



NFPA 70E

Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo



Edición 2004

Título original en inglés
Standard for Electrical Safety in the Workplace
2004 Edition

Título original en inglés
Seguridad eléctrica en lugares de trabajo
Edición 2004

Traducción
Gonzalo Delgadillo Lopez y Alejandro M. Llana

Edición y Revisión Técnica
Alejandro M. Llana y Patricio M. Llana

Diagramación
Grupo 3 Americas

Publicado por Productos de Seguridad Innovadores
OBERON
Pioneros y Líderes en EPP para Arcos Eléctricos
www.OberonSeguridad.com

**NFPA 70E Norma para la Seguridad eléctrica en lugares de trabajo
Edición 2004**

Esta edición de NFPA 70E, No17na para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo, fue preparada por el Comité Técnico de Seguridad Eléctrica en los Lugares de Trabajo, fue aprobada por National Fire Protection Association, Inc., en su Reunión de Noviembre celebrada en Noviembre 17-19, 2003, en Reno, NV. Fue publicada por el Consejo de Normas el 14 de Enero de 2004, con fecha oficial efectiva Febrero 11, 2004, y reemplaza todas las ediciones anteriores.

Esta edición de NFPA70E fue aprobada como una Norma Nacional de los Estados Unidos el 11 de Febrero de 2004.

Prefacio a la NFPA 70E

El Consejo de Normas de National Fire Protection Association, Inc. (NFPA) anunció el 7 de Enero de 1976, el establecimiento de manera oficial de un nuevo comité eléctrico para el desarrollo de normas. Con el nombre de Comité sobre los Requisitos de Seguridad Eléctrica para los Lugares de Trabajo de los Empleados, NFPA 70E, este nuevo comité informará a la Asociación por medio del Comité Eléctrico Coordinador del Código Eléctrico Nacional (NEC). Este comité se formó para ayudar a OSHA en la preparación de normas de seguridad eléctrica que ayuden a las necesidades de OSHA y que se puedan promulgar rápidamente utilizando lo previsto en la Sección 6(b) de la ley de Seguridad y Salud Ocupacional. OSHA encontró que al tratar de utilizar la última edición de NFPA 70, Código Eléctrico Nacional (NEC), se tuvo que enfrentar con las siguientes áreas problemáticas:

(1) La actualización con respecto a una nueva edición del NEC tendría que hacerse mediante los procedimientos OSHA 6(b). OSHA adoptó el NEC 1968 y después el 1971 de acuerdo con los procedimientos de la Sección 6(a) de la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970. Sin embargo, hoy, OSHA solo puede adoptar o modificar una norma mediante los procedimientos de la Sección 6(b) de la Ley de OSHA, la cual requiere que se haga un anuncio público, que haya un tiempo para comentarios del público y que se hagan audiencias públicas. La adopción de una nueva edición del NEC mediante estos procedimientos requeriría un gran esfuerzo y la apropiación de recursos por parte de OSHA y de otros. Aun así, siguiendo los procedimientos de "6(b)" puede resultar en requisitos sustancialmente diferentes de los del NEC, por lo tanto creando el problema del conflicto entre la norma OSHA y otras normas nacionales y locales.

(2) El NEC pretende que sea utilizado por quienes diseñan, instalan, e inspeccionan instalaciones eléctricas. Los reglamentos eléctricos de OSHA tienen que ver con el empleador y el empleado en sus lugares de trabajo. El contenido técnico y la complejidad del NEC son extremadamente difíciles de entender para el empleador y el empleado promedios.

(3) Algunas de las detalladas prescripciones del NEC no están directamente relacionadas con la seguridad del empleado y por lo tanto son de poco valor para las necesidades de OSHA.

(4) Los requisitos de la seguridad eléctrica, relacionados con las prácticas de trabajo y mantenimiento del sistema eléctrico, considerados críticos para la seguridad no están en el NEC, el cual es esencialmente un documento de instalaciones eléctricas. Sin embargo, OSHA también debe considerar y desarrollar estas áreas de seguridad en sus reglamentos.

Con estas áreas problemáticas, llegó a ser aparente que existía la necesidad de una nueva norma, elaborada para cumplir las responsabilidades de OSHA y que fuera plenamente consistente con el *NEC*.

Esto llevó al concepto de elaborar un documento por un grupo competente, representante de todos los intereses, que extrajera partes adecuadas del NEC y de otros documentos aplicables a la seguridad eléctrica. Este concepto y un ofrecimiento de ayuda se presentó en Mayo de 1975, al Secretario

Asistente del Trabajo de OSHA, quien dijo, "El concepto, los procedimientos y el alcance del esfuerzo tratado con mi personal para preparar la norma en cuestión, parecen tener gran valor y existe una aparente necesidad de este documento de consenso propuesto, que OSHA puede considerar para promulgación bajo la previsions de la Sección 6 (b) de la Ley. OSHA sí tiene interés en este esfuerzo y cree que la norma propuesta puede servir para un propósito útil." Con este estímulo positivo por parte de OSHA, se presentó una propuesta para preparar ese documento a la Sección Eléctrica de NFPA, la cual unánimemente apoyó la recomendación para que el Comité Coordinador del *NEC* examinara la factibilidad de desarrollar un documento que se utilizará como una base para evaluarla seguridad eléctrica en el lugar de trabajo. De acuerdo con la recomendación de la Sección Eléctrica y del Comité Coordinador, el Consejo de Normas autorizó la creación de un comité para llevar a cabo este estudio.

El comité encontró factible desarrollar una norma para instalaciones eléctricas que sea compatible con los requisitos de OSHA para la seguridad del empleado en lugares incluidos dentro del *NEC*. La nueva norma fue visualizada como constituida por cuatro partes principales: Parte I, Requisitos de seguridad de Instalaciones; Parte II, Prácticas de Trabajo Relacionadas con la Seguridad; Parte III, Requisitos de Mantenimiento Relacionados con la Seguridad; y Parte IV, Requisitos de Seguridad para Equipos Especiales. Aunque deseable, no se consideró esencial que se completaran todas las partes antes de que se publicara y estuviera disponible la norma. Se reconoce que cada parte es un aspecto importante de la seguridad eléctrica en el lugar de trabajo y las partes son suficientemente independientes entre ellas para permitir su publicación independiente. A la nueva norma se le dio el título NFPA 70E, Norma Sobre los Requisitos de Seguridad Eléctrica en los Lugares de Trabajo de los Empleados. La primera edición fue publicada en 1979 y contenía solamente la Parte I.

La segunda edición fue publicada en 1981. Incluyó la Parte I como había sido publicada originalmente y una nueva Parte II. En 1983, la tercera edición incluyó las Partes I y II como fueron publicadas originalmente y la nueva Parte III. En 1988", se publicó la cuarta edición con solo pequeñas revisiones.

La quinta edición se publicó en 1995. Incluyó importantes revisiones a la Parte I, actualizándola a la edición 1993 del *Código Eléctrico Nacional (NEC)*. En la Parte II de la quinta edición se introdujeron los conceptos de "límites de aproximación" y el establecimiento de una "frontera de protección contra arco." En el 2000, esta sexta edición incluye la Parte I completa actualizada al *NEC* 1999 y también la nueva parte IV. La Parte II continúa concentrándose en establecer fronteras de protección contra arco y el uso de equipo de protección personal. También, se agregaron a la Parte II de la versión 2000 gráficas para ayudar al usuario a escoger la ropa de protección personal y los equipos de protección personal apropiados para trabajos comunes.

La Séptima edición, publicada en el año 2004, contiene varios cambios importantes al documento. Los cambios más importantes hacen énfasis en las prácticas de trabajo seguro. La claridad y la facilidad de uso del documento fueron realizadas. El nombre del documento se cambió a NFPA 70E, *Norma para Seguridad Eléctrica en el Lugar de Trabajo*. Todo el documento fue reformateado para cumplir con el Manual de Estilo del *NEC*, que provee una designación única para cada requisito. Las partes existentes se renombraron como capítulos y fueron reorganizados con las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad re- localizadas al frente del documento para destacar el énfasis, seguidas por los requisitos de seguridad relacionados con el mantenimiento, requisitos de seguridad para equipos especiales, y requisitos de seguridad relacionad)S con instalación. El capítulo sobre prácticas de seguridad relacionadas con el trabajo también fue reorganizado para hacer énfasis en el trabajo sobre partes energizadas como la última alternativa de práctica de trabajo. El permiso para trabajo eléctrico energizado y los requisitos relacionados se incorporaron en el documento. Varias definiciones se modificaron o adicionaron para incrementar la utilidad del documento y el Capítulo 4se actualizó para que corresponda con el *NEC* 2002.

Es esencial para el uso apropiado del Capítulo 4 de esta norma el entendimiento de que no tiene el propósito de que se aplique como una norma: de diseño, instalación, modificación o construcción, para una instalación o sistema eléctrico. Su contenido ha sido intencionalmente limitado en comparación con el contenido del *NEC*, para aplicarlo a una instalación eléctrica o a un sistema eléctrico, como parte del

lugar de trabajo de un empleado. Esta norma es compatible con las estipulaciones correspondientes del *NEC* pero no tiene el propósito, ni puede, utilizarse en lugar del *NEC*.

Se puede debatir que cuando todas las exigencias del *NEC* se organizan como una cadena de eventos, pueden corresponder a peligro eléctrico, pero, por efectos prácticos, esas estipulaciones que en general no están directamente asociadas con la seguridad del trabajador no se han incluido. Para determinar qué estipulaciones se debían incluir en el Capítulo 4, se utilizaron los siguientes lineamientos:

- (1) Sus estipulaciones deben proteger al empleado de los peligros eléctricos.
- (2) Sus estipulaciones deben ser extraídas del *NEC* de tal manera que en el futuro mantengan sus propósitos cuando se apliquen a la seguridad del trabajador. En algunos casos se ha juzgado esencial para el significado de los pasajes extraídos retener algún material que no se aplica a la seguridad del empleado.
- (3) Las estipulaciones se deben seleccionar de tal manera que reduzcan la necesidad de revisiones frecuentes y al mismo tiempo eviten la obsolescencia técnica.
- (4) El cumplimiento con las estipulaciones se debe determinar mediante la inspección durante el estado normal de las instalaciones del empleado, sin remover partes que requieran la desenergización de la instalación eléctrica o sin dañar la estructura del edificio o el acabado.
- (5) Las estipulaciones no se deben dificultar con detalles innecesarios.
- (6) Las estipulaciones se deben escribir para mejorar su entendimiento por el empleador y el empleado.
- (7) Las estipulaciones no deben agregar requisitos que no se encuentren en el *NEC*, ni tampoco se debe cambiar el propósito del *NEC* si se cambia la redacción.

Por lo tanto el Capítulo 4 de NFPA 70E tiene el propósito de atender una necesidad muy específica de OSHA y de ninguna manera tiene el propósito de utilizarse como sustituto del *NEC*. La omisión de algunos requisitos que actualmente se encuentran en el *NEC*, de ninguna manera afecta el *NEC*, ni se deben considerar estos requisitos omitidos como no importantes. Ellos son esenciales para el *NEC* y su aplicación prevista, eso es, su uso por quienes: diseñan, instalan, e inspeccionan, instalaciones eléctricas. Por otro lado, NFPA 70E tiene el propósito para que la usen: empleadores, empleados y OSHA.

NOTA IMPORTANTE: Este documento NFPA se puede utilizar teniendo en consideración las notas importantes y las declaraciones de ausencia de responsabilidad legal. Estas notas y declaraciones de ausencia de responsabilidad legal aparecen en todas las publicaciones que contienen este documento y su pueden encontrar bajo el título "Important Notices and Disclaimers Concerning NFPA Documents." También se pueden obtener mediante solicitud a la NFPA o se pueden consultar en www.nfpa.org/disclaimers.

En la versión original en inglés, los cambios que no sean editoriales se indican por medio de una línea vertical al lado del párrafo, tabla, o gráfico que cambió. Estas líneas se incluyen para ayudar al usuario a identificar los cambios respecto ala edición anterior. Cuando uno o mas párrafos completos han sido eliminados, la eliminación se indica mediante un punto (.) entre los párrafos que permanecen. Debido a que esta es la primera versión impresa en español dichas líneas no se han incluido.

Contenidos

Artículo

90 Introducción

Capítulo 1 Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad

100 Definiciones

I. General

II. Más de 600 voltios, nominales

110 Requisitos generales para prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica.

120 Establecimiento de una condición de trabajo eléctricamente segura

130 Trabajo en o cerca de partes energizadas

Capítulo 2 Requisitos de seguridad relacionados con el mantenimiento

200 Introducción

205 Requisitos generales de mantenimiento.

210 Subestaciones, equipos de maniobra, tableros de distribución, paneles de distribución, centros de control de motores e interruptores de desconexión

215 Alambrado de los predios

220 Equipos de control

225 Fusibles e interruptores automáticos.

230 Equipo rotatorio

235 Lugares (clasificados) como peligrosos

240 Baterías y cuartos de baterías.

245 Herramientas y equipos eléctricos portátiles.

250 Equipo de seguridad y protección personal

Capítulo 3 Requisitos de seguridad para equipos especiales

300 Introducción

310 Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad para celdas electrolíticas

320 Requisitos de seguridad relacionados con baterías y cuartos de baterías

330 Prácticas seguras de trabajo relacionados con el uso de láser

340 Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad: equipo electrónico de potencia.

Capítulo 4 Requisitos de seguridad de instalación

400 Exigencias generales para las instalaciones eléctricas

I. General

- II. 600 voltios, nominales, o menos
- III. Más de 600 voltios, nominales

410 Diseño y protección de alambrado.

420 Métodos de alambrado, componentes y equipos para uso general

430 Equipos e instalaciones de propósito específico

440 Lugares (clasificados como) peligrosos, Clase: I, II y 111, Divisiones: 1 y 2, y Clase I, Zonas: 0, 1 y 2

450 Sistemas especiales

Anexo A Publicaciones referidas

Anexo B Referencias informativas

Anexo C Límites de aproximación

Anexo D Ejemplo de cálculo de la frontera de protección contra relámpago de arco.

Anexo E Programa de seguridad eléctrica.

Anexo F Procedimiento de evaluación peligro / riesgo

Anexo G Ejemplo del procedimiento candado / etiqueta

Anexo H Sistema simplificado de dos-categorías, para ropa resistente a la llama (RLL).

Anexo I Informe de trabajo y lista de planeamiento.

Anexo J Permiso de trabajo eléctrico energizado

Anexo K Categorías generales de peligros eléctricos

Anexo L Aplicación típica de salvaguardias en la zona de trabajo de la tila de celdas

Anexo M Tablas de referencia cruzada

Índice

COMITE TECNICO DE LAS NORMAS SEGURIDAD ELECTRICA EN LUGARES DE TRABAJO

Ray A. Jones, presidente
Electrical Safety Consulting Services, NC [U]
Rep. American Chemistry Council

Joseph J. Andrews, Electrical Safety Resources, Inc., SC, [U] Rep. Inst. of Electrical & Electronics Engr, Inc.

Allen H. Bingham, Bingham Consultants, GA, [SE] Rep. American Society of Testing and Materials Committee-FI8

Gibeon W. Bradbury, Bradbury Technologies, ON, Canada , [SE] Rep. The Ontario Assn. of Certified Engr Technicians & Technologists .

Julian R. Burns, Burns Electrical /Quality Power Solutions, Inc., NC , [IM] Rep. Independent Electrical Contractors, Inc.

Michael I. Callanan, Nat'l Joint Apprentice & Training Committee, PA , [L] Rep. Int'l Brotherhood of Electrical Workers

William R. Carney, Underwriters Laboratories Inc., IL , [RT]

Darkmoon Cliffdweller, Albuquerque, NM , [SE]

J. Frederick Doering, J. F. Doering Assoc., OH , [SE]

Robert E. Downey, Allison Transmission Division, IN, [U]

C. Bryan Drennan, Sandia National Laboratories, NM , [U]

Drake A. Drobnick, Visteon Corp., MI, [U]

Bobby J. Gray, Fluor Hanford/USDOE-Rickland, WA, [E] Rep. U.S. Department of Energy

Louis A. Barrios, Jr., Shell Global Solutions, TX , [U] [(Alt. to API Rep.)

Daryld Ray Crow, DRC Consulting, WA , [M] I (Alt. to Aluminum Association Rep.)

Paul Dobrowsky, Eastman Kodak Company, NY , [U] [(Alt. to the Inst. of Electrical & Electronics Rep.)

Maury C. Dunn, Dominion Virginia Power, VA, [SE] (Alt. to American Society of Testing and Materials Committee-FI8 Rep.)

George D. Gregory, Square D Co., IA , [M] (Alt. to T. Tiede)

Palmer L. Hickman, Nat'l Joint Apprentice & Training Committee, PA, [L] (Alt. to Int'l Brotherhood of Electrical Workers Rep.)

Michael J. Hittel, GM Worldwide Facilities Group, MI, [U] (Alt. to L. F. Saunders)

James R. Tomaseski, International Brotherhood of Electrical Workers, DC , [L] Rep. National Electrical Safety Code Kenneth G. Mastrullo, *Secretario*, NFPA

Lee R. Hale, Alcoa, Incorporated, IA , [M] Rep. The Aluminum Assn.

Paul s. Hamer, Chevron Texaco Energy Research & Technology B Co., CA , [U] Rep. American Petroleum Institute

C. E. Jackson, Jr., C. E. Jackson, Jr., Construction Consultant, MS , [SE]

Dennis K. Neitzel, AVO Int'l Training Inst., TX , [SE]

David L. Potts, Nat'l Electrical Contractors Assn., MD , [IM]

Lynn F. Saunders, GM Worldwide Facilities Group, MI, [U]

Keith W. Schuh, Fermi Nat'l Accelerator Laboratory, IL , [U]

James G. Stallcup, GRAYBOY & Assoc., TX , [SE]

Terry Tiede, Square D Co., IA , [M]

Jack Wells, Pass & Seymour Legrand, NY , [M] Rep. Nat'l Electrical Mfrs. Assn.

Ron Widup, Shermco Industries, Inc., TX , [IM] Rep. Int.1 Electrical Testing Assn. Inc.

Kathleen C. Wilmer, Duke Power Co., NC , [U] Rep. Edison Electric Inst. Alternates

Suplentes

Charles J. Kelly, Edison Electric Inst., DC , [U] (Alt. to Edison Electric Inst. Rep.)

Thomas D. Norwood, AVO Training Inst., TX , [SE] (Alt. to D. K. Neitzel)

David A. Pace, Olin Corp., AL , [U] (Alt. to American Chemistry Council Rep.)

Vincent J. Saporita, CooperBussmann, MO , [M] (Alt. to Nat.1 Electrical Mfrs. Assn. Rep.)

Anthony A. Selk, Visteon Corporation, MI, [U] (Alt. to D. A. Drobnick)

James W. Stallcup, GRAYBOY & Assoc., TX , [SE] (Alt. to J. G. Stallcup)

James R. White, Shermco Industries, TX , [IM] (Alt. to Int.1 Electrical Testing Assn. Inc. Rep.)

Sin Voto

David M. Wallis, U.S. Dept of Labor OSHA, DC , [E]

Esta lista corresponde a la membresía en el momento en que el Comité votó el texto final de esta edición. A partir de ese momento pueden haber ocurrido cambios en la membresía. La descripción de las clasificaciones se encuentra al final del documento.

NOTA: El hecho de ser miembro de un comité no constituirá en sí o por sí mismo un respaldo de la Asociación o de cualquier documento desarrollado por el comité del cual la persona es miembro.

Alcance del Comité: Este Comité será el principal responsable de los documentos sobre requisitos de seguridad eléctrica que den como resultado un área de trabajo segura para los empleados en su actividad respecto a los peligros que surgen por el uso de la electricidad, como se contemplan en el alcance de NFPA 70, Código Eléctrico Nacional. Este Comité será autónomo pero informará a la Asociación por medio del Comité Técnico Coordinador del Código Eléctrico Nacional.

NFPA 70E

Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo

Edición 2004

ARTICULO 90 Introducción

90.1 Alcance.

(A) Cobertura. Esta norma cubre los requisitos de seguridad eléctrica para los lugares de trabajo de los empleados que son necesarios para la seguridad práctica de ellos en su empleo. Esta norma comprende la instalación de conductores eléctricos, equipos eléctricos, equipos de señalización conductores de comunicaciones, y canalizaciones para lo siguiente:

(1) Propiedades públicas y privadas, incluidos edificios, estructuras, casas móviles, vehículos de recreo y edificios flotantes

(2) Patio, lotes, estacionamientos, parques de atracciones, y subestaciones industriales

NLM: Para obtener información adicional respecto a esas instalaciones en complejos industriales o de varias edificaciones, consultar la norma ANSI C2-2002, *National Electrical Safety Code*.

