitar la entrada de polvo, humedad y partículas corrosivas. **25-76**

En los siguientes gráficos se ilustran la ubicación del equipo de acometida, alimentadores, medios de conexión y puesta a tierra ya sea ubicados en la edificación o en el punto de distribución. Para mayor detalle a cerca de este tema, referirse al artículo 547 del código NEC. **25-77**



¹⁰Figura 2.9: Medio de desconexión ubicado en el punto de distribución.

¹⁰ Manual NEC 1999 fig 547.3

2.6 EQUIPOS ESPECIALES

2.6.1 Avisos luminosos eléctricos e iluminación de contorno

2.6.1.1 Generalidades

Certificación. Los avisos luminosos y la iluminación ya sean fijos, móviles o portátiles, deben estar certificados e instalados de acuerdo a esta certificación. **26-1**

Marcas. Deben tener marcada la potencia máxima de las lámparas en vatios, la tensión de entrada y la corriente nominal en un lugar visible durante el reemplazo de estas. **26-2**

Circuitos de derivación

Todos los inmuebles comerciales, ya sea edificios o predios a los que tengan acceso los peatones, deben tener mínimo una salida en un lugar accesible de cada entrada para la conexión de sistemas de iluminación. **26-3**

Las salidas deben estar alimentadas desde un circuito de derivación de 20 A nominales como mínimo que no alimente a otras cargas. Para circuitos que solo alimenten a instalaciones con tubos de neon debe tener una corriente nominal menor de 30 A. La carga calculada del circuito de derivación requerido debe ser mínimo de 1200 VA. **26-4**

Todo el alambrado de alimentación debe terminar en un encerramiento. Se permite utilizar los encerramientos de los avisos luminosos y transformadores como cajas de paso o de unión para conductores de alimentación. Además se permite que los postes metálicos utilizados como soportes de los avisos encierren los conductores de alimentación. **26-5**

Métodos de desconexión. Todos los circuitos de alimentación de este tipo de iluminación deben tener interruptores o interruptores automáticos operables desde el exterior que desconecte todos los conductores no puestos a tierra. Este debe estar ubicado desde el alcance de la vista desde el aviso luminoso. La capacidad de estos interruptores debe ser la adecuada tomando en cuenta la corriente nominal para controlar las cargas inductivas. **26-6**

Puesta a tierra. Todos los avisos luminosos y las partes energizadas se deben poner a tierra adecuadamente. Las partes metálicas que no excedan los 50 mm en ninguna dimensión, que no tengan posibilidad de energizarse, no necesitan puesta a tierra. **26-7**

Encerramientos. Las partes energizadas, excepto las bombillas y tubos de Neón, deben estar en encerramientos que posean alta resistencia estructural y rigidez, estos deben ser de metal o estar certificados, pueden estar fabricados de lámina de cobre o aluminio de 0.02 pulg de espesor como mínimo, si son de acero deben ser de 0.016 pulg como mínimo, todos estos deben estar protegidos contra la corrosión. **26-8**

Ubicación

Estos sistemas deben estar como mínimo a 4,4 m por encima de las zonas accesibles a vehículos a menos que estén protegidos contra daños físicos. Los tubos de Neón accesibles a los peatones diferentes a los de avisos luminosos portátiles de ubicación seca, deben estar protegidos contra daños físicos. **26-9**

Los sistemas luminosos de contorno se deben instalar de modo que los materiales combustibles adyacentes no estén sometidos a temperaturas mayores a los 90° C. La distancia de éstos y madera u otros combustibles debe ser mayor a 50mm. **26-10**

Los equipos de avisos luminosos instalados en lugares mojados excepto los certificados deben ser a prueba de intemperie y tener orificios de drenaje no menores a ¼ de pulg ni mayores a ½ pulg, en cada parte separada de los equipos debe tener como mínimo un orificio de drenaje, estos orificios no deben encontrar obstrucciones externas. **26-11**

Balastos, transformadores y fuentes de alimentación electrónicas

Estos elementos deben estar ubicados en lugares accesibles y bien sujetos en su lugar, deben instalarse lo más cerca que se pueda de las bombillas o tubos de Neón. Deben ser a prueba de intemperie o de tipo exterior, deben estar protegidos para estas condiciones en un cuerpo de aviso luminoso o un encerramiento independiente. **26-12**

Todos estos elementos cuando no estén instalados en un aviso luminoso, se deja un espacio de trabajo mínimo de 1m para el alto, ancho y fondo. **26-13**

Se permite instalar estos elementos en áticos y terrazas siempre que el acceso sea de 1m por 0,6m como mínimo y un pasillo de mínimo 1m de alto por 0,6m de ancho con un corredor permanente y adecuado de 0,3m de ancho que vaya desde el punto de entrada hasta el componente. **26-14**

También se pueden instalar estos elementos en cielos rasos suspendidos siempre que sus encerramientos estén bien sujetos y no se apoyen en los soportes del techo suspendidos. **26-15**

Balastos. Deben estar certificados e identificados para su destino, además protegidos térmicamente. **26-16**

Transformadores y fuentes de alimentación electrónicas

Deben estar certificados e identificados para su destino, además deben tener una protección del secundario contra fallas a tierra. La tensión del circuito del secundario no debe superar los 15kV bajo ninguna condición, de igual manera cualquier terminal de salida del secundario con respecto a tierra, no debe superar los 7,5kV. **26-17**

De igual manera su secundario debe tener una corriente nominal menor a 300mA. Las salidas del secundario no se deben conectar en serie ni en paralelo y deben estar debidamente marcados indicando que cuentan con protección contra falla del secundario. **26-18**

Para proyectos de iluminación en los que se necesiten usar Tubos de siluetas de neón instaladas en sitio, se deben revisar los artículos 600-30 al 600-42, en donde se tratan temas como, aplicabilidad, conductores del secundario, tubos de Neón y conexión de electrodos. **26-19**

2.6.2 Ascensores, pequeños ascensores de carga, escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas

2.6.2.1 Generalidades

Definiciones

Controlador de movimiento: Dispositivos que regulan la velocidad, aceleración, retardo y parada del elemento móvil.

Controlador de operación: Dispositivos eléctricos para el sistema de control que inicia el arranque, parada y dirección de movimiento y respuesta a una señal, procedente de un dispositivo de operación.

Controlador del motor: Dispositivos de arranque y equipos convertidores de corriente para accionar un motor eléctrico o unidades de bombeo.

Dispositivos de operación: Interruptor de carro, pulsadores, teclas, interruptores de palanca u otros dispositivos utilizados para activar el controlador de operación.

Equipo de señales: Incluye equipo visual y sonoro, como timbres, campanas, luces y pantallas que transmiten información al usuario.

Sistema de control: Sistema general que regula la puesta en marcha, parada, dirección de movimiento, velocidad, aceleración y retardo del elemento móvil.

26-20

Límites de tensión. La tensión de alimentación no debe superar los 300 V entre conductores. Los circuitos en derivación para controladores de operación de puertas y motores de puertas y los alimentadores y circuitos de derivación para controladores de motores, motores de accionamiento de máquina, frenos de máquina y grupos motogeneradores no deben tener una tensión mayor a los 600 V. Los circuitos de alumbrado deben estar conectados adecuadamente. **26-21**

Partes energizadas encerradas. Todas estas partes de aparatos eléctricos que haya en los fosos o paradas de ascensores, escaleras o pasillos mecánicos, sobre las cabinas de los ascensores y pequeños ascensores de carga y dentro de ellos y lugares de los motores, ascensores y elevadores de sillas de ruedas, deben estar encerradas para evitar cualquier contacto accidental. **26-22**

Espacios de trabajo. Las partes energizadas de los equipos eléctricos deben estar debidamente resguardadas, separadas o aisladas permitiendo la revisión, inspección y ajuste de los equipos sin quitar esta protección. Las partes no aisladas que no tengan una tensión eficaz mayor de 30 V, 42 V de pico o 60 V de c.c. **26-23**

2.6.2.2 Conductores

Aislamiento de los conductores

Debe cumplir:

Los conductores que van desde el foso vertical del elevador hasta los enclavamientos de las puertas del foso del ascensor deben ser retardantes de llama y adecuados para una temperatura de mas de 200° C, los conductores deben ser de tipo SF o similar. **26-24**

En conexiones flexibles los cables móviles entre la cabina del ascensor o pequeño elevador de carga o entre contra peso y la canalización deben cumplir lo establecido en la Tabla (2.30). **26-25**

Todos los conductores en canalizaciones deben tener aislamiento retardante de las llamas, es decir de tipo MTW, TF, TFF, TFN, TFFL, THHN, THW, THWN, TW, XHHW y cualquier cable diseñado con estas características. **26-26**

Todos los conductores deben tener aislamiento como mínimo igual al del máximo voltaje nominal del circuito aplicado a cualquier conductor. **26-27**

Calibre mínimo de conductores. Debe ser en cables móviles para circuitos de alumbrado conductores de cobre N° 14, N° 20 o de menor calibre en paralelo, siempre que la capacidad de corriente sea equivalente a la del cobre N° 14. Para otros circuitos se permite conductores de calibre N° 20. En otros alambrados se permite conductores de cobre N° 24 si están certificados. **26-28**

Conductores del alimentador y de circuitos en derivación

La capacidad de corriente de los conductores se debe basar en la corriente nominal por placa de características del motor de accionamiento del grupo.