(3) Instalaciones de conductores y equipos que conectan a la fuente de suministro de electricidad

(4) Instalaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, tales como edificios de oficinas, depósitos, garajes, talleres y edificios recreativos, que no forman parte integral de una planta generadora, una subestación o centro de control

(B) Fuera de cobertura. Esta norma no cubre la siguiente:

(1) Instalaciones en barcos, naves acuáticas, material rodante ferroviario, aviones, o vehículos automotores diferentes de casa móviles y vehículos de recreo

(2) Instalaciones subterráneas en minas y la maquinaria de minería de superficie móvil autopropulsada y su cable eléctrico de servicio

(3) Instalaciones ferroviarias para la generación, transformación, transmisión o distribución, de la energía eléctrica usada exclusivamente para el funcionamiento del material rodante o las instalaciones utilizadas exclusivamente para señalización y comunicaciones

(4) Instalaciones de equipos de comunicaciones bajo el control exclusivo de las compañías de comunicaciones, situadas a la intemperie o dentro de edificios utilizados exclusivamente para dichas instalaciones

(5) Instalaciones bajo el control exclusivo de las compañías de electricidad donde tales instalaciones:
a. Consisten acometidas aéreas o subterráneas, y los equipos de medida correspondientes, o

b. Están localizadas en servidumbres o derechos de paso establecidos legalmente, o por otros acuerdos aprobados o reconocidos por comisiones de servicios públicos, comisiones de empresas de servicios, u otras agencias reguladoras que tienen autoridad sobre tales instalaciones, o

c. Están en lugares propios o arrendados por la compañía de electricidad con el propósito, de comunicaciones, mediciones, generación, control, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica.

90.2 Organización. Esta norma está dividida en los siguientes cuatro capítulos y trece anexos:

- (1) Capítulo 1, Prácticas de trabajado relacionadas con la seguridad
- (2) Capítulo 2, Requisitos de mantenimiento s relacionadas con la seguridad
- (3) Capítulo 3, Requisitos de seguridad para los equipos especiales
- (4) Capítulo 4, Requisitos de seguridad de instalación
- (5) Anexo A, Publicaciones referidas
- (6) Anexo B, Publicaciones informativas
- (7) Anexo C, Límites de aproximación
- (8) Anexo n, Ejemplo de cálculo de frontera de protección contra relámpago de arco,
- (9) Anexo E, Programa de seguridad eléctrica
- (10) Anexo F, Procedimiento de evaluación peligro/ riesgo
- (11) Anexo G, Ejemplo del procedimiento candado/ etiqueta
- (12) Anexo H, Sistema simplificado de dos-categorías, para ropa resistente a la llama (RLL)
- (13) Anexo I, Informe de Trabajo y Lista de Planeamiento
- (14) Anexo j, Permiso de trabajo eléctrico energizado
- (15) Anexo K, Categorías generales de peligros eléctricos
- (16) Anexo L, Aplicación típica de salvaguardias en la zona de trabajo de una línea de celdas
- (17) Anexo M, Tablas de referencias cruzadas

Capitulo 1 Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad

ARTICULO 100

Definiciones

Alcance. Este artículo contiene solo aquellas definiciones esenciales para la aplicación apropiada de esta norma. El no pretende incluir términos generales definidos comúnmente o términos técnicos definidos comúnmente en códigos y normas relacionados. En general, solo aquellos términos que se emplean en dos o más artículos están definidos en el Artículo 100. Otras definiciones se incluyen en el artículo en el que se utilizan y pueden estar referidas en el Artículo 100

La Parte I de este artículo contiene definiciones que tienen la intención de que se apliquen siempre que los términos se utilicen en cualquier lugar de esta norma. La Parte II contiene definiciones aplicables

solo alas partes de los artículos que cubren específicamente instalaciones y equipos que operan a una tensión nominal superior a 600 voltios.

Las definiciones en este artículo se deberán aplicar siempre que los términos se empleen en cualquier lugar de esta norma.

I. General.

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

NOTA: Los equipos: a prueba de lluvia, herméticos a la lluvia o herméticos al agua, pueden cumplir los requisitos para a prueba de intemperie, cuando no se encuentren presentes otras condiciones atmosféricas variables diferentes a la humedad, tales como: nieve, hielo, polvo, o temperaturas extremas.

Accesible (referido a equipos.). Equipo al que es posible tener acceso; no resguardado por: puertas o cerraduras, altura, u otros medios efectivos.

Accesible (referido a los métodos de alambrado). Que se puede desmontar o exponer sin dañar la estructura o acabados del edificio, o que no está rodeado permanentemente por la estructura o acabado del edificio.

Accesible, fácilmente (fácilmente accesible). Capaz de ser alcanzado rápidamente para operarlo, cambiarlo o inspeccionarlo sin a aquellos que necesitan tener fácil acceso a él tengan que subir o quitar obstáculos o recurrir a escaleras portátiles, etc.

Acometida. Los conductores y el equipo para la entrega de energía eléctrica desde la red local de servicio público, hasta el sistema de alambrado del inmueble.

Acometida aérea. Los conductores aéreos de acometida que van desde el último poste o soporte aéreo, hasta e incluidos los empalmes, si los hay, que se conectan a los conductores de entrada de la acometida a la edificación u otra estructura,

Agrupación de cables encerrados (cablebus). Una agrupación de cables encerrados (cablebus) es un conjunto de conductores aislados con accesorios y terminales de conductores, todos ellos dentro de una caja metálica protectora, totalmente cerrada y ventilada. La agrupación de cables encerrados se suele montar en su punto de instalación a partir de componentes suministrados o especificados por el fabricante y de acuerdo con las instrucciones para cada trabajo específico. Este conjunto está diseñado para transportar la corriente de falla y para soportar las fuerzas magnéticas que crea dicha corriente.

Aislado. Separado de otras superficies conductoras por medio de un dieléctrico (incluyendo espacio de aire) que ofrece alta resistencia al paso de corriente.

NOTA: Cuando se dice que un objeto está aislado, se entiende que está aislado para las condiciones a las cuales está sometido normalmente. En caso contrario, dentro del propósito de estas reglas, no está aislado.

Alambrado a la vista sobre aisladores. El método de instalación de alambrado a la vista sobre aisladores utilizando abrazaderas, perillas, tubos y tubería flexible, para la protección y soporte de conductores aislados sencillos, tendidos en edificaciones o sobre ellas.

Alambrado de un predio (sistema). Alambrado interior y exterior que incluye: el alambrado de potencia, iluminación, control y circuitos de señales, junto con: todos los accesorios mecánicos, herrajes

y dispositivos de alambrado, tanto permanentes como temporales que van desde el punto de acometida de los conductores de la empresa de servicio, o de una fuente de potencia, tal como: una batería, un sistema solar fotovoltaico, o los devanados de: un generador, transformador, o convertidor, hasta la(s) salida(s). Este alambrado no incluye el alambrado interno a: los artefactos, accesorios, motores, controladores, centros de control de motores y equipos similares.

Alimentador. Todos los conductores de un circuito entre: El equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

Análisis de los peligros de relámpago. Un estudio para investigar la exposición potencial de un trabajador a la energía de relámpago de arco, realizado con el propósito de prevención de heridas y la determinación de seguras prácticas de trabajo y los niveles apropiados de EPP.

Anillos colectores. Conjunto de anillos deslizantes de una máquina que transmiten la energía eléctrica de una parte estacionaria a otra rotativa.

Aprobado Aceptable por la autoridad con jurisdicción

Arco nominal (Nivel de Protección al Arco). La máxima resistencia a la energía incidente demostrada por un material (o un sistema de capas de materiales) antes de perforarse o al inicio de una quemadura de la piel de Segundo grado. El nivel de protección al arco se expresa normalmente en cal/ cm².

NLM: Perforación es la respuesta de un material evidenciada por la formación de uno o más huecos en la capa más interna del material resistente a la llama que le permitiría a la llama pasar a través del material.

Artefacto / Electrodoméstico. Equipo de utilización, generalmente no industrial, que se fabrica normalmente en tamaños o tipos normalizados y que se instala o se conecta como una unidad para realizar una o más funciones, como por ejemplo: lavar ropa, acondicionar aire, mezclar , alimentos, freír, etc.

Askarel. Término genérico para un grupo de hidrocarburos clorados sintéticos no inflamables, usados como medio de aislamiento eléctrico. Su usan askareles de diferentes tipos de composición. Bajo condiciones de arco eléctrico, los gases producidos, aunque consisten predominantemente en cloruro de hidrógeno no combustible, pueden incluir cantidades variables de gases combustibles, dependiendo del tipo de askarel.

Automático. Que actúa por sí mismo, que funciona por sus propios mecanismos cuando es accionado por un medio sin intervención personal, como por ejemplo un cambio: en la intensidad de la corriente, de la presión, de la temperatura, o de la configuración mecánica.

Aviso luminoso. Equipo completo de utilización de energía eléctrica, iluminado eléctricamente, fijo, estacionario, o portátil, con letras o símbolos, diseñado para transmitir información o llamar la atención.

Barrera. Una obstrucción física que tiene el propósito de impedir contacto con el equipo o partes energizadas, o para impedir el acceso no autorizado aun lugar de trabajo.

Barricada. Una obstrucción tal como: cintas, conos, o estructuras tipo A de madera o de metal, con el propósito de advertir al respecto y de limitar el acceso aun lugar peligroso.

Cable armado. El cable armado tipo AC, es un conjunto fabricado de conductores aislados dentro de un encerramiento metálico flexible.

Cable de entrada de la acometida. Un cable de entrada de la acometida es un conductor sencillo o un conjunto multiconductor con o sin cubierta exterior, utilizado fundamentalmente para acometidas y de los siguientes tipos:

Tipo SE Cable de entrada de acometida que tiene una cubierta retardante de la llama y resistente a la humedad.

Tipo USE. Cable de entrada de acometida, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad y no se exige que sea retardante de la llama.

Cable de bandeja para fuerza y control tipo TC (tray cable). Conjunto ensamblado en fábrica, de dos o más conductores aislados, con o sin conductores de puesta a tierra, desnudos o cubiertos, bajo un forro no metálico, para instalación en bandejas porta cables, canalizaciones, o donde esté sostenido por cables mensajeros.

Cable con aislamiento mineral y forro metálico tipo MI (mineral insulated). Un cable con aislamiento mineral y forro metálico de tipo MI es un cable ensamblado en fábrica, con uno o más conductores aislados con un mineral refractario altamente comprimido y encerrado en un forro continuo de cobre o de aleación de acero hermético a los líquidos y a los gases.

Cable con forro no metálico. Un cable con forro no metálico, es un conjunto montado en fábrica de dos o más conductores aislados, que tienen un forro exterior de material no metálico, resistente a la humedad y retardante de la llama.

Cable con recubrimiento metálico tipo MC (metal-clad). Un cable de tipo MC es un conjunto hecho en fábrica con uno o más conductores aislados, con o sin elementos de: fibra óptica, encerrados en una armadura de cinta metálica entrelazada, o en un forro metálico liso o corrugado.

Cable de acometida. Los conductores de la acometida en forma de cable.

Cables de media tensión. Un cable tipo MV (medio voltaje) es un cable sencillo o multi-conductor, con aislamiento dieléctrico sólido, para tensiones nominales de 2001 V en adelante.

Cable de potencia limitada, para bandeja. El cable de potencia limitada para bandeja tipo PLTC con forro no metálico es un conjunto ensamblado en fábrica de dos o más conductores aislados bajo una chaqueta no metálica.

Caja de corte. Encerramiento diseñado para montaje superficial y que tiene puerta o tapas giratorias sujetas directamente a las paredes de la caja y que se deslizan dentro de ellas.

Calentamiento dieléctrico. Calentamiento dieléctrico, es el calentamiento de un material nominalmente aislante debido a sus propias pérdidas dieléctricas, cuando el material está ubicado en un campo eléctrico variable.

Calentamiento por inducción. Calentamiento de un material nominalmente conductor, producido por sus propias pérdidas I^2R cuando se ubica en un campo electromagnético variable.

Canalización. Conducto encerrado construido con materiales metálicos o no metálicos, expresamente diseñado para contener: alambres, cables, o barras conductoras, con las funciones adicionales que permita esta norma. Las canalizaciones incluyen y no están limitadas a: conduit rígido metálico, conduit rígido no metálico, conduit metálico intermedio, conduit flexible e impermeable, tuberías metálicas flexibles, conduit metálico flexible, tuberías eléctricas no metálicas, tuberías eléctricas metálicas, canalizaciones subterráneas, canalizaciones para piso de concreto celular, para piso de metal celular, canalizaciones para superficie, de cables y de barras.

Canalizaciones metálicas. Las canalizaciones son canaletas de lamina metálica con tapa abisagrada o removible, para albergar y proteger cables eléctricos y en las cuales se instalan los conductores después de instalada la canalización como un sistema completo.

Canalizaciones no metálicas. Las canalizaciones no metálicas son canales retardantes de la llama, con tapa removible, para albergar y proteger alambres y cables eléctricos y en los cuales se instalan los conductores después de instalada la canalización como un sistema completo.

Capacidad de corriente. Corriente, en amperios, que un conductor puede transportar continuamente en condiciones de usa, sin superar su temperatura nominal de servicio.

Centro de control de motores. Ensamblaje de una o más secciones, encerradas, que tienen una barra de potencia común y que contienen principalmente unidades de control de motores.

Circuito de control remoto. Cualquier circuito eléctrico que controla cualquier otro circuito a través de un relé o de un dispositivo equivalente.

Circuito de señalización. Cualquier circuito eléctrico que energice equipos de señalización.

Circuito ramal. Conductores de circuito, entre, el dispositivo final contra sobrecorriente que protege el circuito y la(s) salida(s).

Clavija de conexión (tomacorriente macho) (clavija). Dispositivo que mediante inserción en un tomacorriente, establece una conexión entre los conductores del cable flexible unidos a él y los conductores conectados en forma permanente al tomacorriente.

Condición de trabajo eléctricamente segura. Un estado en el cual el conductor o la parte del circuito en que se va a trabajar o cerca: se ha desconectado de partes energizadas, bloqueado / etiquetado de acuerdo con las normas establecidas, probado para asegurar la ausencia de voltaje y puesto a tierra si se determina necesario.

Conductor. Adecuado para transportar corriente eléctrica.

Conductor, aislado. Conductor encerrado dentro de un material de composición y espesor reconocidos por esta norma como aislamiento eléctrico.

Conductor, cubierto. Conductor encerrado dentro de un material de composición o espesor no reconocido por esta norma como aislante eléctrico.

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

Conductor de puesta a tierra de los equipos. Conductor utilizado para conectar las partes metálicas que no conducen corriente: de los equipos, de las canalizaciones, de otros encerramientos, al conductor puesto a tierra del sistema, al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos, en los equipos de acometida o en la fuente de un sistema derivado independiente.

Conductor del electrodo de puesta a tierra. Conductor utilizado para conectar el electrodo de puesta a tierra: al conductor de puesta a tierra de los equipos, al conductor puesto a tierra o a ambos del circuito, en los equipos de acometida o en la fuente de un sistema derivado independiente.

Conductor puesto a tierra. Conductor de una instalación o de un circuito, conectado intencionalmente a tierra.

Conductores de entrada de la acometida, sistema aéreo. Conductores de la acometida, entre los terminales del equipo de acometida y un punto generalmente fuera de la edificación, en cuyo recorrido no se encuentran paredes de dicha edificación, en donde se unen por derivación o empalme a la acometida aérea.

Conductores de entrada de la acometida, sistema subterráneo. Conductores de la acometida, entre los terminales del equipo de acometida y el punto de conexión a la acometida subterránea.

NOTA: Cuando el equipo de acometida esta situado fuera de las paredes del edificio: puede no haber conductores de entrada de acometida o pueden estar totalmente fuera del edificio.

Conductores de la acometida. Conductores desde el punto de la acometida hasta los medios de desconexión de la acometida.

Conduleta (cuerpo de conduit). Parte independiente de un sistema de conduit o tuberías que permite acceder, a través de una tapa o tapas removible(s), al interior del sistema en el punto de unión de dos o mas secciones del sistema, o en un punto terminal del mismo. No se consideran cuerpos de conduit las cajas tales como: las FS y FD o cajas mas grandes, de metal fundido o en chapa.

NLM: No se consideran cuerpos de conduit las cajas tales como: las FS y FD o cajas más grandes, de metal fundido o en chapa.

Controlador. Dispositivo o grupo de dispositivos, que sirven para gobernar, de algún modo predeterminado, la potencia eléctrica que se suministra al aparato al que está conectado.

Conexión equipotencial (conectado equipotencialmente). Unión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria eléctricamente conductora, que asegure la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir con seguridad, cualquier corriente que tenga la probabilidad de circular.

Controlador. Dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar, de algún modo predeterminado, la potencia eléctrica suministrada al aparato al que está conectado.

Cuarto de baño. Zona en la que hay un lavamanos y además uno o más de los siguientes elementos: taza sanitaria, bañera o ducha.

Desenergizado. Libre de cualquier conexión eléctrica a una fuente de diferencia de potencial y de carga eléctrica; no tiene un potencial diferente del de la tierra.

Diagrama eléctrico unifilar. Un diagrama que muestra por medio de líneas sencillas y símbolos gráficos, el curso de un circuito eléctrico o sistema de circuitos y los dispositivos o partes componentes utilizados en el circuito o sistema.

Dispositivo. Elemento de un sistema eléctrico destinado a transportar la energía eléctrica, pero no a utilizarla.

Edificio. Construcción independiente o que está aislada de otras estructuras anexas por muros cortafuegos, con todas las aberturas protegidas por puertas cortafuegos aprobadas.

Fusible. Dispositivo de protección contra sobrecorriente, con una parte fundible para apertura de un circuito, que se calienta y rompe por el paso de una sobrecorriente a través de ella.

NLM: Un fusible comprende todas las partes que forman una unidad capaz de realizar las funciones descritas. Puede ser o no el dispositivo completo necesario para conectarlo a un circuito eléctrico.

Encerrado. Rodeado por: una caja, carcasa, cerca, o paredes, que impiden que las personas entren accidentalmente en contacto con las partes energizadas.

Encerramiento. Caja o carcasa de un aparato, o la cerca o paredes, que rodean una instalación, para evitar que las personas puedan entrar en contacto accidental con partes energizadas, o para proteger los equipos contra daños físicos.

Energía incidente. La cantidad de energía impuesta sobre una superficie a una cierta distancia de la fuente generada durante el evento de arco eléctrico. Una de las unidades utilizadas para medir la energía incidente es calorías por centímetro cuadrado (cal/cm^2).

Energizado. Conectado eléctricamente a o que tiene una fuente de tensión.

Equipo. Término general que incluye: los materiales, herrajes, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos, y similares, utilizados como parte de, o en conexión con una instalación eléctrica.

Equipo antideflagrante (equipo a prueba de explosión). Equipo encerrado en una carcasa que es capaz de resistir la explosión que pueda ocurrir en su interior, de un gas o vapor específicos y de evitar la ignición del gas o vapor específico que rodee la carcasa, por causa de: chispas, arcos, o la explosión del gas o vapor en su interior; y que opera a temperaturas tales que, la atmósfera inflamable circundante no se encenderá a causa de ellas.

Equipo de acometida. Equipo necesario, que consiste generalmente en un(os) interruptor(es) y fusible(s), con sus accesorios, conectados al extremo de carga de los conductores de acometida a una edificación u otra estructura u otra área designada y destinado para constituir el principal control y desconexión del suministro.

Equipo de calentamiento. Para los propósitos de la Parte I, Capítulo 4, el término incluye todos los equipos utilizados para calentar, cuyo valor se genera por métodos de inducción o dieléctricos.

Equipo móvil de rayos X. Equipo de rayos X montado en una base permanente con ruedas o rodachinas o ambos, que permite su desplazamiento estando totalmente ensamblado.

Equipo portátil de rayos X. Equipo de rayos X diseñado para transporte a mano.

Equipo transportable de rayos X. Equipo de rayos X que se instala en un vehículo o que se puede desmontar fácilmente para transportarlo en un vehículo.

Equipo de utilización. Equipo que utiliza la energía eléctrica con propósitos: electrónicos, electromecánicos, químicos, de calefacción, de alumbrado, o similares

Equipo sellable. Equipo encerrado en una caja o gabinete, que tiene medios de sellado o bloqueo, de modo que no se puede acceder a sus partes energizadas sin antes abrir el encerramiento. El equipo puede o no ser operable sin abrir el encerramiento.

Expuesto. Para los propósitos de la Parte I, Capítulo 6, la palabra "expuesto" significa que el circuito está en una posición tal que, en caso de falla de los apoyos o del aislamiento, puede hacer contacto con otro circuito.

Expuesto. (Como se aplica a los métodos de alambrado). - Colocado sobre una superficie o asegurado a ella, o detrás - de paneles diseñados para permitir acceso.

Expuesto. (Como se aplica a partes energizadas). Que por descuido puede ser tocado por una persona, o que es posible que ella pueda aproximarse a él a una distancia menor que la de seguridad.

Se aplica a las partes que no están adecuadamente: resguardadas, separadas, o aisladas eléctricamente.

Falla a Tierra. Una conexión conductora eléctrica no intencional entre un conductor no puesto a tierra de un circuito eléctrico y los conductores normalmente no portadores de corriente, encerramientos metálicos, canalizaciones metálicas, equipos metálicos o tierra.

Foso de ascensor. Caja, pozo, hueco, u otra abertura o espacio vertical, diseñados para la operación de un ascensor o de un montacargas.

Frente muerto. Sin partes energizadas expuestas a las personas en el lado de operación de los equipos.

Frontera de protección contra relámpago. El límite de aproximación a una distancia de las partes vivas expuestas dentro de la cual una persona puede recibir una quemadura de segundo grado si ocurriera un relámpago de arco eléctrico.

Frontera de aproximación prohibida. Un límite de aproximación a una distancia de una parte viva expuesta dentro de la cual se considera lo mismo que estar hacienda contacto con la parte viva.

Frontera de aproximación restringida. Un límite de aproximación a una distancia de una parte viva expuesta dentro de la cual aumenta el riesgo de choque, debido a arco eléctrico ocasionado por movimientos involuntarios, para personal que trabaja cerca de una parte viva.

Frontera de proteccion contra choque. Un límite de aproximación que puede ser atravesado solo por personas calificadas (a una distancia de la parte energizada), la cual debido a su proximidad a un peligro de choque, requiere el uso de técnicas y equipos de protección cuando se atraviesa.

Frontera de aproximación limite. Una frontera de protección contra choque que la puede cruzar únicamente personal calificado (a una distancia de la parte energizada) y que no la pueden cruzar personas no calificadas a menos que lo hagan junto con una persona calificada.

Fuentes y estanques decorativos de instalación permanente. Los construidos sobre el suelo o enterrados, o dentro de una edificación, de modo que no se puedan desmontar fácilmente para almacenarlos ya sea que tengan o no circuitos eléctricos. Son unidades con fines primordialmente estéticos y no de deporte o recreo.

Gabinete. En cerramiento diseñado para montaje superficial o empotrado y consta de un marco o contramarco, del cual se sostiene(n) o puede(n) sostener una(s) puerta(s) de bisagra.

Hermético al agua. Construido de manera que la humedad no entre en el encerramiento bajo las condiciones de prueba especificadas.

Herraje. Accesorio tal como: una tuerca, boquilla u otra parte de una instalación eléctrica, destinada ante todo para realizar una función mecánica más que una función eléctrica.

Horno, montado en la pared. Horno de cocina que consta de: uno o mas elementos calefactores, alambrado interno y controles incorporados o montados por separado.

Identificado. (Como se aplica a los equipos). Reconocible como adecuado para un específico: propósito, función, uso, ambiente, aplicación, etc., cuando se describa en un requisito particular de un código o norma.

NOTA: Ejemplos de maneras para determinar la conveniencia de un equipo para un específico propósito, ambiente, o aplicación incluye investigaciones por un calificado laboratorio de pruebas (listado

y etiquetado), una agencia de inspección, u otra organización que tenga que ver con evaluación de productos.

Iluminación de contorno. Conjunto de bombillas incandescentes o de iluminación de descarga eléctrica que delimita o llama la atención sobre determinadas características, como la forma de un edificio o la decoración de una vitrina.

Instalaciones de asistencia medica. Edificaciones o partes de ellas, que comprenden, entre otros, inmuebles tales como: hospitales, centros de acogida, centros de cuidados limitados, centros de supervisión, clínicas, consultorios médicos y dentales y ambulatorios, ya sean permanentes o móviles.

Interruptor de acción rápida y uso general. Clase de interruptor de uso general construido de manera que se pueda instalar en cajas de dispositivos, en las tapas de las cajas, o usado de otro modo junto con sistemas de alambrado reconocidos por esta norma.

Interruptor de aislamiento (seccionador). Interruptor destinado para independizar un circuito eléctrico de la fuente de alimentación. No tiene capacidad nominal de interrupción y esta diseñado para que se opere únicamente después de que el circuito se ha abierto por otros medios.

Interruptor de circuito de motores. Interruptor con su valor nominal expresado en caballos de fuerza, capaz de interrumpir la máxima corriente de sobrecarga de un motor del mismo valor nominal en caballos de fuerza que el interruptor a la tensión nominal.

Interruptor de uso general. Interruptor diseñado para usarse en circuitos de distribución general y ramales. Su capacidad nominal se da en amperios y es capaz de interrumpir su corriente nominal a su tensión nominal.

Interruptor automático. Dispositivo diseñado para que abra y cierre un circuito de manera no automática y para que abra el circuito automáticamente cuando se produzca una sobrecorriente predeterminada, sin daños para si mismo cuando este aplicado correctamente dentro de su alcance nominal.

Interruptor de circuito contra fallas a tierra (GFCI). Dispositivo destinado a la protección de las personas, que funciona interrumpiendo el paso de la corriente por un circuito o parte del mismo dentro de un periodo de tiempo determinado, cuando una corriente a tierra supera los valores establecidos para un dispositivo Clase A.

NLM: Un interruptor de circuito contra fallas a tierra Clase A abre cuando la corriente a tierra tiene un valor en el rango de 4 mA a 6 mA. Para obtener mayor información se puede consultar UL 943, Standard for Ground-Fault Circuit Interrupters.

Líquido volátil inflamable. Líquido inflamable con punta de inflamación inferior a 38°C (100°F), o líquido inflamable cuya temperatura excede su punto de inflamación, o líquido combustible de Clase II cuya presión de vapor no supera los 276 kPa (40 psia) a 38°C (100°F), cuya temperatura esta por encima de su punto de inflamación.

Listado. Equipos, materiales, o servicios, incluidos en una lista publicada por una organización aceptada por la autoridad con jurisdicción y dedicada a la evaluación de productos o servicios, que realiza inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales listados, o la evaluación periódica de servicios y cuyo listado establece que: el equipo, material, o servicios, cumplen las normas establecidas o que ha sido probado y encontrado apto para un propósito específico.

NLM 1: Los medios para la identificación de equipos listados pueden cambiar de acuerdo con la respectiva organización dedicada a la evaluación de productos, algunas de estas organizaciones no

aceptan equipos como listados a menos que también se encuentren etiquetados. La utilización del sistema empleado por la organización dedicada a listar le permite a la autoridad con jurisdicción identificar los productos listados.

Lugares húmedos. Lugares protegidos contra el medio ambiente y no sujetos a saturación con agua u otros líquidos pero sujetos a grados moderados de humedad. Ejemplos de tales lugares incluyen lugares parcialmente protegidos bajo aleros, marquesinas, porches abiertos, y lugares similares, y lugares interiores sujetos a grados moderados de humedad, tales como algunos sótanos, graneros, establos y bodegas refrigeradas.

Lugares mojados. Instalaciones subterráneas o de baldosas de concreto o mampostería en contacto directo con la tierra y lugares expuestos a saturación de agua u otros líquidos, como las zonas de lavado de vehículos y los lugares expuestos a la intemperie y no protegidos.

Lugares secos. Lugares no sometidos normalmente a la humedad. Un lugar clasificado como seco puede estar sujeto temporalmente a la humedad, como en el caso de un edificio en construcción.

Lugares Clase I Los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber gases o vapores inflamables presentes en el aire, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I deben incluir los especificados en División 1 o División 2.

Clase I, División 1. Un lugar Clase I, División 1 es un lugar:

(1) En el cual, bajo condiciones normales de funcionamiento, pueden existir concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables, o

(2) En el cual, debido a operaciones de reparación o a fugas, pueden existir frecuentemente concentraciones inflamables de dichos gases o vapores, o

(3) En el cual la falla o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos que pueden liberar concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico de manera que provoque directamente que el equipo eléctrico se convierta en una fuente de ignición.

NLM No.1: Esta clasificación incluye usualmente los siguientes lugares:

(1) Lugares en los que se transvasan de un recipiente a otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables

(2) El interior de cabinas de aplicación de rociado y áreas en los alrededores de los lugares donde se realizan operaciones de pintura y rociado con uso de disolventes volátiles inflamables

(3) Lugares que contienen tanques o recipientes abiertos con líquidos volátiles inflamables

(4) Las cámaras o compartimentos de secado para la evaporación de disolventes inflamables

(5) Lugares en los que se encuentran equipos de extracción de grasas y aceites, que utilizan disolventes volátiles inflamables

(6) Secciones de plantas de limpieza y tinturado en las que se utilizan líquidos inflamables

(7) Cuartos de generadores de gases y otras áreas de plantas de producción de gases en las que se puedan producir fugas de gases inflamables

(8) Cuartos de bombas de gases inflamables o líquidos volátiles inflamables que estén inadecuadamente ventilados

(9) El interior de refrigeradores y congeladores en los que se guarden materiales volátiles inflamables en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper

(10) Todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante su funcionamiento normal

NLM No.2: En algunos lugares de la División I se pueden presentar concentraciones de gases o vapores inflamables, continuamente o durante periodos prolongados de tiempo. Algunos ejemplos incluyen lo siguiente:

(1) El interior de encerramientos mal ventilados que contienen instrumentos que normalmente descargan gases o vapores inflamables

(2) El interior de tanques ventilados que contienen líquidos volátiles inflamables

(3) El área entre las partes externa e interna de la tapa de depósitos con tapa flotante que contienen fluidos volátiles inflamables

(4) Las áreas mal ventiladas dentro de los lugares donde se realizan operaciones de recubrimiento o rociado con fluidos volátiles inflamables

(5) El interior de un conducto de salida que se utiliza para ventilar las concentraciones de gases o vapores inflamables

La experiencia ha demostrado que es prudente evitar la instalación de instrumentación u otros equipos eléctricos en la totalidad de estas áreas o, cuando no es posible evitarlo porque es esencial para el proceso y no son factibles otros lugares, utilizando equipos o instrumentación eléctricos aprobados para la aplicación específica o consistente en sistemas intrínsecamente seguros.

Clase I, División 2. Un lugar Clase I, División 2 es un lugar:

(1) En el cual se manipulan, procesan o utilizan líquidos volátiles inflamables, pero en el que dichos líquidos, vapores o gases estarán confinados normalmente en contenedores cerrados o sistemas cerrados de los que pueden escapar solo por rotura accidental o avería de dichos contenedores o sistemas, o si los equipos funcionan mal, o

(2) En el cual las concentraciones combustibles de gases o vapores se evitan normalmente mediante ventilación mecánica forzada. Estos pueden convertirse en peligrosos por la falla u operación anormal del equipo de ventilación, o

(3) 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, a menos que dicha comunicación se evite mediante un sistema de ventilación forzada desde una fuente de aire limpio y mediante medidas de seguridad eficaces contra las posibles fallas de la ventilación.

NLM No.1: Esta clasificación incluye usualmente los lugares en los que se utilizan líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables pero que, a juicio de la autoridad con jurisdicción, solo resultarían peligrosos en caso de accidente o funcionamiento anormal. Los factores que merecen consideración para establecer la clasificación y dimensiones de cada uno de estos lugares son la cantidad de materiales inflamables que podrían escapar en caso de accidente, la suficiencia del equipo

de ventilación, el área total involucrada y el historial de incendios o explosiones de esa industria o negocio.

NLM No.2: Las tuberías sin válvulas, válvulas antiretorno, contadores y dispositivos similares generalmente no darían lugar a situaciones peligrosas, aunque se utilicen para líquidos o gases inflamables. Dependiendo de factores tales como la cantidad y tamaño de los recipientes, y la ventilación, los lugares usados para el almacenamiento de líquidos inflamables o gases licuados o comprimidos en recipientes sellados, se pueden considerar lugares (clasificados como) peligrosos o no clasificados. Consultar los Códigos NFPA 30-2000, Flammable and Combustible Liquids Code, y, NFPA 58-2001, Liquefied Petroleum Gas Code.

Lugares Clase I, Zona 0, 1 Y 2. Lugares Clase I, Zona 0, 1, and 2 son aquellos en los cuales gases o vapores inflamables están o pueden estar presentes en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I, Zona 0, 1, Y 2 incluirán los especificados como sigue:

Clase I, Zona 0. Un lugar Clase I, Zona 0 es un lugar en el cual:

(1) En el que están presentes continuamente concentraciones de gases o vapores inflamables, o

(2) En el que están presentes durante largos períodos de tiempo concentraciones de gases o vapores inflamables.

NLM No.1: Como orientación para determinar cuando hay presencia de gases o vapores inflamables, continuamente o por largos periodos de tiempo, consultar las publicaciones:

ANSI / API RP 505-1997, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations of Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2;

ISA 12.24.01-1998, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations Classified as Class I, Zone 0, Zone 1, or Zone 2;

IEC 60079-10-1995, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Classifications of Hazardous Areas; and Area Classification Code for Petroleum Installations, Model Code, Part 15, Institute of Petroleum.

NLM No.2: Esta clasificación incluye el interior de tanques o recipientes ventilados que contengan líquidos inflamables volátiles; el interior de encerramientos para recubrimiento o aplicación por rociado mal ventilados, en los que se utilicen disolventes volátiles inflamables; la parte entre el exterior y el interior del techo de un tanque de techo flotante que contenga líquidos volátiles inflamables; el interior de recipientes, fosos y tanques abiertos que contengan líquidos volátiles inflamables; el interior de un conducto de escape que se usa para ventilar concentraciones inflamables de gases o vapores; y el interior de encerramientos mal ventilados que contengan normalmente instrumentos de ventilación para el uso o análisis de fluidos inflamables y ventilados al interior de encerramientos.

NLM No.3: No se recomienda instalar equipos eléctricos en lugares de la Zona 0, excepto cuando el equipo sea esencial para el proceso o cuando no sean viables otros lugares (consultar NLM No.2). Si fuera necesario instalar sistemas eléctricos en lugares de Zona 0, se recomienda instalar sistemas intrínsecamente seguros.

Clase 1; Zona 1. Un lugar Clase I, Zona 1 es un lugar:

(1) En el que es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación o

(2) En el que frecuentemente puede haber concentraciones de gases o vapores inflamables debido a operaciones de reparación, mantenimiento, por fugas o

(3) En el que se opera equipo o se llevan a cabo procesos de tal naturaleza que la avería u operación defectuosa del equipo podría producir la liberación de concentraciones combustibles de gases o vapores inflamables y causar además la falla simultánea de los equipos eléctricos, que pueden hacer que el equipo eléctrico se convierta en fuente de ignición; o

(4) Que sea adyacente a un lugar de Clase I, Zona 0, desde la que podrían trasladarse concentraciones inflamables de vapores, excepto si ese traslado se evita mediante una ventilación forzada (depresión positiva) adecuada desde una fuente de aire limpio y se suministran medios eficaces de protección contra fallas de la ventilación.

NLM No.1: Se consideran como operaciones normales las situaciones en que el equipo de planta opera dentro de sus parámetros de diseño. Las fugas menores de materiales inflamables pueden ser parte de operaciones normales. Las fugas menores incluyen aquellas provenientes de los empaques o sellos mecánicos de las bombas. No se consideran como operaciones normales las fallas que involucran reparación o parada total (como las rupturas de los asientos de las bombas y empaques de las bridas y los derrames producidos por accidentes).

NLM No.2: Esta clasificación incluye normal mente los lugares en los que se trasvasan líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables de un recipiente a otro. Las áreas cercanas a las operaciones de aplicación por rociado y pintura, en las que se utilizan solvente inflamables; los compartimientos o salas de secado adecuadamente ventilados en los que se evaporan disolventes inflamables; los lugares adecuadamente ventilados que contengan equipo de extracción de grasas y aceites que utilicen solventes volátiles inflamables; las áreas de las plantas de limpieza y tinturado que utilizan líquidos inflamables volátiles; los cuartos de generadores a gas ventilados adecuadamente, y otras áreas de las plantas de producción de gas en las que se puedan producir fugas de gases inflamables; los cuartos de bombas inflamables o líquidos volátiles que estén inadecuadamente ventilados; el interior de refrigeradores y congeladores en los que se guardan materiales inflamables volátiles en recipientes abiertos, ligeramente tapados o que se puedan romper fácilmente; y todos los demás lugares donde exista la probabilidad de que se produzcan concentraciones combustibles de vapores o gases inflamables durante su operación normal, pero no clasificados como Zona 0.

Clase I, Zona 2 Un lugar Clase I, Zona 2 es un lugar en:

(1) En el que no es probable que haya concentraciones de gases o vapores inflamables en condiciones normales de operación, y si las hay, será durante un corto periodo de tiempo; o

(2) En el que se manipulan, procesan o utilizan líquidos inflamables volátiles, gases inflamables, o vapores inflamables, pero en el cual los líquidos, gases o vapores, están normalmente guardados dentro de recipientes o sistemas cerrados de los que solo pueden escapar como resultado de una rotura o avería accidental del recipiente o sistema, o como consecuencia de la operación anormal del equipo con el cual los líquidos o gases se manipulan, procesan, o utilizan; o

(3) En el que normalmente las concentraciones de gases o vapores inflamables se evitan mediante ventilación mecánica forzada pero que pueden resultar peligrosas como consecuencia de la falla o funcionamiento anormal del equipo de ventilación; o

(4) Que esta adyacente a un lugar de Clase I, Zona 1 desde el que podrían trasladarse concentraciones de gases o vapores inflamables, a menos que ese traslado se evite mediante una ventilación forzada, de presión positiva adecuada, desde una fuente de aire limpio y dotada de medios de protección eficaces contra fallas de la ventilación.

NLM: La clasificación de la Zona 2 incluye normalmente los lugares donde se utilizan líquidos volátiles inflamables, gases o vapores inflamables y que resultarían peligrosos solo en caso de accidente o de alguna condición de operación inusual.

Lugares Clase II. Un lugar Clase II es el que resulta peligroso por la presencia de polvos combustibles. Los lugares Clase II deben incluir los de la División 1 y la División 2.

Clase II, División 1. Un lugar de Clase II, División 1, es un lugar:

(1) En el cual en condiciones normales de operación hay polvo combustible en el aire, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o combustibles, o

(2) En el que una falla mecánica o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipo, pueden hacer que se produzcan dichas mezclas explosivas o combustibles, y en el que además puede haber una fuente de ignición debido a: la falla simultánea de equipos eléctricos, la operación de los equipos de protección o por otras causas, o

(3) En el que puede haber polvos combustibles eléctricamente conductores en cantidades peligrosas.

NLM: Los polvos combustibles eléctricamente no conductores incluyen los que se producen por la manipulación y procesamiento de: cereales y sus derivados, azúcar y cacao en polvo, huevo y leche en polvo, especias en polvo, almidones y pastas, papa y aserrín, harina de bayas y semillas, heno seco, y otros materiales orgánicos que pueden producir polvos combustibles al procesarlos manipularlos. Para propósitos de la clasificación solo se consideran polvos eléctricamente conductivos los del grupo E. Son particularmente peligrosos los polvos que contienen magnesio o aluminio, por lo que se deben tomar las máximas precauciones para evitar su ignición y explosión.

Clase II, División 2. Un lugar de Clase II, División 2 es un lugar:

(1) En el que normalmente no hay polvo combustible en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas y combustibles, y en el que la acumulación de polvo normalmente es insuficiente para interferir con la operación normal del equipo eléctrico u otros aparatos, pero puede haber polvo combustible en suspensión en el aire como resultado de un mal funcionamiento inusual de los equipos de manipulación o de procesamiento, y

(2) En el que la manipulación de polvo combustible sobre, dentro, o en la cercanía de los equipos eléctricos puede ser suficiente para interferir con la disipación segura del calor de dichos equipos o puede ser inflamable por la operación normal o falla de los equipos eléctricos.

NLM No.1: Los factores, que merecen tenerse en cuenta para establecer la clasificación de un lugar y que pueden dar como resultado un área no clasificada, son entre otros: la cantidad de polvo combustible que pueda haber presente, y, la suficiencia de los sistemas de eliminación del polvo.

NLM No.2: Cuando algunos productos, como las semillas, son manipulados de modo que producen poca cantidad de polvo, la cantidad de polvo depositado no puede autorizar la clasificación del lugar.

Lugares Clase III. Los lugares de Clase III son aquellos que son peligrosos por la presencia de fibras o partículas volátiles, pero en el caso que no es probable que tales fibras o partículas estén en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas combustibles. Los lugares Clase III deben incluir División 1 y División 2.

Clase III, División 1. Un lugar de Clase III, División 1 es un lugar en el que se manipulan, fabrican, o usan fibras o materiales que producen partículas volátiles combustibles.

NLM No.1: Esta clasificación incluye normalmente: algunas secciones de fábricas de rayón, algodón y otras fábricas textiles; plantas de fabricación y procesamiento de fibras combustibles; fábricas procesadora de semillas de algodón; plantas de procesamiento de lino; fábricas de vestimenta; plantas de procesamiento de maderas y establecimientos e industrias que involucran procesos o circunstancias peligrosas similares.

NLM No.2: Las fibras y partículas volátiles combustibles son, entre otras: las de rayón, algodón (incluidas las pelusas y la borra), sisal, henequén, pita, yute, cáñamo, estopa, fibra de coco, malacuenda, borra de Ceiba, barba española, viruta de madera, y otros materiales de naturaleza similar.

Clase III, División 2. Un lugar de Clase III, División 2 es un lugar en el que se almacenan o manipulan fibras fácilmente inflamables, en procesos diferentes de los de manufactura.

Maquina de riego. Maquina accionada o controlada eléctricamente con uno o más motores, no portátil, que se utiliza fundamentalmente para transportar y distribuir agua para las tareas agrícolas.

Maquina de riego con pivote central. Maquina de riego con varios motores que giran alrededor de un pivote central y utiliza interruptores de alineación o dispositivos similares para controlar cada uno de esos motores.

Medios de desconexión. Dispositivo, o grupo de dispositivos, u otros medios por los cuales los conductores de un circuito se pueden desconectar de su fuente de alimentación.