Los conductores que alimenten a un solo motor, controlador o transformador deben tener una capacidad de corriente mayor al porcentaje de la corriente por placa de características del equipo. **26-29**

Los conductores que alimenten a mas de un motor, controlador o transformador, deben tener una capacidad de corriente mayor a la suma de las corrientes de los

datos de placa de estos equipos, más todas las demás cargas conectadas a estos conductores. **26-30**

Factor de demanda del alimentador. Los conductores del alimentador deben estar de acuerdo a los requisitos del Tabla 2.49. **26-31**

Capacidad nominal de controladores de motores. Se permite que la capacidad nominal sea menor a la corriente nominal del motor del ascensor cuando el controlador intrínsecamente limite la potencia disponible al motor y este marcado como de potencia limitada. **26-32**

Tabla 2.49. Factores de demanda de los conductores del alimentador para ascensores

Número de ascensores conectados al mismo alimentador	Factor de demanda
1	1.00
2	0.95
3	0.90
4	0.85
5	0.82
6	0.79
7	0.77
8	0.75
9	0.73
De 10 en adelante	0.72

Fuente: NEC 99 Tabla 620-14

2.6.2.3 Alambrado

Métodos de alambrado

Los conductores y cables de fibra óptica ubicados en los ascensores, canalizaciones de escaleras, pasillos mecánicos, en elevadores y ascensores de sillas de ruedas, cuartos de máquinas, sobre cabinas y cuartos de control, se deben instalar en conduit metálico rígido, intermedio, tuberías eléctricas metálicas, conduit rígido no metálico o canalizaciones de cables o deben ser cables tipo MC, MI o AC. **26-33**

Circuitos de derivación para alumbrado y tomacorrientes del cuarto de máquinas o del sitio de la maquinaria

Debe existir un circuito en derivación independiente para el alumbrado y tomacorrientes del cuarto de máquinas. **26-34**

En cada cuarto de máquinas o sitio de maquinaria debe existir como mínimo un tomacorriente dúplex monofásico a 125 V. **26-35**

Circuitos de derivación para alumbrado y tomacorrientes del pozo del foso del ascensor. Debe existir un circuito de derivación independiente que brinde alimentación a los accesorios y tomacorrientes del pozo del foso del ascensor. En el pozo del foso del ascensor debe existir como mínimo un tomacorriente dúplex monofásico de 125 V. **26-36**

2.6.2.4 Instalación de conductores

Conductores superficiales metálicos y no metálicos. En un conducto la suma del área de las secciones transversales no debe superar el 50 % del área de dicho conducto. Los tramos verticales de los conductores se deben sujetar bien a intervalos no mayores a 4,6m y no debe tener más de una unión entre apoyos, la unión de canalizaciones debe ser rígida. **26-37**

Numero de conductores en una canalización. En una canalización la suma del área de las secciones transversales no debe superar el 40 % del área de dicha canalización. **26-38**

Soportes. Los soportes de los cables o canalizaciones en los fosos de los ascensores, escaleras o pasillos mecánicos o de ascensores o elevadores de sillas de ruedas, deben estar bien sujetos al riel de la guía, armazón, pasillo móvil o foso del ascensor. **26-39**

Sistemas diferentes en una canalización o cable móvil. Se permite que los cables de fibra óptica y conductores de los dispositivos de operación, control, movimiento, potencia, señalización, alarmas, alumbrado, calefacción y aire acondicionado de 600 V o menos, estén instalados en el mismo cable móvil o sistema de canalización, también se puede incluir cables coaxiales. Se permite conductores cubiertos de blindaje para comunicaciones telefónicas, audio video o alta frecuencia. **26-40**

Alambrado en fosos de ascensores y cuartos de máquinas

Se permite que dentro de éstos ambientes existan alambrado, cables, canalizaciones, utilizados directamente en conexión con el artefacto móvil, incluido el alambrado de señales, comunicación, alumbrado, etc. **26-41**

Se debe conectar equipotencialmente los rieles del ascensor del equipo móvil, con los conductores de bajada para puesta a tierra del sistema de protección contra rayos,

éstos no deben ser instalados dentro del foso del equipo móvil, pero éstos no pueden reemplazar al cable de protección. **26-42**

Los alimentadores principales para la alimentación del equipo móvil se deben instalar fuera del foso del equipo móvil. **26-43**

2.6.2.5 Cables móviles

Suspensión de cables móviles. Deben estar suspendidos de manera que se reduzca al mínimo la tensión sobre los mismos, soportándolos con: soportes de acero, con un bucle con el cable alrededor de los soportes, cuando su longitud libre sea menor a 30,5m o suspendiéndolos de los soportes por un mecanismo que automáticamente haga presión alrededor del cable cuando aumente la tensión, siempre que la longitud libre sea de 61m. **26-44**

Ubicación y protección de los cables. Deben estar ubicados y protegidos de tal manera que se reduzca al mínimo la posibilidad de daño de los mismos. **26-45**

Instalación de los cables móviles. Se permite que un cable móvil esté fuera de una canalización, si su distancia es menor a 1,83m. **26-46**

2.6.2.6 Medios de desconexión y control

Medios de desconexión

El medio de desconexión debe desconectar todos los conductores de alimentación de fuerza no puestos a tierra. El medio de desconexión debe ser un interruptor con fusible del circuito del motor, encerrado y operable externamente o un interruptor automático, que se pueda bloquear en posición de abierto. **26-47**

No se debe poder abrir ni cerrar el medio de desconexión desde cualquier otra parte del predio. La alimentación solo se debe reestablecer manualmente. **26-48**

El medio de desconexión debe ser accesible a personal calificado

- En ascensores con o sin control de campo del generador, el medio de desconexión, debe estar ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor. **26-49(a)**

- En escaleras y pasillos mecánicos el medio de desconexión se debe instalar en el espacio donde se ubica el controlador. **26-49(b)**
- En ascensores y elevadores para sillas de ruedas, el medio de desconexión se debe instalar al alcance de la vista desde el controlador del motor. **26-49(c)**

Cuando en un cuarto de máquinas exista más de una máquina de accionamiento, los medios de desconexión deben estar numerados para indicar claramente las máquinas de accionamiento que controlan. **26-50**

Alimentación de potencia desde más de una fuente

En instalación de ascensores de una o varias cabinas, los equipos que reciban alimentación eléctrica desde más de una fuente, deben tener un medio de desconexión para cada fuente de potencia. **26-51**

Si existe varios medios de desconexión se debe instalar sobre o cerca del medio de desconexión un cartel de advertencia en el que se lea claramente el siguiente aviso: ADVERTENCIA- LAS PARTES DEL CONTROLADOR NO QUEDAN DESENERGIZADAS POR ESTE INTERRUPTOR. **26-52**

Cuando la interconexión entre controladores sea necesaria para la operación de varias cabinas, se debe instalar avisos de advertencia como el anterior. **26-53**

Medios de desconexión del alumbrado, tomacorrientes, equipos de ventilación, calefacción y aire acondicionado. Los ascensores deben tener un solo medio que desconecte a todos los conductores no puestos a tierra de los circuitos de alimentación de estos equipos eléctricos, debe estar ubicado en el cuarto de máquinas de esa cabina o en el sitio de la maquinaria de dicha cabina, si existe mas de uno deben estar numeradas. **26-54**

2.6.2.7 Protección contra sobrecorriente

Protección contra sobrecorriente

Debe ser de la siguiente manera:

Los dispositivos de operación, control y circuitos de señalización deben estar protegidos contra sobrecorriente adecuadamente. **26-55**

Protección de motores contra sobrecargas:

- Todos los motores y equipos de accionamiento de ascensores, deben estar clasificados como de ciclo intermitente y tomando en cuenta esto debidamente protegidos contra sobrecargas. **26-56(a)**
- Todos los motores y equipos de accionamiento de escaleras y pasillos mecánicos, deben estar clasificados como de ciclo continuo y tomando en cuenta esto debidamente protegidos contra sobrecargas según la Tabla 2.44. **26-56(b)**

Coordinación selectiva. Cuando exista mas de un medio de desconexión en un solo alimentador, estas protecciones deben estar debidamente coordinadas. **26-57**

2.6.2.8 Cuarto de máquinas

Resguardo del equipo. Este propósito se lo debe hacer a todos los grupos motogeneradores, controladores, máquinas de accionamiento y desconexión de ascensores, escaleras, etc; mediante el debido cuarto o encerramiento. **26-58**

2.6.2.9 Puesta a tierra

Canalizaciones metálicas unidas a las cabinas. Todas las canalizaciones metálicas deben conectarse equipotencialmente a las partes metálicas puestas a tierra de la cabina con la que estén en contacto. **26-59**

Ascensores eléctricos. En estos, las carcasas de todos los motores eléctricos y demás equipos eléctricos se deben poner a tierra adecuadamente. En ascensores que no sean eléctricos pero que tengan conductores eléctricos unidos a la cabina, también se debe realizar lo especificado, al igual que en escaleras o pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas. **26-60**

Interruptor de circuito contra fallas a tierra, para la protección de las personas. Todos los tomacorriente monofásicos de 125 V y 15 o 20 A instalados en los pozos, encima de las cabinas, escaleras y pasillos mecánicos, deben ser del tipo interruptor del circuito contra falla a tierra. Estos tomacorrientes instalados en cuartos de

máquinas y sitios de maquinaria deben tener protección mediante interruptor de circuito contra fallas a tierra para el personal. **26-61**

2.6.2.10 Sistemas de reserva y emergencia

Sistemas de reserva y emergencia

Los ascensores pueden tener sistemas eléctricos de reserva.