Oculto. Que resulta inaccesible por causa de la estructura o del acabado del edificio. Los cables en canalizaciones ocultas se consideran ocultos, aun cuando puedan ser accesibles halándolos fuera de las canalizaciones.

Operable desde afuera. Que se puede accionar sin que el operario se exponga al contacto con las partes Energizadas.

Panel de distribución. Panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel; incluye: las barras, los dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y equipado con o sin interruptores para el control de circuitos de: alumbrado, calefacción, o potencia; esta diseñado para que se instale en un gabinete o caja de corte, colocado en o contra una pared o tabique y accesible solo por el frente.

Partes energizadas. Conductores, barras, terminales, o componentes eléctricos, sin aislar o expuestos, en los que existe el riesgo de descarga eléctrica.

Partes vivas. Componentes conductores energizados.

Peligro de Arco. Una condición peligrosa asociada con la liberación de energía causada por un arco eléctrico.

Peligro de choque. Una condición peligrosa asociada con la posible liberación de energía causada por el contacto o la aproximación a partes energizadas.

Peligro eléctrico. Una condición peligrosa tal que el contacto o la falla de equipos puede resultar en: un choque eléctrico, quemadura de relámpago de arco, quemadura termica, o ráfaga.

NLM: Ejemplos de circuitos o sistemas que no son considerados un peligro eléctrico son: Las fuentes de potencia Clase 2. Sistemas de iluminación de baja tensión y fuentes similares.

Permiso especial. Consentimiento otorgado por escrito, expedido por la autoridad con jurisdicción.

Persona no calificada. Una persona que no es una persona calificada.

Persona calificada. Una persona que tiene las destrezas y el conocimiento relacionado con la construcción y operación del equipo e instalaciones eléctricas y ha recibido entrenamiento de seguridad respecto a los peligros inherentes.

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 de 42 pulgadas (1.07 m) y todas las piscinas construidas dentro de edificaciones, sin importar la profundidad del agua y con circuitos eléctricos de cualquier naturaleza, o sin ellos.

Piscina portátil deportiva o de recreación. Piscina construida sobre el suelo, que puede contener agua hasta una altura máxima de 42 pulgadas (1.07 m), o piscina con paredes no metálicas de polímeros moldeadas o telas inflamables, sin importar sus dimensiones.

Puente de conexión equipotencial. Conductor confiable que asegura la conductividad eléctrica necesaria entre las partes metálicas que deben estar conectadas eléctricamente.

Puesto a tierra. Conectado a tierra, o, a cualquier cuerpo conductor que pueda actuar como tierra.

Puesto a tierra, eficazmente. Conectado intencionalmente a tierra a través de una conexión o conexiones de puesta a tierra de impedancia suficientemente baja y con capacidad de conducción de corriente suficiente para evitar la aparición de tensiones que puedan provocar riesgos indebidos a las personas o a los equipos conectados.

Punto de acometida. Punto de conexión entre las instalaciones de la empresa suministradora y el alambrado del predio.

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

Resistente a la llama (RLL). La propiedad de un material por la cual se previene, se termina, o se inhibe la combustión después de la aplicación de una fuente de ignición inflamable o no inflamable, con o sin la subsiguiente remoción de la fuente de ignición.

NLM: La resistencia a la llama puede ser una propiedad inherente de un material, o puede dársele mediante un tratamiento específico aplicado al material.

Rotulado. Equipos o materiales a los que se ha colocado: un rotulo, símbolo, u otra marca de identificación de un organismo aceptado por la autoridad con jurisdicción y que se ocupa de la evaluación de productos, realiza inspecciones periódicas de la producción de equipos o materiales rotulados y por cuyo rotulado el fabricante indica que cumple de manera específica con las normas o características de funcionamiento apropiadas.

Salida. Punto de una instalación en el que se toma corriente para suministrarla a un equipo de utilización

Salida de alumbrado. Salida destinada para la conexión: directa de un porta bombilla, una luminaria o un cordón colgante que termina en un porta bombilla.

Salida de potencia. Ensamble encerrado en el que puede haber: tomacorrientes, interruptores automáticos, portafusibles, interruptores con fusibles, barras de conexión y medios de montaje de medidores de vatios-hora, destinado a suministrar y controlar energía eléctrica a: casas móviles, vehículos recreativos, estacionamiento de remolques o botes, o para servir como medio de distribución de la energía eléctrica requerida para operar equipos móviles o instalados provisionalmente.

Salida para tomacorriente. Salida en la que están instalados uno o más tomacorrientes.

Seguridad eléctrica. El reconocimiento de los peligros asociados con el uso de la energía eléctrica y la toma de precauciones para que los peligros no causen heridas o muerte.

Separado. (Como se aplica a un lugar). No accesible fácilmente por las personas, a menos que se utilicen medios de acceso especiales.

Sistema de alimentación separado. Sistema que contiene: un transformador de aislamiento o su equivalente, un monitor de aislamiento físico de línea y sus conductores de circuito no puesto a tierra.

Sistema de bandejas portacables. Una unidad o conjunto de unidades o secciones y accesorios asociados que forman un sistema estructural rígido para sujetar con seguridad o soportar cables y canalizaciones.

Sistema derivado independiente. Sistema de alambrado de un predio cuya energía procede de: una batería, un sistema solar fotovoltaico, o de los bobinados de un generador, transformador, o convertidor y que no tiene conexión eléctrica directa, incluido el conductor del circuito solidamente puesto a tierra, para alimentar conductores que se originan en otro sistema.

Sobrecarga. Funcionamiento, de un equipo por encima de su capacidad nominal de plena carga, o de un conductor por encima de su capacidad nominal de conducción de corriente, que cuando persiste durante un tiempo suficiente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga.

NLM: Una corriente por encima de su capacidad nominal puede ser adaptada con conductores y ciertos equipos bajo una condición dada. Por lo tanto las reglas de corriente por encima de su capacidad nominal son específicas para situaciones particulares

Tablero de distribución. Panel sencillo, bastidor, o conjunto de paneles de tamaño grande, en el que se montan, por delante o por detrás, o por ambos: interruptores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otros dispositivos de protección, barras de conexión e instrumentos en general. Los tableros de distribución son accesibles generalmente por delante o por detrás y no están destinados para instalación dentro de gabinetes.

Tensión a tierra. Para circuitos puestos a tierra, es la tensión entre un conductor dado y el punto o conductor del circuito que está puesto a tierra; para los circuitos no puestos a tierra, es la mayor tensión entre el conductor dado y cualquier otro conductor del circuito.

Tensión de paso. Una diferencia de gradiente de potencial a tierra, que puede hacer que fluya corriente de un pie a otro a través del cuerpo.

Tensión de toque. Una diferencia de gradiente de potencial a tierra, que puede producir flujo de corriente de una mano a otra, o mano a pie, a través del cuerpo.

Tensión (de un circuito). La mayor diferencia media cuadrática (eficaz, rms) de potencial entre dos conductores cualesquiera de un circuito.

NLM: Algunos sistemas, como: los trifásicos trifilares, monofásicos trifilares y de corriente continua trifilares, pueden tener varios circuitos a varias tensiones.

Tensión, nominal. Valor nominal asignado a un circuito o sistema, para designar convenientemente su nivel de tensión (por ejemplo: 120/240 V, 480Y/277 V, 600 V). La tensión real a la que funciona un circuito puede variar con respecto a la nominal dentro de un margen que permita el funcionamiento satisfactorio de los equipos.

Tierra. Conexión conductora intencional o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y la tierra, o en algún o cuerpo conductor que sirva como tierra

Tomacorriente. Dispositivo de contacto instalado en una e salida para que se conecte a el una clavija de conexión. Un tomacorriente sencillo es un dispositivo de contacto sencillo sin ningún otro dispositivo de contacto en el mismo yugo. Un tomacorriente múltiple es un dispositivo que contiene dos o mas dispositivos de contacto en el mismo yugo.

Trabajo a mano desnuda. La técnica de hacer trabajos en le partes energizadas, después de que el empleado ha sido elevado al potencial de la parte energizada.

Trabajo cerca a (partes energizadas). Cualquier actividad dentro de la frontera de aproximación limitada.

Trabajo sobre (partes energizadas). En contacto con partes energizadas con: las manos, pies, u otras partes del cuerpo, con: herramientas, sensores, o con equipo de prueba, sin tener en cuenta el equipo de protección personal que la persona pueda tener puesto.

Trayectoria de corriente de falla a tierra. Una trayectoria eléctricamente conductiva desde el punto de una falla a tierra en un sistema de alambrado a través de conductores normalmente no portadores de corriente, equipo, o la tierra hasta la fuente de suministro eléctrico.

NLM: Ejemplos de trayectorias de corrientes de falla a tierra pueden consistir en cualquier combinación de conductores de puesta a tierra de equipos, canalizaciones metálicas, forros metálicos de cables, equipos eléctricos, y cualquier otro material conductor de electricidad tales como tubería metálica de agua y gas, miembros estructurales de acero, ductos metálicos, acero de refuerzo, blindajes de cables de comunicaciones, y la tierra misma.

Trayectoria efectiva para la corriente de falla a tierra. Una trayectoria conductora de electricidad intencionalmente construida, permanente, diseñada de baja impedancia y con el propósito de transportar corriente bajo condiciones de falla a tierra desde el punto de una falla a tierra en un sistema de alumbrado hasta la fuente de suministro eléctrico.

Unidad de cocción, para montar o sobreponer. Artefacto de cocina diseñado para estar montado en o sobre un mostrador o mueble y que consta de: una o más hornillas, alambrado interno y controles incorporados o montados por separado.

Ventilado. Equipo con medios que permiten la circulación de aire, suficiente para eliminar el exceso de: calor, humos, o vapores.

Vestido de arco (Traje de Arco). Un sistema completo de ropa RLL y equipo que cubre todo el cuerpo, excepto las manos y los pies. Incluye pantalones, chaqueta y capucha tipo apicultor provisto con protector facial.

Vitrina. Cualquier ventana, utilizada o diseñada, para la presentación de productos o materia] publicitario, que está total o parcialmente cerrada o totalmente abierta por detrás y que puede tener o no una plataforma elevada a un nivel superior al del piso de la calle.

II. Tensión nominal superior a 600 V.

Las anteriores definiciones se aplican siempre que los términos se utilicen en esta norma, mientras que las siguientes definiciones son aplicables únicamente a la parte del Artículo que trata específicamente de instalaciones y equipos, que operen a tensiones nominales superiores a 600 V.

Fusible. Dispositivo de protección contra sobrecorriente, con una parte fundible para apertura de un circuito, que se calienta y rompe por el paso de una sobrecorriente a través de ella.

NLM: Un fusible comprende todas las partes que forman una unidad capaz de realizar las funciones descritas. Puede ser o no el dispositivo completo necesario para conectarlo a un circuito eléctrico.

Dispositivo de maniobra. Dispositivo diseñado para: cerrar, abrir, o cerrar y abrir, uno o más circuitos eléctricos.

Dispositivos de maniobra, Cortacircuito. Ensamble de un soporte para fusible con un porta fusible, o una cuchilla de desconexión. El porta fusible puede incluir un elemento conductor (elemento fusible) o puede actuar como la cuchilla de desconexión al incluir un elemento no fusible.

Dispositivos de maniobra, cortacircuito en aceite (cortacircuito lleno de aceite). Cortacircuito en el cual todo o parte del soporte para fusible y su elemento fusible o cuchilla de desconexión están montados en aceite con inmersión completa de los contactos y de la parte fundible del elemento conductor (elemento fusible), de modo que la interrupción del arco por la rotura del elemento fusible o la apertura de los contactos, ocurrirá dentro del aceite.

Dispositivos de maniobra, interruptor automático. Dispositivo de maniobra capaz de cerrar y abrir un circuito y de transportar corriente en condiciones normales, y de cerrar y transportar corriente durante un tiempo determinado y de abrir un circuito en determinadas condiciones anormales, como en caso de un corto circuito.

Dispositivos de maniobra, interruptor de desconexión (o aislamiento) (seccionador). Dispositivo mecánico de maniobra usado para independizar un circuito o equipo de una fuente de potencia.

Dispositivos de maniobra, interruptor en aceite. Interruptor cuyos contactos operan sumergidos en aceite (o askarel o en otro líquido adecuado).

Dispositivos de maniobra, medios de desconexión. Dispositivo, grupo de dispositivos, u otros medios, a través de los cuales los conductores de un circuito se pueden desconectar de su fuente de alimentación.

Dispositivos de maniobra, seccionador de operación bajo carga (interruptor switch). Interruptor capaz de establecer, conducir, e interrumpir, corrientes específicas.

ARTICULO 110

Requisitos generales para prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica

110.1 Alcance. El Capítulo 1 comprende las prácticas y los procedimientos de trabajo relacionados con la seguridad eléctrica para los empleados quienes trabajan en o cerca de conductores eléctricos o partes de circuitos energizados expuestos en los lugares de trabajo que están incluidos en el alcance de esta norma. Los circuitos y los equipos eléctricos no incluidos en el alcance de esta norma pueden

presentar un peligro a los empleados no calificados cuando trabajen cerca de estas instalaciones. En el Capítulo I, se han incluido exigencias para proteger de esos peligros a los empleados no calificados.

110.2 Propósito. Estas prácticas y procedimientos tienen la intención de darle al empleado seguridad relacionada con los peligros eléctricos en el sitio de trabajo.

110.3 Responsabilidad. Las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad, contenidas en el Capítulo I, deberán ser implementadas por los empleados. El empleador deberá proveer las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad. El también deberá entrenar al empleado quien después les deberá implementar.

110.4 Relación entre múltiples empleadores.

(A) Prácticas de trabajo seguras. En lugares de trabajo de múltiples empleadores (en todos los sectores industriales), más de un empleador puede ser responsable de condiciones peligrosas que violen prácticas de trabajos seguros.

(B) Personal externo (Contratistas, etc.). Siempre que personal externo vaya a participar en actividades cubiertas por el alcance y aplicación de esta norma, el empleador de planta y el(los) empleador(es) externos deberá(n) informar a todos los demás sobre los peligros existentes, los requisitos de equipos / ropas de protección personal, procedimientos de prácticas seguras de trabajo, y procedimientos de emergencia / evacuación aplicables al trabajo que se va a realizar. Esta coordinación deberá incluir una reunión y documentación.

110.5 Organización. El Capítulo 1 de esta norma está dividido tres artículos. El Artículo 110 da los requisitos generales referentes a la preparación para, y la conducción de, trabajo ejecutado en o cerca de componentes eléctricos sin tener en cuenta si esos componentes se encuentran energizados o no. El Artículo 120 hace énfasis en trabajo sin energía y describe las prácticas de trabajo empleadas para desenergizar componentes para ponerlos en una condición de trabajo eléctricamente segura antes de intentar trabajar en o cerca de ellos. El Artículo 130 provee los requisitos para trabajar en o cerca de componentes eléctricos que no han sido puestos en una condición de trabajo eléctricamente segura.

110.6 Requisitos de entrenamiento.

(A) Entrenamiento de seguridad. Las exigencias de entrenamiento contenidas en esta sección se aplicarán a los empleados que enfrentan un riesgo de peligro eléctrico que no está reducido a un nivel seguro por las exigencias de instalación eléctrica del Capítulo 4. Esos empleados deberán recibir entrenamiento para entender los peligros asociados específicamente con la energía eléctrica. Ellos deberán recibir entrenamiento sobre las exigencias de prácticas y procedimientos de trabajo relacionados con la seguridad que sean necesarios para dar protección contra los peligros eléctricos asociados con sus respectivos trabajos y tareas asignadas. Los empleados deberán recibir entrenamiento para identificar y entender la relación entre los peligros eléctricos y posibles heridas.

(B) Tipo de entrenamiento. El entrenamiento exigido por esta sección deberá llevarse a cabo en el salón de clase o en el sitio de trabajo o, en una combinación de los dos. El grado de entrenamiento que se imparta se deberá determinar por el riesgo del empleado.

(C) Procedimientos de emergencia. Los empleados que trabajan sobre o cerca de conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos, deberán recibir entrenamiento sobre los métodos para liberar a las víctimas del contacto con conductores o partes de circuitos energizados expuestos. Ellos regularmente deberán ser instruidos en métodos de primeros auxilios y procedimientos de emergencia tales como los métodos de resucitación aprobados, si sus responsabilidades ameritan ese entrenamiento.

(D) Entrenamiento al empleado.

(1) Persona calificada. Una persona calificada deberá recibir entrenamiento para llegar a ser conocedora de la construcción y operación de equipos a un método de trabajo específico y recibir entrenamiento para reconocer y evitar los peligros eléctricos que se puedan presentar con respecto a ese equipo a método de trabajo.

(a) Esas personas también deberán estar familiarizadas con: el uso apropiado de técnicas de prevención especiales, equipos personales de protección incluyendo de relámpago de arco, materiales aislantes y de blindaje, herramientas y equipo de ensayo aislados. Una persona puede ser considerada calificada con respecto a ciertos equipos y métodos pero sin embargo aun no estar calificada para otros.

(b) Un empleado que se encuentra en entrenamiento en el trabajo y quien, en el curso de ese entrenamiento, ha demostrado una habilidad para ejercer responsabilidades con seguridad en su nivel de entrenamiento y quien se encuentra bajo la directa supervisión de una persona calificada se deberá considerar como una persona calificada para la ejecución de esas responsabilidades. j

(c) Esas personas a quienes se les permite trabajar dentro de la frontera limitada de aproximación de partes energizadas expuestas que operan a 50 voltios o más: deberán, como mínimo, recibir entrenamiento adicional en lo siguiente:

(1) Las destrezas y técnicas necesarias para distinguir entre partes energizadas expuestas y otras partes de equipos eléctricos

(2) Las destrezas y técnicas necesarias para determinar la tensión nominal de partes energizadas expuestas

(3) Las distancias de aproximación de la Tabla 130.2(C) y las tensiones correspondientes a las que el personal calificado estará expuesto.

(4) El procedimiento de toma de decisiones necesario para determinar el grado y alcance del peligro, el equipo de protección personal y el necesario planeamiento del trabajo para realizar la tarea de manera segura.

(2) Personas no calificadas. Las personas no calificadas deberán recibir entrenamiento en y estar familiarizadas con cualquiera de las practicas relacionadas con la seguridad eléctrica que puedan no estar comprendidas específicamente dentro del Capitulo 1, pero que son necesarias para la seguridad de ellas.

110.7 Programa de seguridad eléctrica.

(A) General. El empleador deberá implementar un programa general de seguridad eléctrica que ordene la actividad apropiada para: la tensión, nivel de energía y condiciones del circuito.

NLM: Las practicas de trabajo relacionadas con la seguridad son solo un componente de un programa general de seguridad eléctrica.

(B) Conocimiento y auto disciplina. El programa de seguridad eléctrica se deberá diseñar para proveer el conocimiento de los potenciales peligros a los empleados quienes pueden de vez en cuando trabajar en un ambiente afectado por la presencia de energía eléctrica. El programa deberá desarrollarse para proveerle a los empleados auto disciplina necesaria a quienes ocasionalmente deben realizar trabajo en o cerca de conductores y partes de circuitos eléctricos energizados expuestos. El programa deberá inculcar principios y controles de seguridad.

(C) Principios del programa de seguridad eléctrica. El programa de seguridad eléctrica deberá identificar los principios sobre los cuales se basa.

NLM: Para ejemplos de principios de típicos programas de seguridad eléctrica, consulte el Anexo E.

(D) Controles del programa de seguridad eléctrica. El programa de seguridad eléctrica deberá identificar los controles con los que se mide y monitorea.

NLM: Para ejemplos típicos, de controles del programa de seguridad eléctrica, consulte el Anexo E.

(E) Procedimientos del programa de seguridad eléctrica. El programa de seguridad eléctrica deberá identificar los procedimientos para trabajar en o cerca de partes energizadas antes de que comience el trabajo.

NLM: Para un ejemplo, de un típico procedimiento del programa de seguridad eléctrica, consultar el Anexo E.

(F) Procedimiento de evaluación peligro / riesgo. El programa de seguridad eléctrica deberá identificar el procedimiento que se usará para la evaluación de peligro / riesgo, antes de que comience el trabajo en o cerca de partes energizadas operando en 50 voltios o más o donde exista un peligro.

NLM: Para un ejemplo de procedimiento de evaluación de riesgo de peligro, consulte el Anexo E.

(G) Instructivo del trabajo.

(1) General. Antes de comenzar cada trabajo, el empleado responsable deberá realizar un instructivo del trabajo (resumen del trabajo) con los empleados que participarán. El instructivo contendrá temas como: los peligros asociados con el trabajo, los procedimientos de trabajo relacionados, precauciones especiales, controles de la fuente de energía, y exigencias de equipo de protección personal.

(2) Tareas repetitivas o similares. Si el trabajo y las operaciones que se van a desarrollar durante el día de trabajo, cambian o son repetitivas y similares, por lo menos se realizara un instructivo del trabajo antes de comenzar el primer trabajo del día o turno. Se mantendrán instructivos de trabajo adicionales si durante el curso del trabajo ocurren cambios significativos que puedan afectar la seguridad de los empleados.

(3) Trabajo de rutina. Será satisfactoria una corta discusión, si el trabajo respectivo es de rutina y si razonablemente se puede esperar que el empleado, por virtud del entrenamiento y la experiencia, reconozca y evite los peligros inherentes al trabajo. Se realizara una discusión mas extensa, si:

(1) El trabajo es complicado o particularmente peligroso, o

(2) No se puede esperar que el empleado reconozca y evite los peligros propios del trabajo.

NLM: Para un ejemplo de un formato de instructivo de trabajo y lista de verificación de planeamiento consultar Anexo I.

110.8 Trabajo en o cerca de conductores y partes de circuitos eléctricos.

(A) General. Las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad se deberán utilizar para salvaguardar a los empleados de recibir heridas mientras que estén trabajando en o cerca de conductores o partes de circuitos eléctricos expuestos, que están o puedan llegar a estar energizados. La especifica practica de trabajo relacionada con la seguridad será consistente con la naturaleza y extensión de los peligros eléctricos asociados.

(1) Partes energizadas- Condición segura de trabajo. Las partes energizadas a las cuales el empleado puede estar expuesto se deberán poner en una condición de trabajo eléctricamente segura,

antes de que el empleado trabaje en o cerca de ellas, a menos que se pueda justificar el trabajo sobre componentes energizados de acuerdo con 130.1.

(2) Partes energizadas- Condición insegura de trabajo. Solo se permitirá que las personas calificadas trabajen en los conductores o parte de circuitos eléctricos que han sido puestos en una condición de trabajo eléctricamente segura.

(B) Trabajo en o cerca de conductores o partes de circuitos eléctricos expuestos que están o pueden llegar a estar energizados. Antes de trabajar en o cerca de conductores o partes de circuitos eléctricos expuestos que operen a 50 voltios o más, se deberán aplicar dispositivos candado / etiqueta de acuerdo con 120.1, 120.2, Y 120.3. Si, por las razones indicadas en 130.1, no se pueden aplicar los dispositivos candado / etiqueta, 130.2(A) a 130.2 (D) (2) se deberán aplicar al trabajo.

(1) Análisis de Peligro Eléctrico. Si las partes energizadas que operan a 50 voltios o mas no se encuentran en una condición segura de trabajo, se deberán utilizar otros procedimientos de seguridad relacionadas con el trabajo para proteger a los empleados que puedan llegar a estar expuestos a los peligros eléctricos pertinentes. Tales procedimientos de trabajo deberán proteger a todos los empleados contra relámpago de arco y contra el contacto con partes vivas que operen a 50 voltios o mas directamente con alguna parte del cuerpo o indirectamente a través de otro objeto conductor. Los procedimientos de trabajo que se utilicen deberán ser adecuados para las condiciones bajo las cuales se va a desarrollar el trabajo y para el nivel de tensión de las partes energizadas. Se deberán establecer los procedimientos apropiados de trabajo relacionados con la seguridad antes de que alguna persona se acerque a partes energizadas expuestas dentro de la Frontera de Aproximación Limitada utilizando tanto el análisis de peligro de choque como el análisis de peligro de relámpago.

(a) Análisis de Peligro de Choque. El análisis de peligro de choque deberá determinar la tensión a la cual el personal estará expuesto, requisitos de frontera y el equipo de protección personal necesario para minimizar la posibilidad de choque eléctrico al personal.

NLM: Consultar 130.2 para los requisitos para realizar un análisis de peligro de choque.

(b) Análisis de Peligro de Relámpago. Se deberá hacer el análisis de peligro de relámpago de arco para proteger al personal contra la posibilidad de recibir heridas por un relámpago de arco (quemaduras y contusiones). El análisis deberá establecer la Frontera de Protección contra Arco y el EPP (equipo de protección personal) que las personas dentro de la Frontera de Protección contra Arco deberán usar.

NLM: Consultar 130.3 para los requisitos para realizar el análisis de peligro de relámpago.

(2) Permiso de Trabajo Eléctrico Energizado. Si las partes energizadas no se encuentran en una condición de trabajo eléctricamente segura (p.e., si por razones de peligros mayores o adicionales o infactibilidad de acuerdo con 130.1), el trabajo que se desarrollara se considerará trabajo eléctrico energizado solo se realizará mediante permiso escrito.

NLM: Consultar 130.1 (A) para los requisitos del permiso de trabajo eléctrico energizado.

(3) Personas no calificadas. A las personas no calificadas no se les permitirá entrar en los espacios exigidos en 400.16 accesibles solo a empleados calificados, a menos que los conductores y equipos eléctricos relacionados estén en una condición de trabajo eléctricamente seguro.

(4) Enclavamientos de seguridad. Solo se le permitirá a una persona calificada que, siguiendo las exigencias del trabajo dentro de la frontera restringida de aproximación como se trata en 130.2(C), venza o elimine un enclavamiento eléctrico de seguridad sobre el cual solo la persona tiene control y solo temporalmente mientras que la persona calificada trabaja en el equipo. El sistema de

enclavamiento de seguridad se deberá volver a su condición de operación cuando el trabajo este completo.

110.9 Uso de equipos.

(A) Instrumentos y Equipos de Prueba.

(1) Valores Nominales. Instrumentos de prueba, equipos, y sus accesorios deberán tener valores nominales para los circuitos y equipos a los cuales se van a conectar.

(2) Diseño. Instrumentos de prueba, equipos, y sus accesorios deberán diseñarse para el medio ambiente al cual van estar expuestos, y para la manera como se utilizaran.

(3) Inspección Visual. Los instrumentos y equipos de prueba y todos los asociados: terminales de conexión, cables, cuerdas de potencia, sondas, y conectores, se deberán inspeccionar visualmente para establecer defectos y daños externos antes de que el equipo se utilice en cualquier turno. Si existe un defecto o evidencia de daño que pueda exponer a un empleado a heridas, los elementos defectuosos o dañados se deberán retirar del servicio, y ningún empleado los deberá utilizar hasta que se hayan hecho las necesarias reparaciones y pruebas para que el equipo vuelva a ser seguro.

(B) Equipo Eléctrico Portátil. Esta sección se aplica al uso de equipo conectado con cordón y clavija, incluidos los conjuntos de cordones (cordones de extensión).

(1) Manipulación. El equipo portátil deberá manipularse de una manera que no cause daño. Los cordones flexibles eléctricos conectados a los equipos no se deberán utilizar para levantar o bajar los equipos. Los cordones flexibles no se deberán asegurar con grapas o suspender de una manera que pueda dañar la chaqueta exterior o el aislamiento.

(2) Equipo de Tipo de Puesta a Tierra.

(a) Los cordones flexibles que se utilicen con equipos del tipo de puesta a tierra deberán contener un conductor de puesta a tierra de equipos.

(b) Las clavijas de conexión y los tomacorrientes no se deberán conectar o alterar de una manera que puedan interrumpir la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos en el punto donde las clavijas se conectan a los tomacorrientes. Adicionalmente, estos dispositivos no se deberán alterar para permitir que el polo de puesta a tierra de una clavija se inserte en los orificios destinados para la conexión de los conductores portadores de corriente.

(c) No se utilizaran adaptadores que interrumpan la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

(3) Inspección visual de equipos portátiles conectados con cordón y clavija y de conjuntos de cordones flexibles.

(a) Frecuencia de inspección. Antes de usarse en algún turno, los equipos portátiles conectados con cordón y clavija se deberán inspeccionar para determinar si tienen defectos externos (tales como partes flojas, pasadores deformados o faltantes) y para evidenciar posibles daños internos (tales como pellizcos o aplastamientos en la chaqueta exterior).

Excepción: Equipos conectados mediante cordones y clavijas y conjuntos de cordones flexibles (cordones de extensión) que permanecen conectados una vez que ellos se han puesto en su Lugar y que no están expuestos a daño, no se requiere que se inspeccionen visualmente hasta que se hayan relocalizado.

(b) Equipos defectuosos. Si hay un defecto o evidencia de daño que pueda exponer al empleado a heridas, el elemento defectuoso o dañado se debe retirar de servicio y ningún empleado lo debe utilizar hasta que se hayan hecho las necesarias reparaciones y la pruebas que vuelvan el equipo a su condición segura.

(c) Coordinación apropiada. Cuando una clavija de conexión se va a conectar a un tomacorriente, primero se debe verificar la relación entre los contactos de la clavija y del tomacorriente para garantizar que tiene configuraciones que les permite emparejarse.

(d) Lugares de trabajo conductivos. Los equipos eléctricos portátiles utilizados en lugares de trabajo, altamente conductivos, (tales como los que se encuentran inundados con agua u otros líquidos conductivos) o en lugares de trabajo donde los empleados tienen la probabilidad de tener contacto con agua o líquidos conductivos, deberán estar aprobados para esos lugares. En los lugares de trabajo donde existe la probabilidad de que los empleados entren en contacto o estén empapados con agua o líquidos conductivos, para la protección del personal se deberán utilizar interruptores de circuito contra falla a tierra.

(4) Conexión de clavijas de conexión.

(a) Las manos del empleado no deberán estar húmedas cuando se conecten o desconecten cordones flexibles y los equipos conectados con cordón y clavija, si se trata de equipos energizados.

(b) Las conexiones de clavijas y tomacorrientes energizados se deberán manipular solo con equipos de protección aislantes, si la condición de la conexión puede establecer una trayectoria conductiva a la mano del empleado (si, por ejemplo, un cordón esta mojado por haberse sumergido en agua).

(c) Los conectores tipo enclavamiento se deben asegurar después de la conexión.

(C) Dispositivos de Protección GFCI. Los dispositivos de protección GFCI se deberán probar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

(D) Modificación de la Protección contra Sobrecorriente. La protección de circuitos y conductores contra sobrecorriente no se deber a modificar, ni aun de manera temporal, mas allá de lo permitido por 410.9(A) Y 410.9 (B).

ARTICULO 120

ESTABLECIMIENTO DE UNA CONDICION DE TRABAJO ELÉCTRICAMENTE SEGURA

120.1 Proceso para Obtener una Condición de Trabajo Eléctricamente Segura. Se obtendrá una condición de trabajo eléctricamente segura cuando se realice de acuerdo con los procedimientos de 120.2 y se verifique mediante el siguiente procedimiento:

(1) Determine todas las posibles fuentes de suministro de energía eléctrica al equipo específico. Revise los aplicables planos actualizados, diagramas y etiquetas de identificación.

(2) Después de apropiadamente interrumpir la corriente de carga, abrir el (los) dispositivo (s) de desconexión para cada fuente.

(3) Siempre que sea posible, verificar visualmente que todas las cuchillas de los dispositivos de desconexión estén completamente abiertas o que los interruptores automáticos extraíbles se encuentren en la posición de desconexión total.

(4) Instalar los dispositivos candado / etiqueta de acuerdo con la política documentada y establecida.

(5) Utilice un detector de tensión con el adecuado valor nominal de tensión para probar cada conductor de Fase o parte de circuito para comprobar que se encuentran desenergizados. Probar cada conductor de fase o parte de circuito tanto fase a fase como fase a tierra. Antes y después de cada prueba, verificar que el detector de tensión este operando satisfactoriamente.

(6) Cuando exista la posibilidad de tensiones inducidas o energía eléctrica, poner a tierra los conductores de fase o partes de circuitos antes de tocarlos. Cuando razonablemente se pueda anticipar que los conductores o partes de circuitos que se encuentran desenergizados pueden hacer contacto con otros energizados conductores o partes de circuitos, instalar dispositivos de conexión a tierra con valores nominales para falla posible.

120.2 Trabajo En o Cerca de Conductores o Partes de Circuitos Eléctricos Desenergizados a los que se les ha Instalado Candado / Etiqueta. Todos los empleadores deberán identificar, documentar, e implementar procedimientos candado / etiqueta de acuerdo con artículo 120.3 para salvaguardar a los empleados contra la exposición a peligros eléctricos cuando ellos se encuentren trabajando en o cerca de conductores o partes de circuitos eléctricos desenergizados que tienen la probabilidad de producir heridas debidas a contacto inadvertido o accidental o falla de equipos. El procedimiento candado / etiqueta será apropiado para la experiencia y entrenamiento de los empleados y condiciones de la manera como se encuentran en el lugar de trabajo.

(A) General. Todos los conductores de circuito y las partes de circuitos eléctricos se deberán considerar energizados hasta que la fuente o las fuentes de energía se retiren, en cuyo momento se consideraran desenergizados. Todos los conductores de circuito y las partes de circuitos eléctricos no se consideraran que están en una condición eléctricamente segura basta que: Todas las fuentes de energía se encuentren retiradas, los medios de desconexión estén bajo candado / etiqueta, la ausencia de tensión se haya verificado mediante un dispositivo de prueba de tensión aprobado y, cuando existe exposición a instalaciones energizadas, estas se encuentren temporalmente puesta a tierra. (*consultar 120.11 para el procedimiento de seis pasos para establecer una condición de trabajo eléctricamente segura*). Los conductores y partes de circuitos eléctricos que han sido desconectados, pero que: no se encuentran bajo Candado / etiqueta, probados y puestos a tierra (cuando sea apropiado) , no se considera que se encuentran en una condición de trabajo eléctricamente segura y se deberán utilizar apropiadas practicas seguras de trabajo para los niveles de tensión y energía del circuito. Las exigencias de candado / etiqueta se deberán aplicar a: equipos fijos permanentemente instalados, equipos instalados temporalmente y equipos portátiles.

(B) Principios de la ejecución de candado/etiqueta.

(1) Envolvimiento del empleado. Toda persona que pueda estar directa o indirectamente expuesta a una fuente de energía eléctrica deberá participar en el proceso candado / etiqueta.

NLM: Un ejemplo de exposición directa es el electricista calificado que va a trabajar en: el control de un arrancador de motor, o circuitos de potencia, o el motor. Un ejemplo de exposición indirecta es la persona que va a trabajar en el acoplamiento entre el motor y el compresor.

(2) Entrenamiento. Todas las personas que puedan estar expuestas deberán recibir entrenamiento para que entiendan el procedimiento establecido para controlar la energía y la responsabilidad de ellos al ejecutar el procedimiento. Los nuevos empleados (o reasignados) deberán recibir entrenamiento (o ser re-entrenados) para que entiendan el procedimiento candado / etiqueta en lo que tiene que ver con sus nuevas responsabilidades.

(3) Plan. Se deberá desarrollar un plan fundamentado en los equipos y sistemas eléctricos existentes y se deberán utilizar planos actualizados de diagramas.

(4) Control de energía. Todas las fuentes de energía eléctrica se deberán controlar de tal manera que se minimice la exposición de los empleados a peligros eléctricos.

(5) Identificación. El dispositivo candado / etiqueta debe ser único y fácilmente identificable como un dispositivo candado / etiqueta.

(6) Tensión. La tensión se deberá retirar y se deberá verificar la ausencia de tensión.

(7) Coordinación. El procedimiento eléctrico candado / etiqueta establecido deberá estar coordinado con todos los procedimientos del empleador asociadas con candado / etiqueta de otras fuentes de energía. Anualmente se deberán auditar la ejecución y el completamiento del procedimiento candado / etiqueta.

(C) Responsabilidad.

(1) Procedimientos. El empleador deberá establecer los procedimientos candado / etiqueta para la organización, dar entrenamiento a los empleados, suministrar los equipos necesarios para ejecutar los detalles del procedimiento, auditar la ejecución de los procedimientos para garantizar el entendimiento / cumplimiento por los empleados, y auditar el procedimiento para oportunidades de mejoramiento y el completamiento.

(2) Forma de control. Existen tres formas de control de los peligros de la energía eléctrica que serán permitidas: control individual por parte del empleado, candado / etiqueta simple, y candado / etiqueta complejo. (*Consultar 120.2 (D).*) Una persona calificada será responsable del control individual por parte del empleado y del candado / etiqueta simple. Para candado / etiqueta complejo, la persona a cargo tendrá la responsabilidad general. (*Consulte el Anexo G para un ejemplo del procedimiento candado / etiqueta.*)

(3) Auditoria. Se deberá auditar por lo menos una vez al año por una persona calificada y deberá contener por lo menos un candado / etiqueta que se este adelantando y los detalles del procedimiento. La auditoria deberá diseñarse para corregir deficiencias en el procedimiento o en el entendimiento del empleado.

(D) Procedimientos de control de los peligros de la energía eléctrica.

(1) Procedimiento de control individual por empleados calificados. Se permitirá el procedimiento de control individual por empleados calificados cuando los equipos con conductores expuestos y partes de circuitos están desenergizados para menores: mantenimiento, revisión, ajuste, limpieza, inspección, condiciones de operación, y similares. Se permitirá que el trabajo se realice sin colocar dispositivos candado / etiqueta en los medios de desconexión, si los medios de desconexión están adyacentes: al conductor, a partes de circuitos, y a equipos, en los cuales se va a llevar a cabo el trabajo, los medios de desconexión son claramente visible por el empleado calificado particular que participará en el trabajo, y el trabajo no comprende más de un turno.

(2) Procedimiento candado / etiqueta sencillo. Todos los procedimientos candado / etiqueta que no se encuentran bajo el control individual de empleados calificados [consultar 120.2 (D)(1)] o bajo el candado / etiqueta complejo [consultar 120.2 (D) (3)] se consideraran procedimientos que son procedimientos candado / etiqueta sencillos. Todos los procedimientos candado / etiqueta que tienen que ver solo con una o unas personas calificadas que desenergizan un conjunto de conductores o parte de circuito de una fuente con el único propósito de realizar un trabajo en o cerca de equipos eléctricos, se considerara que es un candado / etiqueta sencillo. No se exigirá que se hagan planos de candado / etiqueta sencillo para cada tarea. Cada trabajador será responsable de su propio candado / etiqueta.

(3) Procedimiento etiqueta / candado complejo.

(a) Se permitirá un plan candado / etiqueta complejo cuando existen uno o más de los siguientes:

- (1) Múltiples fuentes de energía

- (2) Múltiples grupos de trabajo
- (3) Múltiples oficios
- (4) Múltiples lugares
- (5) Múltiples empleadores
- (6) Diferentes medios de desconexión
- (7) Secuencias particulares
- (8) Comprende mas de un turno de trabajo

(b) Debe haber una persona responsable del procedimiento candado/ etiqueta complejo. La persona responsable de un candado/ etiqueta será una persona calificada a quien específicamente se le ha asignado la responsabilidad total para garantizar que todas las fuentes de energía están bajo candado / etiqueta y para responder por todas las personas que trabajan en el trabajo / tarea.

(c) El procedimiento candado/etiqueta complejo identificará la persona responsable. En este o estos casos, se le permitirá a la persona responsable instalar candados / etiquetas, o dirigir la instalación de ellos, en representación de todos los empleados. El procedimiento candado / etiqueta complejo deber considerar todos los aspectos relacionados con los empleados que puedan estar expuestos. Se exige un plan de ejecución escrito para todos los procedimientos candado / etiqueta complejos y que identifique a la persona responsable. Todos los planes candado / etiqueta complejos identifican el método para responder por todas las personas que puedan estar expuestas a peligros eléctricos en el curso del candado / etiqueta.

(4) Coordinación.

(a) El procedimiento eléctrico candado / etiqueta establecido se deberá coordinar con todos los otros procedimientos del empleador para el control de la exposición a fuentes de energía eléctrica de tal manera que todas las exigencias de procedimiento del empleador se consideren adecuadamente respecto al lugar.

(b) El procedimiento para el control de la exposición a peligros eléctricos se deberá coordinar con otros procedimientos para el control de otras fuentes de energía peligrosas de tal manera que ellas se fundamenten en conceptos similares o idénticos.

(c) El procedimiento eléctrico candado / etiqueta siempre deberá incluir exigencias de prueba de tensión donde pueda presentarse una exposición directa a peligros de la energía eléctrica.

(d) Se permitirá que los dispositivos eléctricos candado / etiqueta sean similares a los dispositivos candado / etiqueta para el control de otras fuentes de energía peligrosas, tales como: Neumáticas, hidráulicas, térmicas y mecánicas, siempre que tales dispositivos se utilicen solo para el control de energía peligrosa y no para otros propósitos.

(5) Entrenamiento y reentrenamiento. Cada uno de los empleados deberá recibir tanto entrenamiento como llegue a requerir para garantizar que entienda el contenido del procedimiento candado / etiqueta y de sus responsabilidades durante la ejecución de esos procedimientos.

(E) Equipos.

(1) Aplicacion de candado / etiqueta. Los dispositivos de independización de energía para maquinaria o equipos instalados después de Enero 2, 1990, deberán tener la capacidad de aceptar el dispositivo candado / etiqueta.

(2) Dispositivo candado / etiqueta. Cada empleador deberá suministrar y los empleados deberán utilizar dispositivos candado / etiqueta y los equipos necesarios para ejecutar las exigencias de 120.3 (E). Los candados y las etiquetas utilizados para el control de la exposición a los peligros de la energía eléctrica serán exclusivos, serán fácilmente identificables como dispositivos candado / etiqueta y no se deberán utilizar para otros propósitos.

(3) Dispositivo de candado.

(a) Un candado incluye una cerradura (llave o clave).

(b) El candado deberá incluir un método para identificar a la persona que instalo el candado.

(c) Se permitirá que un candado sea solo una cerradura, siempre y cuando que la cerradura sea fácilmente identificable como un dispositivo para candado, además de los medios para identificar a la persona que instalo la cerradura.