En sistemas de ascensores que regeneren energía y que devuelvan a la fuente de alimentación y que sean incapaces de absorber la energía regenerativa bajo condiciones de sobrecarga transportada por el ascensor, se debe instalar un medio que absorba dicha energía. **26-62**

Se permite utilizar otras cargas del edificio, como fuerza y alumbrado como medio de absorción de energía requerido en el inciso anterior, siempre que estas se conecten automáticamente al sistema de reserva y sean lo suficientemente grandes para absorber la energía regenerativa del ascensor. **26-63**

Los medios de desconexión deben desconectar tanto el sistema de alimentación normal como de emergencia, debe incluir un contacto auxiliar, que abra positivamente en forma mecánica y la apertura no debe depender exclusivamente de resortes. **26-64**

2.6.3 Equipos de informática

Circuitos de alimentación y cables de interconexión

Los conductores del circuito de derivación que alimente a varias unidades de procesamiento de datos deben tener una capacidad de corriente mayor al 125 % de la carga total conectada. **26-65**

Los equipos de procesamiento pueden estar conectados al circuito de derivación mediante cables y enchufes de conexión, aptos para computadoras y similares, cables flexibles con enchufes de conexión o grupos de cables. Cuando estos vayan sobre la superficie del piso deben estar protegidos debidamente contra daños físicos. Todos estos medios de conexión deben ser certificados para este fin. **26-66**

Las unidades de procesamiento deben estar conectadas entre sí por medio de cables y conjunto de cables certificados, si van sobre el piso deben estar protegidos contra daños físicos. **26-67**

Se permiten instalar los cables de fuerza, de comunicaciones, de conexión e interconexión y los tomacorrientes asociados con los equipos informáticos por debajo de pisos elevados, siempre que:

- El piso elevado tenga una construcción adecuada y el área debajo de éste sea accesible.
- Los conductores del circuito de derivación de alimentación para los tomacorrientes o equipos estén instalados en conduit metálico rígido o cualquier conduit apropiado para este uso.
- Debe existir una ventilación en la zona bajo el piso, utilizado únicamente para este uso.
- Las aberturas del piso elevado protejan de la abrasión a los conductores y eviten en lo posible la entrada de residuos. **26-68**

Se permite que no vayan sujetos los cables de fuerza, comunicación, conexión e interconexión y sus cajas conectoras, tomacorrientes y enchufes asociados que estén certificados como parte o para uso con equipos de procesamiento. **26-69**

Medios de desconexión. Deben tener un medio que desconecte la alimentación de los equipos electrónicos. Debe instalarse otro medio similar que desconecte la alimentación de los sistemas de calefacción y aire acondicionado de estas salas, estos medios de control deben estar agrupados e identificados y ser fácilmente accesibles desde las puertas principales de salida. **26-70**

Puesta a tierra. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente, deben estar puestas a tierra. **26-71**

2.6.4 Piscinas, fuentes e instalaciones similares

2.6.4.1 Generalidades

Definiciones

Accesorio de alumbrado de nicho mojado: Proyectado para instalarse en un casco moldeado dentro de la estructura de una piscina o fuente, quedando rodeado el accesorio completamente por agua.

Accesorio de alumbrado de nicho seco: Proyectado para instalarse en la pared de una piscina o fuente, dentro de un nicho sellado, para que no deje entrar el agua de la piscina.

Accesorio de alumbrado sin nicho: Proyectado para instalarse sobre o bajo el agua sin necesidad de nicho.

Casco moldeado: Estructura diseñada para soportar un accesorio de alumbrado de nicho mojado, proyectado para ser instalado en el armazón o estructura de una piscina o fuente.

Fuente: El término incluye fuentes, piscinas decorativas, piscinas de exhibición y piscinas de reflexión, no incluye surtidores de agua.

Piscina deportiva, de recreación y terapéutica de instalación permanente: Piscina construida total o parcialmente en el suelo y todas las demás que pueden contener agua a una profundidad mayor a 1m y todas las piscinas construidas dentro de una edificación sin importar su profundidad 26-72

Transformadores e interruptores de circuito contra falla a tierra

Los transformadores que se utilicen para alimentar accesorios bajo el agua, junto con los encerramientos de los mismos, deben estar identificados para este uso. **26-73**

Los interruptores de circuito contra falla a tierra deben ser de tipo de construcción integral y aprobada para este uso. **26-74**

Los conductores que alimentan la carga o de los transformadores no se deben instalar en canalizaciones que contengan otros conductores a menos que estos estén protegidos contra falla a tierra o sea de puesta a tierra. **26-75**

Tomacorrientes, accesorios, salidas para alumbrado, interruptores y ventiladores de techo (paletas)

Tomacorrientes:

Los que alimenten a bombas de agua u otras cargas relacionadas con la circulación y saneamiento de piscinas o fuentes debe estar a una distancia entre 1,52 a 3m de las paredes interiores de la piscina o fuente, deben ser sencillos del tipo de seguridad y con polo a tierra. **26-76(a)**

En una piscina permanente debe existir por lo menos un tomacorriente de 125 V, 15 o 20 A mínimo a 3m y máximo a 6m de la pared interior de la piscina y a no más de 2m sobre el nivel del suelo de la plataforma de acceso a la misma. **26-76(b)**

Todos los tomacorrientes de 125 V que estén ubicados a menos de 6m de las paredes interiores de la piscina, deben estar protegidos contra fallas a tierra. **26-76(c)**

Salidas para alumbrado, accesorios de alumbrado y ventiladores de techo (de paletas):

Estos equipos y accesorios no se deben instalar sobre piscinas o sobre el área que se extiende 1,5m horizontalmente desde las paredes interiores de las mismas a menos que estos accesorios estén sobre los 3,7m de altura sobre el nivel máximo de la superficie del agua. **26-77(a)**

Los accesorios que estén a menos de 1,5m horizontalmente de la piscina deben quedar como mínimo a 1,5m sobre la superficie del nivel máximo del agua y protegidos contra falla a tierra. **26-77(b)**

Las salidas y accesorios ubicados entre 1,5 y 3m medidos horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina, deben ir con protección contra falla a tierra a menos que estén a 1,5m de altura sobre el nivel máximo del agua. **26-77(c)**

Los dispositivos de interrupción deben estar ubicados a una distancia mínima horizontal de 1,5m de las paredes interiores de la piscina a menos que estén separados de ella con una valla sólida, pared u otra barrera permanente. **26-78**

El alambrado que alimenta a la bomba de la piscina con capacidad nominal de 15 y 20 A, 125 V o 240 V monofásicos ya sea de forma directa o tomacorriente deben

tener protección para el personal mediante un interruptor de circuito contra falla a tierra. **26-79**

Equipos conectados con cable y enchufe. Los equipos fijos o estacionarios de 20 A o menos a parte de los que están conectados bajo el agua que estén conectados a través de un cable flexible que facilite su desmonte o desconexión para mantenimiento o reparación, este no debe tener mas de 1m de longitud y debe incluir un conductor de puesta a tierra calibre mínimo N°12 con enchufe tipo con polo a tierra. **26-80**

Distancias de seguridad de conductores aéreos. Bajo los conductores aéreos de acometida no se deben ubicar piscinas y el área que se extienda hasta 3m horizontalmente a partir de las paredes interiores de las mismas, estructuras o trampolines o los puestos, torres o plataformas de observación, a menos que en dichas instalaciones se dejen distancias de seguridad como las establecidas en el Tabla 2.50. **26-81**

Tabla 2.50. Distancias de seguridad

	Cable aéreos aislados de alimentación o de la acometida de 0 a 750 V a tierra, apoyados y tendidos con un cable mensajero desnudo o un neutro puestos a tierra eficazmente	Todos los demás conductores de alimentación o de la acometida aérea. Tensión a tierra	
		0 - 15 kV	>15 - 50 kV
A Separación en cualquier dirección hasta el nivel del agua, borde de la superficie del agua, base del trampolín o masa flotante anclada permanentemente.	22 pies (6.7 m)	25 pies (7.62 m)	27 pies (8.23 m)
B Separación en cualquier dirección hasta el trampolín o torre.	14 pies (4.27 m)	17 pies (5.2 m)	18 pies (5.49 m)
C Límite horizontal de separación medido desde las paredes interiores de la piscina	En las estructuras del párrafo anterior, estos límites se deben ampliar hasta el borde exterior de las estructuras, pero nunca menos de 10 pies (3.05 m)		

Fuente: NEC 99 Tabla 680-8

Ubicación de alambrado subterráneo. No se permitirá que exista alambrado subterráneo bajo piscinas ni dentro de un área que vaya hasta el 1,5m horizontalmente a partir de las paredes interiores de la piscina. Si no se dispone del espacio, se permite instalarlos en conduit metálico intermedio o canalización no metálica, en cualquiera de los 2 casos deben ser adecuados para este uso y resistentes a la corrosión. La distancia mínima de encerramiento debe ser la indicada en la Tabla 2.51. **26-82**

Cuartos y pozos de equipos. En estos no se puede instalar equipos eléctricos si no tienen un drenaje adecuado. **26-83**

Tabla 2.51. Distancia mínima de encerramiento.

Método de alambrado	Enterramiento mínimo en pulgadas
En conduit metálico rígido	6
En conduit metálico intermedio	6
En una canalización no metálica certificada para enterrarla directamente sin encerramiento de concreto	18
Otras canalizaciones aprobadas*	18

Nota: Para unidades SI 1 pulgada = 25.4 mm.

* Las canalizaciones aprobadas para enterrarlas sólo con revestimiento de concreto requieren una envoltura de este material de un espesor no menor a 2 pulgadas (5.8 mm).

Fuente: NEC 99 Tabla 680-10

Medios de desconexión. Este debe ser accesible, estar al alcance de vista de la piscina, spa o equipo de bañera termal a una distancia mínima de 1,5m desde las paredes interiores de cualquiera de éstas. **26-84**

2.6.4.2 Piscinas de instalación permanente

Accesorios de alumbrado bajo el agua

Generalidades:

El diseño de cualquier accesorio de alumbrado que vaya bajo el agua, debe estar instalado adecuadamente de forma que no haya riesgo de descarga eléctrica. En circuitos de derivación que funcionen a más de 15 V se debe instalar un interruptor de circuito contra falla a tierra. Todos los accesorios que trabajen bajo el agua, deben ser certificados para este uso. **26-85(a)**

No se deben instalar accesorios que funcionen conectados a circuitos de más de 150 V entre conductores. **26-85(b)**

La instalación de los accesorios de alumbrado en las paredes de piscinas se debe realizar de manera que el acabado del accesorio quede a 500mm de distancia del nivel del agua, para evitar contacto con las personas. Si existen otros accesorios de alumbrado para distancias menores se los puede utilizar. **26-85(c)**

Los aparatos que funcionan de forma segura únicamente inmersos en agua para evitar sobrecalentamientos, se debe tomar las debidas precauciones. **26-85(d)**

Accesorios de nicho mojado:

Para todos los accesorios montados bajo el agua, se deben instalar cascos moldeados que tengan entrada para los conduit adecuados para este uso, como de bronce u otro metal aprobado contra la corrosión, además todos los elementos que se utilicen en la instalación deben ser aprobados contra la corrosión. **26-86(a)**

Todos los extremos de cables flexibles y terminaciones de conductores se deben cubrir o encapsular con un compuesto certificado que eviten la entrada de agua. **26-86(b)**

El accesorio de alumbrado se debe sujetar bien y conectarlo equipotencialmente al casco moldeado asegurando un contacto de baja resistencia y que sea necesario utilizar herramientas para separarlos. **26-86(c)**

Un accesorio de alumbrado de nicho seco debe tener un medio para drenar el agua y otro para conectar un conductor de puesta a tierra de los equipos por cada entrada de conduit, este conduit debe ser adecuado para el uso. **26-87**

Un accesorio de alumbrado sin nicho debe estar certificado para ese uso e instalarse adecuadamente. **26-88**

Cajas de empalmes y encerramientos para transformadores o interruptores de circuito contra falla a tierra

Una caja de empalme conectado a un conduit que vaya a un casco moldeado o abrazadera de un aparato sin nicho, debe:

Estar certificada y rotulada para este propósito. **26-89(a)**

Estar equipada con entradas o acoples roscados o un acople no metálico certificado para este uso. **26-89(b)**

Ser de cobre, bronce, plástico adecuado u otro material resistente a la corrosión. **26-89(c)**

Ofrecer continuidad eléctrica entre todos los conduit y terminales de puesta a tierra, mediante adecuadas conexiones. **26-89(d)**

Estar ubicado a más 102mm medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o el borde de la piscina o una distancia mayor de 203mm sobre el nivel máximo de la superficie del agua. **26-89(e)**

Los encerramientos para transformadores, interruptores de circuito contra falla a tierra o similares conectados a conduit que vaya con casco moldeado o abrazadera sin nicho, deben estar:

Certificados y rotulados para ese propósito. **26-90(a)**

Equipados con entradas o acoples roscados o con acople no metálico certificado para este fin. **26-90(b)**

Con un sello aprobado que evite la circulación de aire entre el conduit y los encerramientos. **26-90(c)**

Ofreciendo continuidad eléctrica entre todos los conduit metálicos y puestas a tierra mediante conexiones adecuadas resistentes a la corrosión. **26-90(d)**

Estar ubicados a mas de 102mm medidos desde el interior de la parte inferior de la caja, sobre el nivel del suelo o borde de la piscina o 203mm sobre el nivel máximo del agua. **26-90(e)**

No se debe ubicar cajas de empalmes y encerramientos sobre el nivel del acabado del piso que rodea a la piscina, a menos que tenga protección adicional. **26-91**

Las cajas de empalmes, encerramientos de transformadores o de interruptores de circuito contra falla a tierra, que estén conectados a un conduit que vaya hasta el casco moldeado o abrazadera de un accesorio de alumbrado sin nicho, debe tener un número de terminales de puesta a tierra que sea como mínimo uno más que el número de entradas del conduit. **26-92**

Todas las terminaciones de cables flexibles de accesorios bajo el agua deben estar dotadas de algún mecanismo que alivie las tensiones mecánicas. **26-93**

Conexión equipotencial

Se deben conectar equipotencialmente entre si las siguientes partes:

Todas las partes metálicas de la estructura de la piscina, no se exige soldadura o fijación especial, se puede utilizar alambres de amarre debidamente apretados. **26-94(a)**

Todos los cascos moldeados y abrazaderas de montaje de aparatos sin nicho. **26-94(b)**

Todos los herrajes metálicos de la piscina o unidos a ella. **26-94(c)**

Las partes metálicas de los equipos eléctricos asociados al sistema de circulación de agua de la piscina. **26-94(d)**

Los cables con recubrimiento metálico y canalizaciones, las tuberías metálicas y todas las partes metálicas fijas que estén a 1,5m horizontalmente desde las paredes interiores de la piscina y a menos de 3,7m del nivel máximo del agua o cualquier estructura de la piscina. **26-94(e)**

Todas las partes descritas anteriormente se deben conectar a una rejilla común de conexión equipotencial mediante un conductor de cobre sólido desnudo, aislado o recubierto y de calibre no menor al N° 8. La conexión debe ser mediante soldadura exotérmica o conectores de presión o abrazaderas adecuadas de acero inoxidable, bronce, cobre o aleaciones. Esta rejilla puede ser las barras de acero estructural de la piscina, pared metálica soldada o atornillada de la piscina metálica, un conductor de cobre de calibre no menor al N° 8 o un conduit metálico rígido identificado como resistente a la corrosión. **26-95**

Puesta a tierra. Se deben poner a tierra los accesorios bajo el agua de nicho mojado, nicho seco, todos los equipos eléctricos ubicados a menos de 1,5m de la pared interior de la piscina o equipos eléctricos de recirculación de agua de las piscinas, cajas de empalmes, encerramientos de transformadores, interruptores de

circuito contra falla a tierra y paneles de distribución que no formen parte del equipo de acometida y alimenten a equipos eléctricos de la piscina. **26-96**

Métodos de puesta a tierra. En accesorios de alumbrado, motores, paneles de distribución, equipos conectados con cable y enchufe y equipos relacionados, se deben poner adecuadamente y según las secciones anteriores la puesta a tierra, para precautelar la vida de las personas. Para mayor detalle sobre puestas a tierra de piscinas en especial, revisar el artículo 680-25 del código NEC. **26-97**

2.6.4.3 Spas, bañeras termales, fuentes, piscinas y bañeras para aplicaciones terapéuticas y bañeras de hidromasajes

Para los circuitos eléctricos involucrados en spas, bañeras termales, fuentes, piscinas y bañeras para aplicaciones terapéuticas y bañeras de hidromasajes se debe tener en cuenta todas las consideraciones aplicadas para piscinas, para mayor detalle, revisar los artículos del 680-38 al 680-73 del código NEC. **26-98**

2.6.5 Bombas contra incendios

Fuentes de alimentación para motores eléctricos de accionamiento de bombas contra incendios

La fuente de alimentación de este tipo de motores debe ser una de las siguientes:

Se permite la alimentación a estas bombas mediante una acometida independiente o un circuito de derivación ubicado antes del medio de desconexión de la acometida, pero no dentro del mismo gabinete y se la debe ubicar de manera que se minimice el daño por incendio. **26-99(a)**

Esta bomba puede estar alimentada por una instalación de generación de energía eléctrica en el sitio y debe estar ubicada de manera que se minimice el daño por incendio. **26-99(b)**

Si no se tiene una fuente confiable de las descritas anteriormente se debe acceder a una de las siguientes:

Los generadores ubicados en la edificación, empleados no solo para cumplir con esta necesidad, deben ser de suficiente capacidad para permitir el arranque

normal del motor o motores que accionen las bombas, a la vez que alimenten las demás cargas conectadas. **26-100(a)**

Si la Centrosur ve necesario podrá suministrar una acometida especial aislada de la normal, para accionar el sistema contra incendios, con las debidas protecciones. **26-100(b)**

Transformadores. Si la tensión de la acometida a la bomba es diferente al requerido a la bomba, se puede utilizar transformadores protegidos adecuadamente para este uso y cumpliendo los requerimientos estipulados en este análisis. **26-101**

Alambrado de fuerza

Deben cumplir:

Los conductores de alimentación de la acometida a las bombas deben estar conectados de acuerdo a lo especificado anteriormente. **26-102**

Los conductores de alimentación de la acometida a las bombas deben estar conectados y ubicados en canalizaciones independientes de otros circuitos, estos deben alimentar únicamente a las bombas contra incendios y deben estar protegidos para daños contra incendios, deben tener un mínimo e resistencia contra el fuego de 1 hora. **26-103**

Los conductores deben tener una capacidad mínima de 125% de la suma de las corrientes de plena carga de motores de las bombas contra incendios. **26-104**

Los circuitos de potencia no deben tener protección automática contra sobrecarga, únicamente deben protegerse contra cortocircuitos. **26-105**

Todo el cableado que va desde el controlador hasta el motor de la bomba, debe ir en conduit metálico rígido, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o conduit no metálico flexible hermético a los líquidos del tipo LFNC-B, o cable tipo MI. Además debe ir protegido contra daños mecánicos. **26-106**

Caída de tensión. Esta no debe ser de más del 15% por debajo de lo normal para la alimentación de bombas contra incendios. La tensión en terminales del motor no debe caer más del 5% cuando este funcione al 115% de la capacidad nominal a plena carga del motor. **26-107**

Ubicación de los equipos

Los controladores de los motores eléctricos y diesel de las bombas contra incendios e interruptores de transferencia deben estar lo mas cerca posible de los motores y al alcance de la vista de los mismos. **26-108**

Las baterías de almacenamiento para una máquina diesel deben estar en un soporte sobre el piso, aseguradas y ubicadas donde no estén expuestas a excesivas temperaturas, vibraciones, daños mecánicos o inundaciones de agua. **26-109**

Todas las partes energizadas de los equipos deben estar ubicadas a 305mm sobre el piso. **26-110**

Los controladores e interruptores de transferencia de las bombas deben ubicarse de tal manera que no se dañen por el agua que escape de las bombas o conexiones de las bombas. **26-111**

Todos los equipos deben estar montados de manera sólida en estructuras no combustibles. **26-112**

Alambrado de control

Los circuitos externos de control deben instalarse de manera que la falla de cualquiera de ellos, no impida el funcionamiento de las bombas por otros medios. **26-113**