(d) Los candados se deberán fijar para impedir la operacion de los medios de desconexión sin recurrir a fuerza indebida o el uso de herramientas.

(e) La etiqueta, que se utiliza junto con el candado, deberá contener un enunciado que prohíba la operacion no autorizada de los medios de desconexión o el retiro no autorizado de dispositivo.

(f) Los dispositivos de candado deberán ser adecuados para las condiciones ambientales y para la duración del candado.

(g) Cuando se utilicen candados con llave o clave, la llave o la clave deberán permanecer en posesión de la persona que instale el candado o de la persona responsable, cuando lo establezca el procedimiento.

(4) Dispositivo de etiqueta.

(a) El dispositivo de etiqueta incluirá una etiqueta junto con los medios de fijación.

(b) El dispositivo de candado será fácilmente identificable como un dispositivo de etiqueta y adecuado para las condiciones ambientales y la duración del procedimiento de etiqueta.

(c) Los medios de fijación del dispositivo de etiqueta deben ser capaces de resistir por lo menos 222.4 N (50 libras) de peso aplicadas en ángulo recto a la superficie de los medios de desconexión. Los medios de fijación de la etiqueta deberán ser: fijados con la mano, auto asegurable, no aflojables, no podrán ser reutilizables, y ser igual a un amarre de cable de nylon resistente a todos los medios ambientes.

(d) Las etiquetas deberán contener un enunciado que prohíba la operacion no autorizada de los medios de desconexión o la remoción de la etiqueta.

Excepción: a (a), (b), y (c): Una "herramienta de etiqueta para sostener La tarjeta" en un conductor aéreo en conjunto con una herramienta de línea viva para instalar el dispositivo de etiqueta de manera segura en un desconecto que es independiente del trabajador(es).

(5) Enclavamientos de circuitos eléctricos. Se deberán consultar los planos de los esquemas actualizados para garantizar que la operación de algún enclavamiento de circuito eléctrico pueda ocasionar la reenergización del circuito en el que se esta trabajando.

(6) Dispositivos de control. Los candados / etiquetas solo se podrán instalar en los medios de desconexión de los circuitos. Los dispositivos de control, tales como pulsadores o selectores, no se utilizarán como el principal dispositivo de independización.

(F) Procedimientos. El empleador deberá mantener una copia de los procedimientos exigidos por esta sección y deberá hacer que los procedimientos estén a disposición a todos los empleados.

(1) Planeación. El procedimiento requerirá planeación, incluyendo 120.2 (F) (1) (a) hasta 120.2 (F) (2) (n).

(a) Localización de fuentes. Se deberá considerar como la principal fuente de referencia para esa información a los planos de diagramas unifilares actualizados. Cuando no estén disponibles los planos actualizados, el empleador tendrá la responsabilidad de garantizar que se empleen medias igualmente efectivos para localizar las fuentes de energía.

(b) Personas expuestas. El plan deberá identificar a las personas que puedan estar expuestas a un peligro eléctrico durante la ejecución del trabajo o tarea.

(c) Persona responsable. El plan deberá identificar a la persona responsable y su responsabilidad en el procedimiento candado / etiqueta.

(d) Control individual de empleados calificados. El control individual de empleados calificados se deberá realizar de acuerdo con 120.2 (D) (1).

(e) Candado / etiqueta sencillo. El procedimiento candado / etiqueta sencillo deberá estar de acuerdo con 120.2 (D) (2).

(f) Candado/ etiqueta complejo. El procedimiento candado / etiqueta complejo deberá estar de acuerdo con 120.2 (D) (3).

(2) Elementos de control. El procedimiento deberá identificar los elementos de control.

(a) Equipo de desenergización (desconexión total). El procedimiento establecerá la persona que realiza la conmutación y donde y como desenergizar la carga.

(b) Energía almacenada. El procedimiento deberá incluir las exigencias para liberar energía eléctrica o mecánica almacenada que pueda poner en peligro al personal. Todos los condensadores se deberán descargar y los elementos de alta capacitancia se deberán poner en corto circuito y a tierra antes de que el trabajador toque o trabaje en los equipos asociados. Los resortes se deberán liberar o se deberán aplicar inhibidores físicos cuando sea necesario para inmovilizar los equipos mecánicos, recipientes neumáticos e hidráulicos a presión. Se deberán enclavar o liberar otras fuentes de energía almacenada.

(c) Medios de desconexión. El procedimiento deberá identificar la manera para verificar que el circuito esta desenergizado (abierto).

(d) Responsabilidad. El procedimiento deberá identificar a la persona responsable de verificar que se implemente el procedimiento candado / etiqueta y quien tiene la responsabilidad de garantizar que la tarea esta completa antes de retirar los candados / etiquetas. Se deberá incluir cuando se requiera un mecanismo para llevar a cabo candado / etiqueta para múltiples (complejos) trabajos / tareas, incluyendo la persona responsable de coordinar.

(e) Verificación. El procedimiento deberá verificar a que el equipo no se pueda reiniciar. Los controles de operación del equipo, tales como: pulsadores, selectores y enclavamientos eléctricos, deberán operarse o si no, se deberá verificar que los equipos no se puedan reiniciar.

(f) Pruebas. El procedimiento deberá establecer lo siguiente:

- (1) Que detector de tensión se utilizara y quien lo utilizara para verificar la correcta operacion del detector de tensión antes y después de su uso.
- (2) El requisito para definir la frontera del área de trabajo.
- (3) El requisito para probar antes de tocar cada conductor expuesto o parte(s) del circuito dentro de la frontera definida del área de trabajo.
- (4) La exigencia para volver a probar la ausencia de tensión cuando las condiciones del circuito cambian o cuando el lugar de trabajo se ha dejado desatendido
- (5) Cuando no existen puntos accesibles expuestos para hacer las medidas de tensión, las consideraciones de planeamiento deberán incluir métodos de verificación.

(g) Puesta a tierra. Se deberán establecer las exigencias de puesta a tierra para el circuito, incluyendo si las tierras deben estar instaladas durante todo el tiempo que dure la tarea o temporalmente como lo establezca el procedimiento. Se permitirá que las necesidades o exigencias de puesta a tierra se incluyan en otras reglas de trabajo y puedan no formar parte del procedimiento candado / etiqueta.

(h) Cambia de turnos. Se identificara un método en el procedimiento para transferir la responsabilidad de candado / etiqueta a otra persona o persona responsable cuando el trabajo o tarea se prolongue por mas de un turno.

(i) Coordinación. El procedimiento deberá establecer como lograr la coordinación con otros trabajos o tareas que se estén adelantadas, incluyendo trabajos relacionados y tareas en lugares remotos, incluyendo la persona responsable de la coordinación.

(j) Responsabilidad por el personal. Se identificara un método para tomar en cuenta todas las personas que puedan estar expuestas a energía peligrosa durante el procedimiento candado / etiqueta.

(k) Aplicación de candado / etiqueta. El procedimiento deberá identificar claramente cuando y donde se aplica candado, además de cuando y donde se aplica etiqueta y deberá considerar lo siguiente:

- (1) **Candado** se define como la instalación de un dispositivo de candado en todas las fuentes de energía peligrosa, de tal manera que la operación de los medios de desconexión esta prohibida y se requiere retiro a la fuerza del candado para operar los medios de desconexión.
- (2) **Etiqueta** se define como la instalación de un dispositivo de etiqueta en todas las fuentes de energía peligrosa, de tal manera que la operación de los medias de desconexión esta prohibida. El dispositivo de etiqueta deberá instalarse en el mismo lugar disponible para el dispositivo de candado.
- (3) Cuando no es posible fijar un candado a los medios de desconexión existentes, los medios de desconexión no se deberán utilizar como el único medio para poner el circuito en una condición de trabajo eléctricamente segura.
- (3) El uso de procedimientos etiqueta sin el candado se permitirán solo en los casos cuando el diseño del equipo impide la instalación del candado en el (los) dispositivo(s) de independizacion de energía. Cuando se emplea etiqueta, se deberá utilizar por lo menos una medida de

seguridad adicional. El procedimiento claramente deberá establecer responsabilidades y su cumplimiento par cada persona que pueda estar expuesta a peligros eléctricos.

(l) Retiro de los dispositivos candado/etiqueta. El procedimiento deberá identificar los detalles del retiro de candados y etiquetas cuando no se consigue la persona que los instala. Cuando los candados o etiquetas los retira una persona diferente de quien los instalo, el empleador deberá tratar de localizar a la persona antes de retirar el candado o etiqueta. Cuando el candado o etiqueta se retira por que no se consigue al instalador, se deberá informar al instalador antes de que regrese al trabajo.

(m) Autorización para volver a estar en servicio. El procedimiento deberá identificar los pasos que se deben seguir cuando el trabajo o la tarea que requieren candado / etiqueta se ha completado. Antes de que los circuitos o equipos eléctricos se reenergicen, se deberán llevar a cabo pruebas apropiadas e inspección visual para verificar que se han retirado: Todas las herramientas, confinamientos mecánicos, y las conexiones equipotenciales, corto circuitos, y tierras eléctricos, de tal manera que los circuitos y los equipos están en una condición para ser energizados de manera segura. Cuando sea apropiado, se deberá notificar a los empleados responsables de la operación de las maquinas o procesos, que cuando los circuitos y equipos están listos para energizarse, tales empleados deberán prestar la colaboración necesaria para energizar de manera segura los circuitos y equipos. El procedimiento deberá contener un enunciado que exija que el área se inspeccione para garantizar que los elementos no necesarios se han retirado.

Tal paso deberá garantizar que todo el personal esta libre de exposición a condiciones peligrosas que resulten de la reenergizacion de la acometida y que los equipos mecánicos enclavados o equipos puestos a tierra están despejados y preparados para regresar al servicio.

(n) Autorización temporal para prueba / posicionamiento. El procedimiento deberá identificar claramente los pasos y las responsabilidades de las personas cuando el trabajo o tarea que requiere candado/etiqueta se va a interrumpir temporalmente para probar o ubicar el equipo, entonces los pasos deberán ser idénticos a los pasos para volver al servicio. Consultar 110.9 y 130.4 para las exigencias cuando se utilicen instrumentos y equipos de prueba.

120.3 Puesta a tierra de protección temporal de equipos

(A) Ubicación. Las tierras de protección temporal se deberán localizar en tales lugares y dispuesta de tal manera que se evite que cualquier empleado este expuesto a los peligros de diferencias de potencial eléctrico.

(B) Capacidad. Las tierras de protección temporal deberán ser capaces de conducir la máxima corriente de falla que pueda fluir en el punto de puesta a tierra durante el tiempo necesario para limpiar la falla.

(C) Aprobación de equipos. La puesta a tierra de protección temporal deberá cumplir las exigencias ASTM F 855 Standard Specification for Temporary Protective Grounds to be Use on De-energized Electric Power Lines and Equipment, 1997.

(D) Impedancia. Las tierras de protección temporal deberán tener una impedancia suficientemente baja para ocasionar la operación inmediata de los dispositivos de protección en caso de energizacion accidental de los conductores o partes de circuitos eléctricos.

ARTICULO 130

Trabajo en o cerca de partes energizadas

130.1 Justificación del trabajo. Las partes energizadas a las que el empleado puede estar expuesto se deberán poner una condición de trabajo eléctricamente segura antes de que el empleado trabaje en o cerca de ellas, a menos que el empleador pueda demostrar que al desenergizar se introducen peligros

adicionales o mayores o no es factible debido al diseño del equipo o a limitantes operativos. A las partes energizadas que operan a menos de 50 voltios a tierra no se les exigirá que se desenergicen si no existirá mayor exposición a quemaduras eléctricas o a explosión debida a arcos eléctricos.

NLM No. 1: Ejemplos de peligros mayores o adicionales incluyen, pero no están limitados a: Interrupción de equipos para el mantenimiento de la vida, desactivación de sistemas de alarmas de emergencia y la ausencia de operación de equipos de ventilación en lugares peligrosos.

NLM No. 1: Ejemplos de trabajo que puede realizarse en o cerca de conductores o partes de circuitos eléctricos energizados expuestos incluyen la realización de diagnósticos y pruebas (p.e., arranque o arreglos) de circuitos eléctricos que solo pueden realizarse con el circuito energizado y trabajo en circuitos que son parte integral de un proceso continuo que de otra manera requeriría detenerse completamente para permitir el trabajo en un circuito o elemento del equipo.

NLM No.3: Para tensiones inferiores a 50 voltios, la decisión de desenergizar debe incluir la consideración de la capacidad de la fuente y cualquier protección de sobre corriente entre la fuente de energía al trabajador.

(A) Permiso de trabajo eléctrico energizado.

(1) Cuando se requiere. Si las partes energizadas no se encuentran en una condición de trabajo eléctricamente segura (p.e., por las razones de peligro mayor o adicional o falta de factibilidad de acuerdo con 130.1), el trabajo que se va a realizar se deberá considerar trabajo eléctrico energizado y solo se podrá realizar mediante permiso escrito.

(2) Elementos del permiso de trabajo. El permiso de trabajo eléctrico energizado incluirá, pero no estará limitado a, los siguientes ítems:

- (1) Las descripciones de los circuitos y equipos en que se va a trabajar y su localización
- (2) justificación de por que se debe realizar el trabajo en condición energizada (130.1)
- (3) La descripción de los procedimientos de trabajo seguro que se utilizaran [110.8 (B)],
- (4) Resultados del análisis de peligro de choque [110.8 (B) (1) (a)].
- (5) Determmacion de las fronteras de protección contra choque [130.2 (B) y Tabla 130.2(C)].
- (6) Resultados del análisis de peligro de relámpago (130.3).
- (7) La Frontera de Protección Contra Relámpago [130.3(A)]
- (8) El equipo de protección personal para realizar con seguridad la tarea asignada [130.3 (B), 130.7(C) (9), y Tabla 130.7(C) (9) (a)]
- (9) Medios empleados para restringir el acceso de personas no calificadas al área de trabajo [110.8(A) (2)].
- (10) Evidencia de la realización de la descripción del trabajo, incluida la discusión de peligros específicos del trabajo [110.7 (G)]
- (11) Firma(s) de aprobación del trabajo energizado (gerencia que autoriza o es responsable, oficial de seguridad, o propietario, etc.)

(3) Excepciones al permiso de trabajo. El trabajo realizado en o cerca de partes energizadas por personas calificadas relacionados con tareas tales como pruebas, arreglos, medida de tensión, etc., se permitirá que se realicen sin el permiso de trabajo eléctrico energizado, si se siguen los apropiados procedimientos de trabajo seguro y se utilizan equipos de protección personal de acuerdo con el Capítulo 1.

NLM: Para un ejemplo de un permiso de trabajo eléctrico energizado aceptable consultar el Anexo J.

130.2 Fronteras de aproximación a partes energizadas.

(A) Análisis de peligro de choque. El análisis de peligro de choque establecerá la tensión a la cual estará expuesto el personal, requisitos de frontera y el equipo de protección personal necesario para minimizar la posibilidad de choque eléctrico al personal,

(B) Fronteras de protección de choque. Las fronteras de protección contra choque identificadas como frontera limitada, Restringida y prohibida son aplicables a la situación en la cual el personal que se aproxima esta expuesto a partes energizadas. Consultar la Tabla 130.2(C) para las distancias asociadas a los diferentes sistemas de tensión.

NLM: En Ciertas circunstancias, la Frontera de Protección contra Arco puede ser una distancia mayor a las partes energizadas expuestas que la Frontera de Aproximación Limitada.

(C) Aproximación a partes energizadas expuestas que operan a voltios o más. Ninguna persona calificada se deberá aproximar o tomar algún objeto conductor cerca de partes energizadas expuestas que operen a 50 voltios o mas que la Frontera de Aproximación Restringida establecida en la Tabla 130.2(C), a menos que sea aplicable alguno de los siguientes:

(1) La persona calificada se encuentra aislada o resguardada de las partes energizadas que operan a 50 voltios o mas (guantes aislantes o guantes y mangas aislantes se consideran aislamiento solo con respecto a las partes energizadas en la cuales se esta realizando trabajo), y ninguna parte no aislada del cuerpo de la persona calificada cruza la Frontera de Aproximación Prohibida establecida en la Tabla 130.2(C).

(2) La parte energizadas que operan a 50 voltios o mas se encuentra aislada de la persona calificada y de cualquier otro objeto conductor a un potencial diferente.

(3) La persona calificada se encuentra aislada de cualquier otro objeto conductor como el caso de trabajo con manos desnudas en línea viva.

(D) Aproximación de personas no calificadas. A las personas no calificadas no se les permitirá entrar en los espacios que esta requerido bajo 400.16(A) que sean accesibles solo a empleados calificados, a menos que los conductores y equipos eléctricos que tienen que ver se encuentran en una condición de trabajo eléctricamente segura.

(1) Trabajo en o cerca de la frontera de aproximación limitada. Cuando una o mas personas no calificadas se encuentren trabajando en o cerca de la frontera de aproximación limitada, la persona designada a cargo del espacio de trabajo donde existe el peligro eléctrico debe cooperar con la persona designada a cargo de la(s) persona(s) para asegurar que todo el trabajo se puede hacer con seguridad. Esto incluirá hacer saber a la(s) persona(s) no calificada(s) acerca del peligro eléctrico y la advertencia de permanecer fuera de la frontera de aproximación limitada

(2) Entrando a la frontera de aproximación Limitada. Cuando existe la necesidad de que una persona no calificada traspase la Frontera de Aproximación Limitada, la persona calificada deberá hacerle conocer el posible peligro y deberá escoltar continuamente a la persona no calificada mientras

que se encuentra dentro de la Frontera de Aproximación Limitada. Bajo ninguna circunstancia se le permitirá a la(s) persona(s) no califica(s) escoltada(s) cruzar la Frontera de Aproximación Restringida.

Tabla 130.2 (C) Fronteras de aproximación a partes energizadas para protección contra choque. (Todas las dimensiones son distancias de partes energizadas al empleado.)

| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|--|--|---------------------------------|--|---|
| | Frontera de aproximación limitada ¹ | | | |
| Rango de la tensión nominal del sistema, fase a fase | Conductor móvil expuesto | Parte de circuito fija expuesta | Frontera de aproximación restringida ¹ ; incluye suma de movimiento inadvertido | Frontera de aproximación prohibida ¹ |
| Menos 50 | No especificado | No especificado | No especificado | No especificado |
| 50 a 300 | 3.05 m (10 ft) | 1.07 m (3 ft 6 in) | Evitar contacto | Evitar contacto |
| 301 a 750 | 3.05 m (10 ft) | 1.07 m (3 ft 6 in) | 304.8 mm (1 ft 0 in) | 25.4 mm (0 ft 1 in) |
| 751 a 15 kv | 3.05 m (10 ft) | 1.53 m (5 ft 0 in) | 660.4 mm (2 ft 2 in) | 177.8 mm (0 ft 7 in) |
| 15.1 kv a 36 kv | 3.05 m (10 ft) | 1.83 m (6 ft 0 in) | 787.4 mm (2 ft 7 in) | 254 mm (0 ft 10 in) |
| 36.1 kv a 46 kv | 3.05 m (10 ft) | 2.44 m (8 ft 0 in) | 838.2 mm (2 ft 9 in) | 431.8 mm (1 ft 5 in) |
| 46.1 kv a 72.5 kv | 3.05 m (10 ft) | 2.44 m (8 ft 0 in) | 965.2 mm (3 ft 2 in) | 635 mm (2 ft 1 in) |
| 72.6 kv a 121 kv | 3.25 m (10 ft 8 in) | 2.44 m (8 ft 0 in) | 991 mm (3 ft 3 in) | 812.8 mm (2 ft 8 in) |
| 138 kv a 145 kv | 3.36 m (11 ft 0 in) | 3.05 m (10 ft) | 1.093 m (3 ft 7 in) | 939.8 mm (3 ft 1 in) |
| 161 kv a 169 kv | 3.56 m (11 ft 8 in) | 3.56 m (11 ft 8 in) | 1.22 m (4 ft 0 in) | 1.07 m (3 ft 6 in) |
| 230 kv a 242 kv | 3.97 m (13 ft 0 in) | 3.97 m (13 ft 0 in) | 1.6 m (5 ft 3 in) | 1.45 m (4 ft 9 in) |
| 345 kv a 362 kv | 4.68 m (15 ft 4 in) | 4.68 m (15 ft 4 in) | 2.59 m (8 ft 6 in) | 2.44 m (8 ft 0 in) |
| 500 kv a 550 kv | 5.8 m (19 ft 0 in) | 5.8 m (19 ft 0 in) | 3.43 m (11 ft 3 in) | 3.28 m (10 ft 9 in) |
| 765 kv a 800 kv | 7.24 m (23 ft 9 in) | 7.24 m (23 ft 9 in) | 4.55 m (14 ft 11 in) | 4.4 m (14 ft 5 in) |

130.3 Análisis de peligro de relámpago. Se deberá realizar el análisis de peligro de relámpago para proteger al personal de la posibilidad de recibir heridas por un relámpago de arco. El análisis determinara la Frontera de Protección contra Arco y el equipo de protección personal que deberán utilizar las personas dentro de Frontera de Protección contra Relámpago.