No se debe instalar sensores de baja tensión, de pérdida de fase, de cambios de frecuencia u otros que impidan automática o manualmente la acción del contacto del motor. **26-114**

No se debe instalar dispositivos remotos que impidan el funcionamiento automático del interruptor de transferencia. **26-115**

Todo el cableado entre el controlador y el motor debe ir trenzado y dimensionado de modo que permita transportar toda la carga de corriente de control necesaria, este debe estar protegido contra daños mecánicos. **26-116**

Todo el cableado de control de las bombas debe ir instalado en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit metálico flexible hermético a los líquidos o cable tipo MI. **26-117**

2.7 CONDICIONES ESPECIALES

2.7.1 Sistemas de emergencia

2.7.1.1 Generalidades

Capacidad

Un sistema de emergencia debe tener la capacidad para que funcionen todas las cargas conectadas al mismo, estos equipos deben ser adecuados para la corriente máxima de falla disponible en sus terminales. **27-1**

Se permite que la fuente de potencia alterna alimente cargas de sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente exigidos y opcionales, donde se suministre una selección automática de la carga al arranque y restricción de carga necesaria para garantizar el suministro de carga necesario. **27-2**

Equipo de transferencia

Todo el equipo de transferencia debe ser automático, ser para uso en emergencia y aprobado para este uso. Este equipo debe estar diseñado de modo que impida la interconexión accidental de las fuentes de alimentación normal y de emergencia. **27-3**

Se debe usar dispositivos para aislar físicamente el equipo de transferencia y estos deben evitar la operación accidental en paralelo. **27-4**

Los interruptores de transferencia automática deben operarse eléctricamente y retenerse mecánicamente. **27-5**

El equipo de transferencia debe alimentar solo cargas de emergencia. **27-6**

Señalización

Se deben instalar dispositivos de señalización sonora y visual siempre que sea posible para los siguientes propósitos:

Para indicar una avería de la fuente de emergencia, que la batería está transportando carga o que el cargador de batería no está funcionando. **27-7**

Para indicar una falla a tierra en sistemas de emergencia en estrella puestos a tierra sólidamente, de más de 150 V a tierra y con dispositivos de protección de circuito para corriente nominal de 1000 A o más. **27-8**

Avisos

En el equipo de entrada de la acometida se debe colocar un diagrama que indique el tipo y ubicación de las fuentes internas para suministro de energía. **27-9**

Cuando el conductor del circuito de puesta a tierra conectado a la fuente de emergencia esté conectado al conductor de un electrodo de puesta a tierra en un lugar remoto de la fuente, se debe colocar un aviso que identifique a las fuentes de alimentación normal y de emergencia en este electrodo. **27-10**

2.7.1.2 Alambrado de circuitos

Alambrado del sistema de emergencia

Todas las cajas y encerramientos de los circuitos de emergencia deben tener marcas permanentes que permitan identificar a que circuito de emergencia pertenecen. **27-11**

El alambrado del sistema de emergencia debe mantenerse totalmente independiente de cualquier otro alambrado o equipo. Se permite que 2 o más circuitos de emergencia sean alimentados por la misma fuente en la misma canalización cable, caja o gabinete. **27-12**

Los circuitos de alambrado de emergencia se deben diseñar y ubicar de modo que se reduzca al mínimo los riesgos de falla, por inundaciones, incendios y demás. **27-13**

En lugares de reunión de más de 1000 personas, edificaciones de más de 23m de altura, lugares de reuniones, educación, comercio, residencial, comisarías, centros de detención, etc; el alambrado debe estar protegido por sistemas automáticos aprobados de extinción de incendios, deben tener una resistencia nominal al fuego de mínimo 1 hora, deben estar protegidos por una barrera térmica, además los equipos del alimentador deben estar en espacios totalmente protegidos por sistemas de extinción de incendios. **27-14**

2.7.1.3 Fuentes de alimentación

Requisitos generales

El sistema de emergencia no debe demorar más de 10 segundos en activarse luego de la falla de la alimentación normal. La selección de la fuente de emergencia debe ser la adecuada según la aplicación que se le vaya a dar debido a los tiempos de funcionamiento del lugar.

Las baterías utilizadas en el sistema de emergencia deben durar mínimo 1½ horas sin que la tensión caiga por debajo del 87,5% de la tensión normal. 27-15

El grupo generador debe arrancar automáticamente cuando se de la falla del servicio normal, debe proporcionar un retardo de tiempo que permita una regulación de 15 minutos para evitar retransferir en el caso del restablecimiento de corta duración de la fuente normal. Si se emplea motores de combustión como fuente primaria, éstos deben estar provistos de un suministro de combustible de un mismo predio con capacidad para 2 horas a plena carga. 27-16

Se puede utilizar sistemas UPS si están certificados para este uso. 27-17

Si la Centrosur ve la necesidad de suministrar una segunda acometida únicamente para el sistema de emergencia, se la puede instalar. 27-18

2.7.1.4 Circuitos de sistemas de emergencia para alumbrado y fuerza

Alumbrado de emergencia. La iluminación de emergencia debe incluir la iluminación de salidas, indicadores de salidas y las que se requieran para tener una iluminación adecuada. 27-19

Circuitos para alimentación de emergencia. Para los circuitos en derivación que alimenten circuitos clasificados como de emergencia, debe existir una fuente de alimentación de emergencia a la cual se pueda transferir automáticamente todas las cargas si falla la alimentación normal. 27-20

2.7.1.5 Control para circuitos de alumbrado de emergencia

Ubicación de los interruptores. Todos los interruptores manuales que controlen circuitos de emergencia deben estar ubicados de modo que las personas responsables tengan acceso a ellos. 27-21

2.7.1.6 Protección contra sobrecorriente

Accesibilidad. Los dispositivos de sobrecorriente de circuitos de emergencia, deben ser accesibles únicamente a personas calificadas. 27-22

2.7.2 Fuentes de generación de energía eléctrica interconectadas

Sistema interactivo: Sistema de generación de energía eléctrica de operación en paralelo con una fuente primaria de energía eléctrica a la cual le puede suministrar a su vez, energía. 27-23

Directorio. En donde exista mas de una fuente de generación alterna debe existir una placa que indique todas las fuentes de energía existentes en los predios. 27-24

Puntos de conexión. Las salidas de los sistemas de generación de energía se deben interconectar en el medio de desconexión de la acometida del predio. 27-25

Características de salida. Para que funcionen en paralelo 2 fuentes de generación, deben tener tensión, forma de onda y frecuencia compatibles entre ellos. 27-26

Capacidad nominal de corriente de cortocircuito y de interrupción. Para el cálculo de estas corrientes se debe tener en cuenta la contribución de todas las corrientes de falla de la interconexión. 27-27

Medios de desconexión de las fuentes. Estos medios deben desconectar todos los conductores no puestos a tierra de las fuentes de generación. 27-28

Medios de desconexión de los equipos. Tales como inversores o transformadores asociados con una fuente de generación de energía, se deben desconectar los conductores no puestos a tierra de todas las fuentes de alimentación. 27-29

Dispositivo de desconexión. El medio de desconexión de los conductores no puestos a tierra, deben ser interruptores o interruptores automáticos, manuales o servo mandados y deben estar ubicados donde sean accesibles, ser accionados desde

el exterior sin que el operador esté en contacto con las partes energizadas, deben tener una indicación clara de abierto - cerrado y deben tener una capacidad nominal no menor a la carga por ser alimentada y a la corriente de falla por ser interrumpida. 27-30

Protección contra sobrecorriente. Los conductores deben estar protegidos adecuadamente contra sobrecorriente como lo estipulado anteriormente. 27-31

Pérdida de fuente primaria. Si se pierde esta, se deben desconectar todos los conductores no puestos a tierra y éstos no se pueden volver a conectar hasta que se restablezca la misma. 27-32

Interconexiones desbalanceadas. Una fuente de generación trifásica de energía eléctrica se debe desconectar automáticamente cuando se abra una de las fases. 27-33

Puesta a tierra. Las fuentes de generación de emergencia interconectadas, deben tener una adecuada conexión a tierra. 27-34

2.7.3 Circuitos clase 1, clase 2 y clase 3 de control remoto, de señalización y de potencia limitada

2.7.3.1 Generalidades

Definiciones

Circuitos clase 1: Parte del sistema de alambrado entre el lado de carga del dispositivo de protección contra sobrecorriente o el suministro de potencia limitada y los equipos conectados.

Circuitos clase 2: Parte del sistema de alambrado entre el lado de carga de una fuente de alimentación de clase 2 y el equipo conectado. Un circuito de clase 2 se considera seguro debido a sus limitaciones de potencia, debido a esto es seguro a la iniciación de fuego y ofrece protección contra choque eléctrico.

Circuito clase 3: Parte del sistema de alambrado entre el lado de carga de una fuente de alimentación de clase 3 y el equipo conectado. Un circuito de clase 3 se considera seguro desde el punto de vista de iniciación del fuego. Este circuito tiene niveles de tensión y corriente mayores que el de clase 2 y debe tener medidas adicionales de seguridad contra el choque eléctrico. 27-35

2.7.4 Sistemas de alarma contra incendios

2.7.4.1 Generalidades

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 el tiempo especificado en condiciones de incendio. 27-36

Acceso a los equipos eléctricos instalados detrás de paneles diseñados para permitir el acceso. Para no impedir esto no se debe acumular conductores y cables detrás de los mismos. 27-37

Puesta a tierra de los circuitos y equipos de alarma contra incendios. Esta se la debe realizar de manera adecuada. 27-38

Identificación de los circuitos de alarma contra incendios. Esta se la debe realizar adecuadamente para evitar interferencia accidental con el circuito de señalización durante ensayo y mantenimiento. 27-39

2.7.4.2 Circuitos de alarma contra incendios de potencia no limitada (NPLFA)

Protección contra sobrecorriente del circuito NPLFA. Los conductores N° 14 o mayores deben estar protegidos contra sobrecorriente de acuerdo a su capacidad nominal sin factores de corrección. 27-40

Ubicación del dispositivo de protección contra sobrecorriente de un circuito NPLFA. Este debe estar ubicado en el punto de conexión del conductor a la red de alimentación. 27-41

Conductores de distintos circuitos en el mismo cable, encerramiento o canalización. Se permite que los circuitos clase 1 y de alarma contra incendios de potencia no limitada utilicen el mismo cable, encerramiento o canalización; siempre y cuando estén debidamente aislados. Se permite que los conductores de circuitos de alimentación y de alarma, ocupen el mismo cable, encerramiento o canalización si están conectados al mismo equipo. 27-42

Conductores de los circuitos NPLFA

Se permite utilizar conductores N° 18 o 16 en sistemas de alarma contra incendios siempre y cuando no superen las capacidades de corriente de la Tabla 2.34. 27-43

El aislamiento de los conductores debe ser el adecuado para 600 V, es decir del tipo 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. 27-44

Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado. 27-45

2.7.4.3 Circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada-PLFA (Power-Limited Fire Alarm, PLFA)

Fuentes de alimentación para circuitos de alimentación PLFA. Estas fuentes y transformadores, deben estar certificados para PLFA o clase 3. 27-46

Marcado. Todos los equipos de circuitos de alarma contra incendios deben estar marcados en forma duradera, clara y visible. 27-47

Materiales y métodos de alambrado en el lado de la carga de las fuentes de alimentación PLFA. Los conductores deben ser de cobre sólido o trenzado, estos conductores se deben conectar en canalizaciones o expuestos sobre la superficie de cielos rasos y paredes o alambrados con el uso de sonda en espacios ocultos. Los empalmes y terminaciones se los debe realizar en cajas, encerramientos o dispositivos de alarma contra incendios. Deben estar protegidos contra daños físicos, sujetos de una manera adecuada a distancias no mayores de 460mm o en conduit rígido no metálico a una altura de 2,13m. 27-48

Instalación de conductores y equipos

Los cables y conductores de circuitos de potencia limitada no deben instalarse en cables, bandejas portacables, compartimentos, etc; con conductores de iluminación eléctrica de fuerza, de clase 1 de alarma contra incendios o circuitos de comunicación de banda ancha o deben estar separados de éstos al menos 50mm. 27-49

Los conductores de circuito de alarma contra incendios de potencia limitada no deben ajustarse con abrazaderas o cinta u otro medio. Se puede utilizar cable N° 16

si están empalmados con un conector certificado. Los conductores sencillos no deben ser de calibre menor al 18. **27-50**

Detectores de incendios de línea continua portadora de corriente. En los circuitos de potencia limitada se permite utilizar detectores de incendios de línea continua certificados. **27-51**

Certificación y marcado de los cables PLFA y de los detectores de incendios del tipo de línea continua aislado. Los conductores deben estar certificados como resistentes a la propagación del fuego, deben ser de cobre sólido o trenzado, su calibre no debe ser menor al N° 26, los conductores sencillos no deben ser menores al N° 18, deben tener una tensión nominal mínima de 300 V y para diferentes instalaciones como espacios húmedos e instalaciones verticales, deben estar especificados para este uso. **27-52**

2.8 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Sobre este capítulo la Centrosur, no tiene jurisdicción; en caso de ser necesaria la información sobre sistemas de comunicación en temas como: Circuitos de comunicaciones (Generalidades, conductores exteriores y de entrada a edificaciones, protección, métodos de puesta a tierra, alambres y cables de comunicaciones dentro de edificaciones), equipos de radio y televisión (Generalidades, equipos receptores-sistemas de antenas, estaciones de transmisión y recepción de radio aficionados-sistemas de antena, instalaciones interiores-estaciones transmisoras), sistemas de distribución de antenas comunales de radio y televisión (generalidades, cables de exteriores y que entran a las edificaciones, protección, métodos de puesta a tierra, cables dentro de edificaciones) o sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red (Generalidades, cables de exteriores y que entran a las edificaciones, protección, métodos de puesta a tierra, métodos de alambrado de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red, dentro de edificaciones), remitirse al capítulo 8 del código NEC, que contiene los artículos del 800 al 830. **28-1**

2.9 TABLAS

Tabla 2.52. Porcentaje de la sección transversal en conduit y en tubería para conductores.

Número de conductores	Tipo de Conductores
1	53
2	31
Más de 2	40

Fuente: NEC 99 Tabla 1

Tabla 2.53. Dimensiones y área porcentual de conduits y tubos
 (Áreas de conduit o tubería para las combinaciones de alambres permitidas en la Tabla 2.52)

Tubería eléctrica metálica					
Tamaño comercial (pulgadas)	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas²)	2 Alambres 31% (pulgadas²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas²)	1 Alambre 53% (pulgadas²)
1/2	0.622	0.304	0.094	0.122	0.161
3/4	0.824	0.533	0.165	0.213	0.283
1	1.049	0.864	0.268	0.346	0.458
1 1/4	1.380	1.496	0.464	0.598	0.793
1 1/2	1.610	2.036	0.631	0.814	1.079
2	2.067	3.356	1.040	1.342	1.778
2 1/2	2.731	5.858	1.816	2.343	3.105
3	3.356	8.846	2.742	3.538	4.688
3 1/2	3.834	11.545	3.579	4.618	6.119
4	4.334	14.753	4.573	5.901	7.819
Conduit metálico flexible					
Tamaño comercial (pulgadas)	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas²)	2 Alambres 31% (pulgadas²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas²)	1 Alambre 53% (pulgadas²)
3/8	0.384	0.116	0.036	0.046	0.061
1/2	0.635	0.317	0.098	0.127	0.168
3/4	0.824	0.533	0.165	0.213	0.282
1	1.020	0.817	0.253	0.327	0.433
1 1/4	1.275	1.277	0.396	0.511	0.677
1 1/2	1.538	1.857	0.576	0.743	0.984
2	2.040	3.269	1.013	1.307	1.732
2 1/2	2.500	4.909	1.522	1.964	2.602
3	3.000	7.069	2.191	2.827	3.746
3 1/2	3.500	9.621	2.983	3.848	5.099
4	4.000	12.566	3.896	5.027	6.660
Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (Tipo LFNC-B)					
Tamaño comercial (pulgadas)	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas²)	2 Alambres 31% (pulgadas²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas²)	1 Alambre 53% (pulgadas²)
3/8	0.494	0.192	0.059	0.077	0.102
1/2	0.632	0.314	0.097	0.125	0.166
3/4	0.830	0.541	0.168	0.216	0.287
1	1.054	0.872	0.270	0.349	0.462
1 1/4	1.395	1.528	0.474	0.611	0.810
1 1/2	1.588	1.979	0.614	0.792	1.049
2	2.033	3.245	1.006	1.298	1.720

Tabla 2.53. (Continuación)

Tamaño comercia l (pulgada s)	Tubería eléctrica no metálica				
	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambre s 31% (pulgada s ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
1/2	0.560	0.246	0.076	0.099	0.131
3/4	0.760	0.454	0.141	0.181	0.240
1	1.000	0.785	0.243	0.314	0.416
1 1/4	1.340	1.410	0.437	0.564	0.747
1 1/2	1.570	1.936	0.600	0.774	1.026
2	2.020	3.205	0.994	1.282	1.699
2 1/2	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—
3 1/2	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—
Tamaño comercia l (pulgada s)	Conduit metálico intermedio				
	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambre s 31% (pulgada s ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
3/8	—	—	—	—	—
1/2	0.660	0.342	0.106	0.137	0.181
3/4	0.864	0.586	0.182	0.235	0.311
1	1.105	0.959	0.297	0.384	0.508
1 1/4	1.448	1.646	0.510	0.658	0.872
1 1/2	1.683	2.223	0.689	0.889	1.178
2	2.150	3.629	1.125	1.452	1.923
2 1/2	2.557	5.135	1.592	2.054	2.722
3	3.176	7.922	2.456	3.169	4.199
3 1/2	3.671	10.584	3.281	4.234	5.610
4	4.166	13.631	4.226	5.452	7.224
Tamaño comercia l (pulgada s)	Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (Tipo LFNC-A)				
	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambre s 31% (pulgada s ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
3/8	0.495	0.192	0.060	0.077	0.102
1/2	0.630	0.312	0.097	0.125	0.165
3/4	0.825	0.535	0.166	0.214	0.283
1	1.043	0.854	0.265	0.341	0.452
1 1/4	1.383	1.501	0.465	0.600	0.796
1 1/2	1.603	2.017	0.625	0.807	1.069
2	2.063	3.341	1.036	1.336	1.771

Tabla 2.53. (Continuación)