(A) Frontera de protección contra relámpago. Para los sistemas con tensión nominal de 600 voltios o menos, la frontera de protección contra relámpago será 4.0 pies, obtenida del producto del tiempo de limpieza de falla, 6 ciclos (0.1 segundo), por, la posible corriente de falla sólida de 50 kA o cualquier combinación que no exceda 300 kA ciclos (5,000 amperios segundo). Para tiempos limpieza y corrientes de fallas sólidas diferentes de 300 ka ciclos o bajo supervisión de ingeniería, alternativamente se permitirá que la frontera de protección contra relámpago se calcule de acuerdo con la siguiente formula general:

$$D_C = [2.65 \times MVA_{bf} \times t]^{1/2} \quad \text{or} \quad D_C = [53 \times MVA \times t]^{1/2}$$

Donde:

D_C = distancia en pies, entre la persona y una fuente de arco, para una quemadura curable

MVA_{bf} = MVA de falla sólida en el punto en consideración (en megavolt- amps)

MVA = MVA nominal del transformador. Para transformadores con MVA nominales por debajo de 0.75 MVA, multiplique los MVA nominales del transformador por 1.25

t = tiempo de exposición al arco, (en segundos)

A niveles de tensión superiores a 600 voltios, la Frontera de Protección contra Relámpago es la distancia a la cual la energía incidente es igual a 5 j /cm^2 (1.2 cal /cm^2). Para situaciones donde tiempo de limpieza de falla es 0.1 segundos (o mas veloz), la Frontera de Protección contra Relámpago es la distancia a la cual el nivel de energía incidente es igual a 6.24 j /cm^2 (1.5 cal /cm^2).

(B) Ropa de protección y equipo de protección personal para la aplicación con el análisis de peligro de relámpago. Cuando se haya determinado que el trabajo se realizara dentro de la frontera de protección del relámpago de acuerdo a 130.3(A), el análisis de peligro de relámpago determinara -y el empleador documentara - la exposición del trabajador a la energía incidente (en calorías por centímetro cuadrado). Este nivel de exposición a la energía incidente se debe fundamentar en la distancia de trabajo entre las áreas de la cara y el pecho del trabajador y la fuente de arco potencial para la tarea específica que se va a realizar. El empleado deberá vestir ropa resistente a la llama (FR) y equipo de protección personal (EPP) fundamentado en la exposición a la energía incidente asociada con la tarea específica. Como una alternativa, se, permitirá utilizar las exigencias de EPP de 130. 7(C) (9) en lugar del detallado método de análisis de peligro de relámpago descrito en 130.3(A).

NLM: Para información sobre como calcular la exposición a la energía incidente en sistemas de 600 voltios, se puede consultar el Anexo D.

130.4 Uso de instrumentos y equipos de prueba. Solo personas calificadas deberán realizar trabajos de prueba en o cerca de partes energizadas que operan a 50 voltios o más.

130.5 Trabajo en o cerca de líneas aéreas no aisladas.

(A) No aisladas y energizadas. Cuando el trabajo se realiza protección contra relámpago es la distancia a la cual el nivel en lugares donde existen líneas aéreas energizadas no aisladas de energía incidente es igual a 1.2 cal/cm^2 . Para la situación que no están resguardadas o independientes, se tomaran precauciones para impedir que los empleados entren en contacto con esas líneas directamente con cualesquiera partes no resguardadas de su cuerpo o indirectamente a través de: materiales conductivos, herramientas, o equipos. Cuando el trabajo que se va a realizar es tal que el contacto con líneas aéreas energizadas no aisladas es posible, las líneas deberán estar desenergizadas y puestas a tierra de manera visible en el punto de trabajo o resguardadas adecuadamente.

(B) Desenergizacion o resguardo. Si las líneas van a estar desenergizadas, se deberá convenir con la persona u organización que opera o controla las líneas para que las desenergice y las ponga a tierra de manera visible en el punto de trabajo. Si se hacen acuerdos para utilizar medidas de protección tales como: resguardar, separar o aislar, estas precauciones deberán impedir que cualquier empleado entre en contacto con esas líneas directamente con cualquier parte de su cuerpo o indirectamente a través de: materiales conductivos, herramientas o equipos.

(C) Responsabilidad del empleador y del empleado. El empleador y el empleado tendrán la responsabilidad de garantizar que los resguardos o las medidas de protección son satisfactorios para las condiciones. Los empleados deberán cumplir con los métodos de trabajo establecidos y deberán usar equipo de protección.

(D) Distancias de aproximación para personas no calificadas. Cuando empleados sin entrenamiento eléctrico están trabajando sobre el suelo o en una posición elevada cerca de líneas aéreas, el lugar debe ser tal que el empleado y el objeto conductivo mas largo con que el empleado pueda entrar en contacto no pueda estar mas cerca de cualquier línea de potencia aérea energizada no resguardada, que la frontera limite de aproximación. Si la tensión en la línea es superior a 50 kV, la distancia será 10 pies, mas 4 pulgadas, par cada 10 kV por encima de 50 kV.

NLM: Los objetos que no están aislados para la máxima tensión correspondiente se consideraran que son conductivos.

(E) Vehículos y equipos mecánicos.

(1) Equipos Elevados. Cuando cualquier vehículo o estructura de equipos mecánicos se encuentre elevada cerca de líneas aéreas energizadas, se deberán operar de tal manera que la distancia de la frontera límite de aproximación de la Tabla 130.2(c), se mantenga. Sin embargo, bajo alguna de las siguientes condiciones, se permitirá que las distancias de seguridad se reduzcan.

(1) Si el vehículo se encuentra en tránsito con su estructura abajo, se permitirá que la frontera límite de aproximación a líneas aéreas en la tabla 130.2 (C), columna 2, se reduzca en 6 pies (1,83 m). Si se encuentran instaladas barreras aisladas, con valores para las tensiones relacionadas y no forman parte de un accesorio del vehículo, se permitirá que la distancia de seguridad se reduzca a las dimensiones de trabajo de diseño de la barrera aislante.

(2) Si el equipo es un montacargas aéreo aislado para la tensión correspondiente y si el trabajo lo realiza una persona calificada, se permitirá distancia de seguridad (entre la parte no aislada del montacargas aéreo y la línea de potencia) a la frontera restringida de aproximación dada en la Tabla 130.2(C), Columna 4.

(2) Contacto con equipos. Los empleados que se encuentren de pie sobre el suelo no deberán entrar en contacto con el vehículo, ni con equipo mecánico, ni con alguno de sus accesorios, a menos que:

(1) El empleado este utilizando equipo de protección para la tensión nominal.

(2) El equipo este localizado de tal manera que ninguna parte no aislada de su estructura (esa parte de la estructura que sirve como una trayectoria conductiva al empleado que se encuentra sobre el suelo) pueda acercarse más que la línea permitida en 130.5 (E) (1).

(3) Puesta a tierra de equipos. Si algún vehículo o equipo mecánico capaz de tener partes de su estructura elevadas cerca de líneas aéreas energizadas, se pone intencionalmente a tierra, los empleados que trabajan sobre el piso cercadle punto de puesta a tierra, no pueden estar de pie en el lugar de puesta a tierra cuando exista la posibilidad de contacto con líneas aéreas. Se deberán tomar precauciones especiales, tales como el uso de barricadas o aislamiento, para proteger a los empleados de los peligros de los potenciales de tierra (tensiones de paso y contacto), que se pueden desarrollar a unos pocos pies o más hacia fuera del punto puesto a tierra.

130.6 Otras precauciones para actividades del personal.

(A) Estado de alerta

(1) Cuando hay peligro. Los empleados deberán recibir instrucción para estar alerta en todo momento cuando estén trabajando cerca de partes energizadas que operen a 50 voltios o más y en condiciones de trabajo donde puedan existir peligros eléctricos inesperados.

(2) Cuando se encuentren impedidos. A los empleados no se les permitirá trabajar en áreas donde se encuentren partes energizadas que operen a 50 voltios o más u otros peligros eléctricos mientras que se conozca que su estado de alerta se encuentra evidentemente impedido debido a enfermedad, fatiga u otras razones.

(B) Entrar a ciegas. Los empleados deberán recibir instrucción para no entrar a ciegas en áreas que pueden contener partes energizadas expuestas donde existe peligro eléctrico.

(C) Iluminación.

(1) General. Los empleados no deberán entrar en espacios que contengan partes energizadas a menos que se provea iluminación que habilite al empleado para realizar el abajo en forma segura.

(2) Visibilidad obstruida del área de trabajo. Cuando la falta de iluminación o una obstrucción impide la visión del trabajo que se va a desarrollar, los empleados no deberán desarrollar alguna tarea cerca de partes energizadas que operan a 50 voltios o más o donde exista un peligro eléctrico.

(D) Objetos conductivos siendo utilizados. Objetos conductivos de joyería y ropa (tales como pulseras de reloj, brazaletes, anillos, cadenas, collares, delantales metalizados, ropas con costuras metálicas, monturas metálicas de anteojos) no se deberán vestir cuando ellos presenten un peligro de contacto eléctrico con partes energizadas expuestas.

(E) Materiales conductivos, herramientas, y equipos que se manipulan.

1) General. Materiales conductivos, herramientas, y equipos que están en contacto con cualquier parte del cuerpo de un empleado se deberán manipular de una manera que impida el contacto accidental con partes energizadas. Tales materiales y equipos incluyen, pero no están limitados a: objetos conductivos largos, tales como ductos, tubería y tubos, mangueras y cuerdas conductivas, reglas y balanzas metálicas, cintas de acero, cables tensores, partes de andamios metálicos, miembros estructurales, y cadenas.

2) Aproximación a partes energizadas. Se deberán emplear medios para garantizar que materiales conductivos no se acerquen a partes energizadas expuestas más cerca que lo permitido por la Tabla 130.2 (C).

(F) Espacios de trabajo confinados o encerrados. Cuando el trabajo del empleado es en un espacio confinado o encerrado (tal como una cámara o bóveda) que contenga partes energizadas expuestas que operen a 50 voltios o más o existe un peligro eléctrico, el empleador deberá proveer, y el empleado deberá utilizar, blindajes protectores, barreras protectoras o materiales aislantes como sea necesario para evitar contacto inadvertido con estas partes. Puertas, paneles con bisagras y similares se deberán asegurar para impedir su movimiento hacia el empleado y lo ponga en contacto con partes energizadas expuestas que operen a 50 voltios o más, o donde exista un peligro eléctrico.

(G) Trabajos de limpieza. Cuando partes energizadas presentan peligro de contacto eléctrico, los empleados no deberán desarrollar trabajos de limpieza dentro de la Frontera de Aproximación Limitada, cuando exista la posibilidad de contacto, a menos que se provean adecuadas salvaguardias (tales como equipos y barreras aislantes) para impedir el contacto. Materiales de limpieza eléctricamente conductivos (incluidos sólidos conductivos tales como lana de acero, tela metalizada, carburo siliconado, así como soluciones líquidas conductivas) no se deberán utilizar dentro de la Frontera de Aproximación Limitada a menos que se sigan procedimientos para evitar el contacto eléctrico.

(H) Uso ocasional de materiales inflamables. Cuando materiales inflamables se encuentren presentes solo ocasionalmente, no se podrán utilizar los equipos eléctricos capaces de encenderlos, a menos que se tomen medidas para evitar que se desarrollen condiciones peligrosas.

Tales materiales incluyen, pero no están limitados a: Gases, vapores o líquidos inflamables, polvo combustible y fibras o partículas inflamables.

NLM: Los requisitos, para instalaciones eléctricas en lugares donde se encuentran presentes materiales inflamables de manera regulares, se encuentran en el Artículo 440.

(I) Anticipación a la falla. Cuando es evidente que equipos eléctricos pueden fallar y herir a los empleados, los equipos eléctricos se deberán desenergizar a menos que el empleador pueda demostrar que la desenergización introduce peligros adicionales o mayores o que no es factible debido al diseño o limitación operacional del equipo. Hasta cuando el equipo se desenergice o repare, los empleados se deberán proteger de los peligros asociadas con inminente falla del equipo.

(J) Rutina de apertura y cierre de circuitos. Interruptores bajo carga, interruptores automáticos, u otros dispositivos específicamente diseñados como medios de desconexión se deberán utilizar para la apertura, reverso, o cierre de circuitos bajo condiciones de carga. No se permitirá el uso de conectores de cable no del tipo bajo carga, fusibles, bornes terminales, y conexiones de empalme de cables, con tales propósitos, excepto en caso de emergencia.

(K) Re-cierre de circuitos después de la operación de un dispositivo de protección. Después de que un circuito ha sido desenergizado por un dispositivo de protección de circuito, el circuito no deberá energizarse manualmente hasta que se haya determinado que el equipo y el circuito pueden energizarse de manera segura. El repetitivo cierre manual de interruptores automáticos o la reenergización de circuitos a través de fusibles reemplazados esta prohibido. Cuando se haya establecido por el diseño del circuito y de los dispositivos de sobrecorriente pertinentes que la operación automática del dispositivo fue causada por una sobrecarga y no por una condición de falla, no se requerirá el examen del circuito o del equipo conectado antes de reenergizar el circuito.

130.7 Equipos de protección personal y otros equipos de protección.

(A) General. A los empleados que trabajan en áreas donde hay peligros eléctricos, se les deberá proveer y deberán usar, equipo de protección que este diseñado y construido para la parte específica del cuerpo que se va a proteger y para el trabajo que se va a realizar.

(B) Cuidado del equipo. El equipo de protección se mantendrá en condiciones seguras y confiables. El equipo de protección personal se deberá inspeccionar visualmente antes de usarlo.

NLM: Las exigencias específicas para las pruebas periódicas de los equipos de protección eléctrica están dadas en 130.7(C) (8) Y 130.7 (F).

(C) Equipo de protección personal.

(1) General. Cuando el empleado trabaja dentro de la frontera de protección contra el relámpago el / ella deberán vestir ropa de protección y otros equipos de protección personal de acuerdo con 130.3.

(2) Movilidad y visibilidad. Cuando se utilicen ropas: resistentes a la llama, retardantes de la llama o tratadas, para proteger al empleado, estas deberán cubrir toda la ropa que sea incendiable y deberán permitir el movimiento, y la visibilidad.

(3) Protección de: la cabeza, la cara, el cuello y el mentón. Los empleados deberán vestir protección no conductiva en la cabeza, siempre que exista peligro de heridas en la cabeza causadas por choque eléctrico o quemaduras debidas al contacto con partes energizadas o por objetos que vuelen como resultado de una explosión eléctrica. Los empleados deberán vestir EPP (equipamiento de protección personal) para la cara, cuello y mentón cuando exista un peligro de heridas por exposición a arcos eléctricos o relámpago de arco por objetos volátiles que resulten de una explosión eléctrica.

NLM: Consultar 130.7(C) (13) (b) para los requisitos de protección contra relámpago de arco.

(4) Protección de los ojos. Los empleados deberán vestir equipo de protección para los ojos, siempre que exista peligro de heridas causadas por arcos eléctricos, relámpagos o por objetos que vuelen como resultado de una explosión eléctrica.

(5) Protección del cuerpo. Los empleados deberán vestir ropa RLL siempre que exista la posibilidad de exposición a relámpago de arco por encima del umbral del nivel de energía incidente para una quemadura de segundo grado, 5 J / cm^2 (1.2 cal/cm^2).

Excepción: Para exposiciones de energía incidente de 8.36 J / cm^2 (2 cal/cm^2) y menores, los empleados pueden vestir ropa no fundible descrita en Peligro / Riesgo Categoría 0 en La Tabla 130.7(C) (11).

NLM: Esas ropas se pueden proveer, como camisa y pantalones, como overoles, una combinación de chaqueta y pantalones o para máxima protección, como overol y chaqueta. Se pueden obtener telas de varios. Generalmente, el mayor grado de protección lo dan telas de pesos mayores y / o mediante combinaciones de capas de una o mas capas de ropa RLL. En algunos casos una o más capas se visten sobre ropa inflamable, no fundible. Ropa no fundible, inflamable, utilizada sola, puede dar protección a bajos niveles de energía incidente de 8.36 J / cm^2 (2.0 cal / cm^2) e inferiores.

(6) Protección de las manos y los brazos. Los empleados deberán vestir guantes de caucho aislante cuando existe el peligro de heridas en las manos y en los brazos, causadas por choque eléctrico y quemaduras debidas al contacto con partes energizadas. La protección de las manos y los brazos se deberá vestir cuando haya posibilidad de exposición a quemadura de relámpago de arco. Las prendas descritas en 130.7(C) se requieren para la protección de las manos contra quemaduras. La protección de los brazos de deberá alcanzar la vestimenta descrita en 130.7 (C) (5).

(7) Protección de los pies y de las piernas. Cuando se utilice aislado como protección contra las tensiones de paso y de toque, se exigirán zapatones dieléctricos. Las suelas aisladas no tienen el propósito de ser utilizadas como protección eléctrica principal.

(8) Normas para los equipos de protección personal. Los equipos de protección personal deberán ajustarse a las normas dadas en la Tabla 130.7(C) (8).

NLM: Telas No RLL o inflamables no están cubiertas por la norma en la Tabla 130.7(C) (8). Consultar 130.7(C) (a), 130.7(C) (14) (b), Y 130.7(C) (15).

Tabla 130.7 (C) (8) Normas para equipo de protección

| Objeto | Numero y Titulo |
|--------------------------------|--|
| Protección de cabeza | ANSI Z89.1 Requirements for protective headwear for industrial workers, 1997 |
| Protección de los ojos y cara | ANSI Z87.1 Practice for occupational and educational eye and face protection, 1998 |
| Guantes | ASTM D 120- 02 , Standard Specification for rubber insulating gloves, 2002 |
| Mangas | ASTM D 1051- 02 , Standard Specification for rubber insulating sleeves, 2002 |
| Guantes y mangas | ASTM F 496- 02 , Standard Specification for in service care of insulating gloves and sleeves, 2002 |
| Protectores de cuero | ASTM F 696- 02 , Standard Specification for leather protector for rubber insulating gloves and mittens, 2002 |
| calzado | ASTM F 1117-98 , Standard specification for dielectric overshoe footwear, 1998 ANSI Z41 , Standard for personnel protection, protective footwear, 1999 |
| Inspección visual | ASTM F 1236 – 01 Standard guide for visual inspection of electrical protective rubber products, 2001 |
| ropa | ASTM F 1506 – 02a Standard performance specification for textile material for wearing apparel for use by electrical workers exposed to momentary electric arc and related thermal hazards, 2002 |
| lluvia | ASTM F 1891 – 02a Standard specification for arc and flame resistant rainwear, 2002 |
| Productos de protección facial | ASTM F 2178 – 02 Standard test method for determining the arc rating of face protective products, 2002 |

(9) Selección de los equipos de protección personal.

(a) Cuando se requiere para diversas tareas. Cuando se hace selección en lugar del análisis de peligro de relámpago de 130.3(A), se deberá utilizar la Tabla 130.7(C) (9) (a) para determinar la categoría peligro / riesgo para la tarea.

Las asumidas capacidades de corriente de cortocircuito y tiempos de limpieza de falla para varias tareas se listan en el texto y notas de la Tabla 130.7(C) (9) (a). Para tareas que no se encuentran en la lista, o para sistemas de potencia con mayores capacidades de corriente de *Cortocircuito* que las asumidas, o con tiempos de limpieza de fallas mayores que los asumidos, se requerirá el análisis de *peligro* de relámpago de acuerdo con 130.3.

NLM No. 1: Tanto la más grande como la más pequeña corriente de Cortocircuito disponible puede resultar en mayores energías de relámpago de arco. Si la corriente de cortocircuito disponible aumenta sin una disminución en el tiempo de operación del dispositivo de protección contra sobrecorriente, la energía del relámpago de arco aumentará. Si la corriente de cortocircuito disponible disminuye, resultando en un tiempo de apertura mayor del dispositivo de protección contra sobrecorriente, también pueden aumentar las energías de relámpago de arco.

NLM No. 2: A las partes energizadas que operan a menos de 50 voltios no se les exige que se desenergicen para satisfacer la “**condición de trabajo eléctricamente segura**” Se deberá considerar la capacidad de la fuente, cualquier protección de sobrecorriente entre la fuente de energía y el trabajador, y si la tarea de trabajo relacionada a la fuente que opera a menos de 50 voltios aumenta la exposición a quemaduras eléctricas o a la explosión de un arco eléctrico.