Conduit no metálico flexible hermético a los líquidos					
Tamaño comercial (pulgadas)	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambres 31% (pulgadas ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
3/8	0.494	0.192	0.059	0.077	0.102
1/2	0.632	0.314	0.097	0.125	0.166
3/4	0.830	0.541	0.168	0.216	0.287
1	1.054	0.872	0.270	0.349	0.462
1 1/4	1.395	1.528	0.474	0.611	0.810
1 1/2	1.588	1.979	0.614	0.792	1.049
2	2.033	3.245	1.006	1.298	1.720
2 1/2	2.493	4.879	1.513	1.952	2.586
3	3.085	7.475	2.317	2.990	3.962
3 1/2	3.520	9.731	3.017	3.893	5.158
4	4.020	12.692	3.935	5.077	6.727
5	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—
Conduit rígido de PVC, Schedule 80					
Tamaño comercial (pulgadas)	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambres 31% (pulgadas ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
1/2	0.526	0.217	0.067	0.087	0.115
3/4	0.722	0.409	0.127	0.164	0.217
1	0.936	0.688	0.213	0.275	0.365
1 1/4	1.255	1.237	0.383	0.495	0.656
1 1/2	1.476	1.711	0.530	0.684	0.907
2	1.913	2.874	0.891	1.150	1.1523
2 1/2	2.290	4.119	1.277	1.647	2.183
3	2.864	6.442	1.997	2.577	3.414
3 1/2	3.326	8.688	2.693	3.475	4.605
4	3.786	11.258	3.490	4.503	5.967
5	4.768	17.855	5.535	7.142	9.463
6	5.709	25.598	7.935	10.239	13.567
Conduit de PVC rígido Tipo A					
Tamaño comercial (pulgadas)	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambres 31% (pulgadas ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
1/2	0.700	0.385	0.119	0.154	0.204
3/4	0.910	0.650	0.202	0.260	0.345
1	1.175	1.084	0.336	0.434	0.575
1 1/4	1.500	1.767	0.548	0.707	0.937
1 1/2	1.720	2.324	0.720	0.929	1.231
2	2.155	3.647	1.131	1.459	1.933
2 1/2	2.635	5.453	1.690	2.181	2.890
3	3.230	8.194	2.540	3.278	4.343
3 1/2	3.690	10.694	3.315	4.278	5.668
4	4.180	13.723	4.254	5.489	7.273
5	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—

Tabla 2.53. (Continuación)

Tamaño comercia l (pulgada s)	Conduit metálico rígido				
	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambres 31% (pulgadas ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
3/8	—	—	—	—	—
1/2	0.632	0.314	0.097	0.125	0.166
3/4	0.836	0.549	0.170	0.220	0.291
1	1.063	0.888	0.275	0.355	0.470
1 1/4	1.394	1.526	0.473	0.610	0.809
1 1/2	1.624	2.071	0.642	0.829	1.098
2	2.083	3.408	1.056	1.363	1.806
2 1/2	2.489	4.866	1.508	1.946	2.579
3	3.090	7.499	2.325	3.000	3.975
3 1/2	3.570	10.010	3.103	4.004	5.305
4	4.050	12.883	3.994	5.153	6.828
5	5.073	20.213	6.266	8.085	10.713
6	6.093	29.158	9.039	11.663	15.454
Tamaño comercia l (pulgada s)	Conduit rígido de PVC, Schedule 40, y Conduit HDPE				
	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambres 31% (pulgadas ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
1/2	0.602	0.285	0.088	0.114	0.151
3/4	0.804	0.508	0.157	0.203	0.269
1	1.029	0.832	0.258	0.333	0.441
1 1/4	1.360	1.453	0.450	0.581	0.770
1 1/2	1.590	1.986	0.616	0.794	1.052
2	2.047	3.291	1.020	1.316	1.744
2 1/2	2.445	4.695	1.455	1.878	2.488
3	3.042	7.268	2.253	2.907	3.852
3 1/2	3.521	9.737	3.018	3.895	5.161
4	3.998	12.554	3.892	5.022	6.654
5	5.016	19.761	6.126	7.904	10.473
6	6.031	28.567	8.856	11.427	15.141
Tamaño comercia l (pulgada s)	Conduit de PVC, Tipo EB				
	Diámetro interno (pulgadas)	Área total 100% (pulgadas ²)	2 Alambres 31% (pulgadas ²)	Más de 2 alambres 40% (pulgadas ²)	1 Alambre 53% (pulgadas ²)
1/2	—	—	—	—	—
3/4	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—
1 1/4	—	—	—	—	—
1 1/2	—	—	—	—	—
2	2.221	3.874	1.201	1.550	2.053
2 1/2	—	—	—	—	—
3	3.330	8.709	2.700	3.484	4.616
3 1/2	3.804	11.365	3.523	4.546	6.024
4	4.289	14.448	4.479	5.779	7.657
5	5.316	22.195	6.881	8.878	11.764
6	6.336	31.530	9.774	12.612	16.711

Fuente: NEC 99 Tabla 4

Tabla 2.54. Propiedades de los conductores

Conductores						Resistencia de corriente continua a 75°C (167°F)		
AWG	Área (Mils circulares)	Trenzado		Total		. Cobre		Aluminio
		Cantidad	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (pulgadas)	Área (pulgadas ²)	No recubiertos (ohm/1000 pies)	Recubiertos (ohm/1000 pies)	(ohm/1000 pies)
18	1620	1	-	0.040	0.001	7.77	8.08	12.8
18	1620	7	0.015	0.046	0.002	7.95	8.45	13.1
16	2580	1	-	0.051	0.002	4.89	5.08	8.05
16	2580	7	0.019	0.058	0.003	4.99	5.29	8.21
14	4110	1	-	0.064	0.003	3.07	3.19	5.06
14	4110	7	0.024	0.073	0.004	3.14	3.26	5.17
12	6530	1	-	0.081	0.005	1.93	2.01	3.18
12	6530	7	0.030	0.092	0.006	1.98	2.05	3.25
10	10380	1	-	0.102	0.008	1.21	1.26	2.00
10	10380	7	0.038	0.116	0.011	1.24	1.29	2.04
8	16510	1	-	0.128	0.013	0.764	0.786	1.26
8	16510	7	0.049	0.146	0.017	0.778	0.809	1.28
6	26240	7	0.061	0.184	0.027	0.491	0.510	0.808
4	41740	7	0.077	0.232	0.042	0.308	0.321	0.508
3	52620	7	0.087	0.260	0.053	0.245	0.254	0.403
2	66360	7	0.097	0.292	0.067	0.194	0.201	0.319
1	83690	19	0.066	0.332	0.087	0.154	0.160	0.253
1/0	105600	19	0.074	0.372	0.109	0.122	0.127	0.201
2/0	133100	19	0.084	0.418	0.137	0.0967	0.101	0.159
3/0	167800	19	0.094	0.470	0.173	0.0766	0.0797	0.126
4/0	211600	19	0.106	0.528	0.219	0.0608	0.0626	0.100
250	-	37	0.082	0.575	0.260	0.0515	0.0535	0.0847
300	-	37	0.090	0.630	0.312	0.0429	0.0446	0.0707
350	-	37	0.097	0.681	0.364	0.0367	0.0382	0.0605
400	-	37	0.104	0.728	0.416	0.0321	0.0331	0.0529
500	-	37	0.116	0.813	0.519	0.0258	0.0265	0.0424
600	-	61	0.099	0.893	0.626	0.0214	0.0223	0.0353
700	-	61	0.107	0.964	0.730	0.0184	0.0189	0.0303
750	-	61	0.111	0.998	0.782	0.0171	0.0176	0.0282
800	-	61	0.114	1.030	0.834	0.0161	0.0166	0.0265
900	-	61	0.122	1.094	0.940	0.0143	0.0147	0.0235
1000	-	61	0.128	1.152	1.042	0.0129	0.0132	0.0212
1250	-	91	0.117	1.289	1.305	0.0103	0.0106	0.0169
1500	-	91	0.128	1.412	1.566	0.00858	0.00883	0.0141
1750	-	127	0.117	1.526	1.829	0.00735	0.00756	0.0121
2000	-	127	0.126	1.632	2.092	0.00643	0.00662	0.0106

Notas:

1. Estos valores de resistencia son válidos solamente para los parámetros indicados. Al usar conductores con hilos recubiertos, distinto tipo de trenzado y especialmente otras temperaturas, cambia la resistencia.

2. Fórmula para cambio de temperatura: $R_2 = R_1 [1 + \alpha (T_2 - 75)]$, donde $\alpha_{cu} = 0.00323$, $\alpha_{AL} = 0.00330$

3. Los conductores con trenzado compactado y comprimido tienen aproximadamente un 9 % y un 3% menos de diámetro de los conductores desnudos, respectivamente, que los que aparecen en la Tabla. Para las dimensiones reales de los cables compactados.

4. Conductividades usadas, según IACS: cobre desnudo = 100%, aluminio = 61 %

5. El trenzado de Clase B está certificado también como macizo para algunos calibres. Su área y diámetro total son los de la circunferencia circunscrita.

Fuente: NEC 99 Tabla 8

Tabla 2.55. Resistencia y reactancia de c.a. de cables trifásicos para 600 V a 60 Hz y 75°C (167°F) — Tres conductores sencillos en un conduit

Calibre (AWG o kcmil)	Ohmios al neutro por 1000 pies													
	X_L (Reactancia) para todos los alambres		Resistencia de corriente alterna para alambres de cobre sin recubrir			resistencia de corriente alterna para alambres de aluminio			Impedancia(Z) eficaz a FP = 0.85 para alambres de cobre no recubiertos			Impedancia(Z) eficaz a FP = 0.85 para alambres de aluminio		
	Conduit de PVC, 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
14	0.058	0.073	3.1	3.1	3.1	—	—	—	2.7	2.7	2.7	—	—	—
12	0.054	0.068	2.0	2.0	2.0	3.2	3.2	3.2	1.7	1.7	1.7	2.8	2.8	2.8
10	0.050	0.063	1.2	1.2	1.2	2.0	2.0	2.0	1.1	1.1	1.1	1.8	1.8	1.8
8	0.052	0.065	0.78	0.78	0.78	1.3	1.3	1.3	0.69	0.69	0.70	1.1	1.1	1.1
6	0.051	0.064	0.49	0.49	0.49	0.81	0.81	0.81	0.44	0.45	0.45	0.71	0.72	0.72
4	0.048	0.060	0.31	0.31	0.31	0.51	0.51	0.51	0.29	0.29	0.30	0.46	0.46	0.46
3	0.047	0.059	0.25	0.25	0.25	0.40	0.41	0.40	0.23	0.24	0.24	0.37	0.37	0.37
2	0.045	0.057	0.19	0.20	0.20	0.32	0.32	0.32	0.19	0.19	0.20	0.30	0.30	0.30
1	0.046	0.057	0.15	0.16	0.16	0.25	0.26	0.25	0.16	0.16	0.16	0.24	0.24	0.25
1/0	0.044	0.055	0.12	0.13	0.12	0.20	0.21	0.20	0.13	0.13	0.13	0.19	0.20	0.20
2/0	0.043	0.054	0.10	0.10	0.07	0.16	0.16	0.16	0.08	0.09	0.09	0.16	0.16	0.16
3/0	0.042	0.053	0.082	0.082	0.06	0.13	0.13	0.13	8	2	4	0.13	0.13	0.14
4/0	0.041	0.052	0.067	0.067	0.03	0.10	0.11	0.10	0.07	0.07	0.08	0.11	0.11	0.11
250	0.041	0.052	0.05	0.057	0.04	0.08	0.09	0.08	0.06	0.07	0.07	0.09	0.09	0.10
300	0.041	0.051	0.04	0.049	0.05	0.07	0.07	0.07	0.05	0.06	0.06	0.08	0.08	0.08
350	0.040	0.050	0.03	0.043	0.03	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08
400	0.040	0.049	0.03	0.038	0.03	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07
500	0.039	0.048	0.02	0.032	0.02	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
600	0.039	0.047	0.02	0.028	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
750	0.038	0.046	0.01	0.024	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
1000	0.037	0.045	0.01	0.019	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: alambres RHH de tipo UL con trenzado de Clase B, en configuración de horquilla. La conductividad de los alambres es del 100% IACS para cobre y del 61% IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45% IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante para estas tensiones.

Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75°C (167°F) y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 V que operen a 60 Hz.

2. La impedancia (Z) eficaz se define como $R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$, en donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene un valor bastante aproximado de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta Tabla sólo son válidos a un factor de potencia de 0.85.

Para cualquier otro factor de potencia (FP), la impedancia eficaz (Ze) se puede calcular a partir de los valores de R y XL dados en esta Tabla, como sigue:

$$Z_e = R \times FP + X_L \sin[\arccos(FP)].$$

Fuente: NEC 99 Tabla 9

Tabla 2.56(a). Limitaciones de las fuentes de alimentación de c.a. de Clase 2 y de Clase 3

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de alimentación no limitada inherentemente (Se requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase 2		Clase 3		Clase 2		Clase 3	
Tensión de fuente V_{max} (voltios) (Ver la Nota 1)		O hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 50	Más de 50 y hasta 100	0 hasta 20*	Más de 20 y hasta 30*	Más de 30 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{max} (voltamperios) (ver la Nota 1)		-	-	-	-	250 (ver la Nota 3)	250	250	N.A.
Limitaciones de corriente I_{max} (amperios) (ver la Nota 1)		8.0	8.0	0.005	$150/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	1.0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)		-	-	-	-	5.0	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	1.0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperios)	$5.0 \times V_{max}$	100	$0.005 \times V_{max}$	100	$5.0 \times V_{max}$	100	100	100
	Corriente (amperios)	5.0	$100/V_{max}$	0.005	$100/V_{max}$	5.0	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$

* Estos intervalos de tensión presentados son para c.a. sinusoidal en lugares interiores o en donde no es probable que ocurra un contacto en mojado. Para corrientes no sinusoidales o condiciones de contacto en mojado, ver la Nota 2.

Fuente: NEC 99 Tabla 11(a)

Tabla 2.56(b). Limitaciones de las fuentes de alimentación de c.c. de Clase 2 y de Clase 3

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)					Fuente de alimentación no limitada inherentemente (Se requiere protección contra sobrecorriente)			
		Clase 2			Clase 3		Clase 2		Clase 3	
Tensión de fuente V_{max} (voltios) (Véase la Nota 1)		O 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	O 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} (voltamperios) (véase la Nota 1)		—	—	—	—	—	250 (ver la Nota 3)	250	250	N.A.
Limitaciones de corriente I_{max} (amperios) (véase la Nota 1)		8.0	8.0	$150/V_{max}$	0.005	$150/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	$1000/V_{max}$	1.0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)		—	—	—	—	—	5.0	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	1.0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperios)	$5.0 \times V_{max}$	100	100	$0.005 \times V_{max}$	100	$5.0 \times V_{max}$	100	100	100
	Corriente (amperios)	5.0	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	0.005	$100/V_{max}$	5.0	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$	$100/V_{max}$

* Los intervalos de tensión presentados son para c.a. permanente en interiores o en donde no es probable que ocurra contacto en mojado. Para c.c. interrumpida o condiciones de contacto en mojado, véase la Nota 4.

Notas a las Tablas 2.56(a) y 2.56(b)

- 1: V_{max} , I_{max} , se determinan con la impedancia de limitación de corriente en el circuito (sin conectarla en derivación [sin cortocircuitarla]), como sigue:
 V_{max} : corriente máxima de salida bajo cualquier carga no capacitiva, incluido 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 se aplican a la tensión, independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada.
 I_{max} : salida máxima después de 1 minuto de operación. Cuando se usa una impedancia de limitación de corriente certificada para ese propósito, o que forma parte de un producto certificado, junto con un transformador de potencia no limitada o una fuente de energía almacenada, como por ejemplo una batería, para limitar la corriente de salida, los límites de I_{max} se aplican después de 5 segundos.
 VA_{max} : Salida máxima en voltamperios después de 1 minuto de operación, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado en derivación (si está instalado).
 - 2: Para ca. no sinusoidal, V_{max} no debe ser mayor de 42.4 V pico. Cuando se pueda producir un contacto en mojado (no se incluye la inmersión), se deben usar métodos de alambrado Clase 3 ó $V_{máx}$ no debe ser mayor de 15 V para ca. sinusoidal y 21.2 V pico para ca. no sinusoidal.
 - 3: Si la fuente de alimentación es un transformador, VA_{max} es 350 ó menos, cuando V es 15 ó menos.
 - 4: Para c.c. interrumpida a una frecuencia de 10 a 200 Hz, VA_{max} no debe ser mayor de 24.8 y pico. Cuando se pueda producir un contacto en mojado (sin incluir la inmersión), se deben utilizar métodos de alambrado Clase 3 ó V no debe ser mayor a 30 y para c.c. permanente; 12.4 V pico para c.c. interrumpida a una frecuencia de 10 a 200 Hz.
- Fuente: NEC 99 Tabla 11(b)

Tabla 2.57(a). Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente alterna para PLFA (circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)			Fuente de alimentación no limitada inherentemente (Se requiere protección contra sobrecorriente)		
Tensión del circuito V_{\max} (voltios) (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} (voltamperios) (véase la Nota 1)		-	-	-	250 (ver la Nota 3)	250	N.A.
Limitaciones de corriente I_{\max} (amperios) (véase la Nota 1)		8.0	8.0	$150/V_{\max}$	$1000/V_{\max}$	$1000/V_{\max}$	1.0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)		-	-	-	5.0	$100/V_{\max}$	1.0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperios)	$5.0 \times V_{\max}$	100	100	$5.0 \times V_{\max}$	100	100
	Corriente (amperios)	5.0	$100/V_{\max}$	$100/V_{\max}$	5.0	$100/V_{\max}$	$100/V_{\max}$

Fuente: NEC 99 Tabla 12(a)

Tabla 2.57(b). Limitaciones de las fuentes de alimentación de corriente continua para PLFA (circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada)

Fuente de alimentación		Fuente de alimentación limitada inherentemente (No se requiere protección contra sobrecorriente)				Fuente de alimentación no limitada inherentemente (Se requiere protección contra sobrecorriente)		
Tensión de fuente V_{\max} (voltios) (Véase la Nota 1)		0 hasta 20	Más de 20 y hasta 30	Más de 30 y hasta 100	Más de 100 y hasta 250	0 hasta 20	Más de 20 y hasta 100	Más de 100 y hasta 150
Limitaciones de potencia VA_{\max} (voltamperios) (véase la Nota 1)		—	—	—	—	250 (Ver la Nota 3)	250	N.A.
Limitaciones de corriente I_{\max} (amperios) (véase la Nota 1)		8.0	8.0	$150/V_{\max}$	0.030	$1000/V_{\max}$	$1000/V_{\max}$	1.0
Protección máxima contra sobrecorriente (amperios)		—	—	—	—	5.0	$100/V_{\max}$	1.0
Valores nominales máximos de la fuente de alimentación por placa de características	VA (voltamperios)	$5.0 \times V_{\max}$	100	100	$0.030 \times V_{\max}$	$5.0 \times V_{\max}$	100	100
	Corriente (amperios)	5.0	$100/V_{\max}$	$100/V_{\max}$	0.030	5.0	$100/V_{\max}$	$100/V_{\max}$

Notas a las Tablas 2.57(a) y 2.57(b)

- 1: V_{\max} , I_{\max} y VA_{\max} se determinan como sigue:
 V_{\max} : tensión máxima de salida, independientemente de la carga con la entrada nominal aplicada.
 I_{\max} : corriente máxima de salida para cualquier carga no capacitiva, incluida la de cortocircuito, y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se usa, conectado en derivación (cortocircuitado). Cuando hay un transformador que limite la corriente de salida, los límites a I_{\max} se aplican después de 1 minuto de operación. Cuando se use una impedancia de limitación de corriente, certificada para ese fin, en combinación con un transformador de potencia no limitada o una fuente de almacenamiento de energía, como por ejemplo una batería, para limitar la corriente de salida, los límites I_{\max} se aplican después de 5 segundos.
 VA_{\max} : Salida máxima en voltamperios después de 1 minuto de operación, independientemente de la carga y con el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si está instalado, conectado en derivación (cortocircuitado). Para determinar I_{\max} y VA_{\max} no se debe conectar en derivación (cortocircuitar) la impedancia de limitación de corriente.
 - 2: Si la fuente de alimentación es un transformador, VA_{\max} es 350 ó menos, cuando V_{\max} es igual o menor a 15 V.
- Fuente: NEC 99 Tabla 12(b)