Tabla 130.7 (c) (9) (a) Clasificación de categorías peligro / riesgo

| Tarea (se asume que el equipo está energizado y que el trabajo se realiza dentro de la frontera de protección contra arco) | Categoría Peligro / Riesgo | Guantes V nominal | Herramientas V nominal |
|--|----------------------------|-------------------|------------------------|
| Paneles de distribución tensión nominal 240 voltios y menos. Notas 1 y 3. | | | |
| Operación de interruptores automáticos (IA) o conmutadores con fusibles con cubiertas instaladas. | 0 | N | N |
| Operación de interruptor automático (IA) o conmutadores con fusibles con las cubiertas retiradas | 0 | N | N |
| Trabajo en partes energizadas, incluyendo la prueba de tensión. | 1 | S | N |
| Retiro / instalación de interruptores automáticos (IAs) o conmutadores con fusibles. | 1 | S | N |
| Retiro de cubiertas atornilladas (para exponer partes desnudas energizadas). | 1 | N | S |
| Apertura de cubiertas con bisagras (para exponer partes desnudas energizadas) | 0 | N | N |
| | | | |
| Paneles de distribución o tableros de distribución con tensión nominal > 240 V Y hasta 600 v (con interruptores automáticos en caja moldeada o caja aislada). Notas 1 y 3. | | | |
| Operación de interruptores automáticos (IA) o conmutadores con fusibles con cubiertas instaladas. | 0 | N | N |
| Operación de interruptor automático (IA) o conmutadores con fusibles con las cubiertas retiradas | 1 | N | N |
| Trabajo en partes energizadas, incluyendo la prueba de tensión. | 2 | S | S |
| | | | |
| Centros de control de motores clase 600v (CCMs) – Notas 2 (excepto como se indica) y 3 | | | |
| Operación de interruptor automático (IA), conmutadores con | 0 | N | N |

| | | | |
|--|----|---|---|
| fusibles o arrancadores cerradas las puertas de encerramiento. | | | |
| Lectura de un medidor de panel mientras que se opera el conmutador del medidor. | 0 | N | N |
| Operación de interruptor automático (IA), o conmutadores con fusibles o arrancadores abiertas las puertas de encerramiento. | 1 | N | N |
| Trabajo en partes energizadas, incluyendo la prueba de tensión. | 2* | S | S |
| Trabajo en circuitos de control con partes expuestas energizadas a 120 V o menos. | 0 | S | S |
| Trabajo en circuitos de control con partes expuestas energizadas a >120V | 2* | S | S |
| Inserción o instalación de unidades de arrancadores en CCM Nota 4. | 3 | S | N |
| Aplicación de tierras de seguridad, después de la prueba de | 2* | S | N |
| Retiro de cubiertas atornilladas (para exponer partes energizadas desnudas). Notas 4 | 2* | N | N |
| Apertura de cubiertas con bisagras (para exponer partes energizadas desnudas). | 1 | N | N |
| | | | |
| Equipo de maniobra clase 600 V (con interruptores automáticos de potencia o conmutadores con fusibles) - Notas 5 Y 6 | | | |
| Operación de interruptores automáticos (IA) o conmutadores con fusibles, cerradas las puertas del encerramiento. | 0 | N | N |
| Lectura del medidor del panel mientras que se opera el conmutador del medidor. | 0 | N | N |
| Operación de IA o conmutador con fusibles, abiertas las puertas del encerramiento. | 1 | N | N |
| Trabajo en partes energizadas, incluyendo la prueba de tensión. | 2* | S | S |
| Trabajo en circuitos de control con partes expuestas energizadas a 120 V o menos. | 0 | S | S |
| Trabajo en circuitos de control con partes expuestas energizadas a >120V | 2* | S | S |
| Inserción o remoción de IAs de cubículos, puertas abiertas | 3 | N | N |
| Inserción o remoción de IAs de cubículos, puertas cerradas | 2 | N | N |
| Instalaciones de tierras de seguridad después de la prueba de tensión. | 2* | S | N |
| Retiro de cubiertas atornilladas (para exponer partes energizadas desnudas). | 3 | N | N |
| Apertura de cubiertas con bisagras (para exponer partes energizadas desnudas). | 2 | N | N |
| | | | |
| Otra clase 600 V (277 V a 600 V, nominal) Equipos - Nota 2 (excepto como se indica) y 3 | | | |
| Transformadores de alumbrado o de poca potencia (600 V, máximo) | - | - | - |
| Retiro de cubiertas atornilladas (para exponer partes energizadas desnudas). | 2* | N | N |

| | | | |
|--|----|---|---|
| Apertura de cubiertas con bisagras (para exponer partes energizadas desnudas). | 1 | N | N |
| Trabajo en partes energizadas, incluyendo pruebas de tensión. | 2* | S | S |
| Instalaciones de tierras de seguridad después de la prueba de tensión. | 2* | S | N |
| Medidores de venta / comerciales (kW-hora, a tensión y corriente del primario). | - | - | - |
| Inserción o remoción | 2* | S | N |
| Retiro o instalación de canaletas o bandeja de cables | 1 | N | N |
| Retiro o instalación de la cubierta de equipos misceláneos | 1 | N | N |
| Trabajo en partes energizadas incluyendo la prueba de tensión | 2* | S | S |
| Instalación de tierras de seguridad después de la prueba de tensión | 2* | S | N |
| | | | |
| Arrancadores de motores NEMA E2 (contacto con fusibles), 2.3 kV a 7.2 kV | | | |
| Operación del contacto estando cerradas las puertas del encerramiento | 0 | N | N |
| Lectura del medidor del panel mientras se opera el conmutador del medidor | 0 | N | N |
| Operación de contacto estando abiertas las puertas del encerramiento | 2* | N | N |
| Trabajo en partes energizadas incluyendo la prueba de tensión. | 3 | S | S |
| Trabajo en circuitos de control con partes expuestas energizadas a 120 voltios 0 menos | 0 | S | S |
| Trabajo en circuitos de control con partes expuestas energizadas a >120V . | 3 | S | S |
| Inserción o retiro de arrancadores de cubículos, estando las puertas abiertas | 3 | N | N |
| Inserción o remoción de arrancadores de cubículos, estando las puertas cerradas | 2 | N | N |
| Instalación de tierras de seguridad después de la prueba de tensión | 3 | S | N |
| Retiro de cubiertas energizadas (para exponer partes desnudas energizadas) | 4 | N | N |
| Apertura de cubiertas con bisagras (para exponer partes desnudas energizadas) | 3 | N | N |
| | | | |
| Tableros de potencia encerrados en metal, 1 kV y mayor | | | |
| Operación de interruptores automáticos (IA) o conmutador con fusibles estando cerradas las puertas del encerramiento | 2 | N | N |
| Lectura del medidor de panel mientras que se opera el conmutador del medidor | 0 | N | N |
| Operación de interruptores automáticos (IA) o conmutador con fusibles estando las puertas del encerramiento abiertas | 4 | N | N |
| Trabajo en partes energizadas incluyendo la prueba de tensión | 4 | S | S |
| Trabajo en circuitos de control con partes expuestas | 2 | S | S |

| | | | |
|---|---|---|---|
| energizadas a 120 V 0 menos | | | |
| Trabajo en circuitos de control con partes expuestas energizadas a >120V | 4 | S | S |
| inserción o retiro de de interruptores automáticos (IAs) de los cubículos, estando las puertas abiertas | 4 | N | N |
| inserción o retiro de IAs de cubículos, estando las puertas cerradas | 2 | N | N |
| instalación de tierras de seguridad después de la prueba de tensión | 4 | S | N |
| Retiro de cubiertas atornilladas (para exponer partes desnudas energizadas) | 4 | N | N |
| Apertura de cubiertas con bisagras (para exponer partes desnudas energizadas) | 3 | N | N |
| Apertura de compartimientos de transformador de tensión o transformador de potencia de control | 4 | N | N |
| Otros equipos a 1 kv y superior | | | |
| Conmutadores de interrupción de carga en encerramientos metálicos, con fusibles o sin fusibles | - | - | - |
| Operación de conmutador, puertas cerradas | 2 | N | N |
| Trabajo en partes energizadas, incluyendo prueba de tensión | 4 | S | S |
| Retiro de cubiertas energizadas (para exponer partes desnudas energizadas) | 4 | N | N |
| Apertura de cubiertas con bisagras (para exponer partes desnudas energizadas) | 3 | N | N |
| Operación de conmutador exterior de desconexión (operado con pértiga) | 3 | S | S |
| Operación de conmutador exterior de desconexión (operado con gatillo desde el suelo) | 2 | N | N |
| Examen de cable aislado, en cámara de inspección u otro espacio confinado | 4 | S | N |
| Examen de cable aislado, al aire libre | 2 | S | N |

Nota:

Guantes con valor nominal V son guantes con valor nominal y probados, para la máxima tensión línea a línea a la que se realizara el trabajo.

Herramientas con valor nominal V son herramientas con valor nominal y probados para la máxima tensión línea a línea a la que se realizara el trabajo.

2* significa que para esta tarea se exige una protección de oídos y capucha de doble capa además de las otras exigencias de la Categoría 2 Peligro/Riesgo de la Tabla 130.7(C) (10).

S = si (requerido)

N = no (no requerido)

NOTAS:

1. máxima Corriente (le cortocircuito disponible 25 kA, tiempo de limpieza de falla 0.03 segundos (2 ciclos)

2. Máxima Corriente de cortocircuito disponible 65 kA, tiempo de limpieza de falla o. 03 segundos (2 ciclos)

3. Para corriente de cortocircuito disponible < 10 kA, la Categoría Peligro / Riesgo se puede reducir en un número.

4. Máxima Corriente de cortocircuito disponible 42 kA, tiempo de limpieza de falla 0.33 segundos (20 ciclos).

5. Máxima Corriente de corto circuito disponible 35 kA, tiempo de limpieza de falla hasta 0.5 segundo (30 ciclos).

6. Corriente de cortocircuito disponible para < 25 kA, La Categoría Peligro / Riesgo exigida se puede reducir en un número

(10) Matriz de ropa de protección y de equipo de protección personal. Una vez que la Categoría Peligro / Riesgo ha sido identificada, se remite a la Tabla 130.7(C) (10). La Tabla 130.7(C) (10) lista las exigencias para la ropa de protección y de otros equipos de protección con base en los números de Categoría Peligro / Riesgo 0 a 4. Esta ropa y equipo se deberán utilizar cuando se trabaje en o cerca de equipos energizados dentro de la frontera de protección contra arco.

NLM No.1: Consulte el Anexo H para un método simplificado sugerido para garantizar EPP adecuado a los trabajadores eléctricos dentro de instalaciones con grandes y diversos sistemas eléctricos.

NLM No.2: Los requisitos del EPP de esta sección tienen el propósito de proteger a la persona de los peligros de relámpago de arco y choque eléctrico. A pesar de que algunas situaciones pueden resultar en quemaduras en la piel, aun con la protección descrita en la Tabla 130.7(C) (10), cualquier herida por quemadura deberá ser relativamente menor y no debe causar la muerte. Debido al efecto explosivo de algunos eventos de arco heridas de trauma físico pueden ocurrir. Las exigencias a los EPP de esta sección no proveen protección contra trauma físico.

(11) Características de la ropa de protección. La Tabla 130.7(C) (11) lista las características y el grado de protección para varias ropas. La ropa de protección seleccionada para el correspondiente número de Categoría Peligro / Riesgo deberá tener un valor de protección termal al arco (ATPV) de por lo menos el valor listado en la última columna de la Tabla 130.7(C) (11) o mayor.

NLM: El nivel de protección al arco para un sistema de ropa particular se puede obtener del fabricante de ropa RF.

(12) Factores en la selección de ropa de protección. Se deberá utilizar ropa y equipos que protegen al trabajador contra los peligros de choque y relámpago de arco. Se permitirá el uso de ropa y equipos exigidos para el grado de exposición solo o integrado con ropa inflamables no fundentes. Si se exige ropa RLL, esta deberá cubrir las partes asociadas del cuerpo y también toda la ropa inflamable permitiendo a la vez movimiento y visibilidad. Todo el equipo de protección personal se deberá mantener en condición higiénica y funcionalmente efectivo. Los elementos de equipo de protección personal normalmente se utilizarán unos con otros como un sistema para dar el apropiado nivel de protección.

NLM: Ropa de protección incluye: camisas, pantalones, overoles y chaquetas vestidas rutinariamente por los trabajadores quienes, bajo condiciones normales de trabajo, están expuestos a peligros momentáneos de arco eléctrico y peligros térmicos relacionados. Impermeables RLL utilizados durante tormentas están incluidos en esta categoría de vestimenta.

(a) Capas. Se permitirá utilizar prendas de fibra no fundente, inflamable como ropa interior en conjunto con prendas RLL en un sistema de capas para protección agregada. Si se utilizan prendas de fibra no

fundente, inflamable como capas internas, el nivel de protección al arco del sistema deberá ser suficiente para impedir el deterioro de la capa RLL mas interna al nivel de energía incidente de exposición al arco para impedir el encendido de las capas internas inflamables.

NLM: Un típico sistema de capas puede incluir: ropa interior de algodón, una camisa y pantalones de algodón, y un overol RLL. Tareas específicas pueden requerir capas RLL adicionales para lograr el nivel de protección requerido.

(b) Capas externas. Las prendas utilizadas como capas exteriores sobre ropa RLL, tales como chaquetas o impermeables, también deberán fabricarse con material RLL.

(c) Capas internas. Fibras fundentes como el acetato, nylon, poliéster, polipropileno y spandex no se deberán permitir en telas internas (ropa interior) cerca de la piel.

Excepción: Se permitirá una cantidad incidental de elástico en ropa interior o medias de tela no fundente.

NLM No.1: Prendas RLL (p.e., camisas, pantalones, y overoles) vestidos como capas internas que ni se encienden ni se funden y gotea en el curso de una exposición a arco eléctrico y peligros térmicos relacionados, general mente dan un mayor nivel de protección al arco como sistema que capas internas de fibra inflamable no fundente.

NLM No.2: Ropa interior y prendas interiores RLL utilizados como capas internas generalmente proveen un sistema superior de nivel de protección al arco que ropa interior y prendas interiores de fibra inflamable no fundente utilizados como capas internas.

(d) Cubrimiento. La ropa deberá cubrir las áreas potencialmente expuestas tan completamente como sea posible. Las mangas de la camisa se deben apretar a las muñecas y las camisas y chaquetas deberán estar cerradas en el cuello.

(e) Ajuste de la ropa. Se deberá evitar vestir ropa apretada. La ropa amplia da aislamiento térmico adicional debido a los espacios de aire. Las prendas de RLL deberán ajustarse apropiadamente de tal manera que no interfieran con la tarea de trabajo.

(f) Interferencia. Las prendas que se seleccionen, deberán ser tales que produzca la mínima interferencia a la tarea, pero que aun así de la protección necesaria. El método de trabajo, el lugar, y la tarea, pueden influir en la selección del equipo de protección.

(13) Equipo de protección personal contra relámpago de arco.

(a) Trajes de Arco. El diseño de trajes de arco deberá permitir el retiro fácil y rápido por parte del usuario. Todo el traje de arco, incluyendo el protector facial de la capucha, deberá tener un nivel de protección al arco, que sea apropiado para la exposición de relámpago de arco. Cuando el aire exterior se suministra dentro de la capucha, las mangueras de aire y la carcasa de la bomba deberán estar cubiertas por materiales RLL o construidos con materiales no inflamables y no fundentes.

(b) protección de la Cara. Los protectores faciales deberán tener un nivel de protección al arco adecuado para la exposición de relámpago de arco. No se deberá utilizar protectores faciales que no tengan nivel de protección al arco. Siempre se deberá utilizar protección, de ojos (monogafas o anteojos de seguridad) debajo de protectores faciales o capuchas.

NLM: Hay disponibles protectores faciales fabricadas con formulas absorbentes de energía que pueden dar niveles superiores de protección contra la energía radiante de un relámpago de arco, pero estos protectores faciales tienen tintes y pueden reducir la visión. Iluminación adicional del área de trabajo puede ser necesaria cuando se utilizan estos tipos de protectores faciales.

(c) protección de las manos. Guantes de cuero o RLL se deben utilizar cuando se requieran para protección contra relámpago de arco. Cuando se utilicen guantes de caucho aislante para protección contra choque, se deberán vestir protectores de cuero sobre los guantes de caucho.

NLM: Guantes de caucho aislante y guantes fabricados de capas de materiales resistentes a la llama dan protección a las manos contra el peligro de relámpago de arco. Guantes de cuero de trabajo pesado (p.e., mayor que 12 oz / yd²) dan protección adecuada hasta Categoría 2 Peligro / Riesgo. Los protectores de cuero vestidos sobre guantes de caucho aislante dan protección adicional a las manos contra relámpago de arco. Durante altas exposiciones a relámpago de arco el cuero se puede encoger y disminuir la protección.

(d) protección de los pies. Zapatos de trabajo de cuero de trabajo pesado dan alguna protección a los pies contra relámpago de arco y se deberán usar en todas las tareas en Peligro / Riesgo Categoría 2 y mayor.

Tabla 130.7(C) (10) Matriz de ropa de protección y equipo de protección personal (EPP)

| Ropa & equipos de protección Numero de Categoría Peligro / Riesgo | Sistemas de protección para las categorías peligro/riesgo | | | | | |
|--|---|---|---------------|---------------|------------|----------|
| | -1 (Note 3) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| No fundible (de acuerdo con ASTM F 1506-00) o Fibra Natural No Tratada | | | | | | |
| a. Camisa en T (manga corta) | X | - | - | X | X | X |
| b. Camisa en T (manga larga) | - | X | - | - | - | - |
| c. Pantalones (largos) | X | X | X (nota 4) | X (nota 6) | X | X |
| Ropa RLL (Nota 1) : | | | | | | |
| a. Camisa manga larga | - | - | X (nota 4) | X (nota 6) | X (nota 9) | X |
| b. Pantalones | - | - | (nota 5) | (nota 7) | X (nota 9) | X |
| c. Overol | - | - | (nota 5) | (nota 7) | X (nota 9) | (nota 5) |
| d. Chaqueta, parca o impermeables | - | - | CN | CN | CN | CN |
| Equipos de protección RLL | | | | | | |
| a. Chaqueta de traje de arco (multi-capas) | - | - | - | - | - | X |
| b. Pantalones de traje de arco (multi-capas) | - | - | - | - | - | X |
| c. protección de la cabeza | - | - | - | - | - | - |
| 1. Casco | - | - | X | X | X | X |
| 2. Casco con Forro RLL | - | - | - | - | CR | CR |
| d. protección de los ojos | - | - | - | - | - | - |
| 1. Anteojos de seguridad | X | X | X | AL | AL | AL |
| 2. Monogafas/ Antiparras de seguridad | - | - | - | AL | AL | AL |
| e. protección del área de la cara y la cabeza | - | - | - | - | - | - |
| 1. Protector Facial con nivel de protección al arco, capucha del traje de arco | - | - | - | X (nota 8) | - | - |
| 2. Capucha del traje de arco | - | - | - | - | X | X |
| 3. protección de los oídos (tapones del canal del oído) | - | - | - | X (nota 8) | X | X |
| f. protección de las manos | - | - | - | - | - | - |
| Guantes de cuero (Nota 2) | - | - | CN | X | X | X |
| g. protección de los pies | - | - | - | - | - | - |
| Zapatos de trabajo de cuero | - | - | CN | X | X | X |

- CN** = Como se necesite
- AL** = Seleccione uno del grupo
- CR** = Como se requiere
- X** = Mínimo requerido

Notas:

1. Consultar la Tabla 130.7(C) (11). Nivel de protección al arco para una prenda expresada en cal/cm².
2. Si se exigen guantes con valor nominal de tensión, los protectores de cuero que se usen externamente a los guantes de caucho satisfacen esta exigencia.
3. La Categoría Numero "-1" de Peligro / Riesgo solo se define si esta determinada por las Notas 3 o 6 de la Tabla 130.7(C) (9) (a).
4. Son aceptables blue jeans de algodón denim, de peso regular (mínimo peso de la tela 12 oz / yd²), no tratados, en lugar de pantalones RLL. Los pantalones RLL utilizados para la Categoría 1 Peligro / Riesgo deberán tener un nivel de protección al arco mínimo 4 cal / cm².
5. Alternativamente al uso de overoles RLL (nivel de protección al arco mínimo 4 cal / cm²) en lugar de camisa RLL y pantalones RLL.
6. Si los pantalones RLL tienen un nivel de protección al arco mínimo de 8 cal/cm², no se exigen pantalones largos de fibra no fundente o natural no tratada por debajo de los pantalones RLL.
7. Alternativamente se pueden utilizar overoles RLL (nivel de protección al arco mínimo 4 cal / cm²) sobre pantalones y camisas en T de fibra no fundente o natural no tratada.
8. Un protector facial con nivel de protección al arco mínimo 8 cal/cm², con protección extendida para proteger no solo la cara, sino también la frente, oídos y cuello (o alternativamente, una capucha de traje de arco)
9. Alternativamente se puede usar dos conjuntos de overoles RLL (el interno con nivel de protección al arco mínimo de 4 cal/cm² y el overol exterior con nivel de protección al arco mínimo de 5 cal/cm²) sobre ropa de fibra no fundente o natural no tratada.

Tabla 130.7(C) (11) Características de la ropa de protección

Sistemas típicos de vestimenta protectora

| Categoría peligro / riesgo | Descripción de la ropa | Nivel mínimo de protección al arco requerido EPP [j / cm² (cal/cm²)] |
|--|--|--|
| (El numero típico de capas de ropa se da entre paréntesis) | | |
| 0 | Materiales no fundentes, inflamables (p.e., algodón no tratado, lana, rayón o seda, o combinaciones de estos materiales) con un peso de la tela mínima de 4.5 oz/yd ² (1) | N / A |
| 1 | Camisa RLL y pantalones RLL u overol RLL (1) | 16,74 (4) |
| 2 | Ropa interior de algodón - pantaloncillos corto y de manga corta, mas camisa RLL y pantalones RLL (1 o 2) | 33,47 (8) |
| 3 | Ropa interior de algodón mas camisa RLL y pantalones RLL mas overol o ropa interior de algodón mas dos overoles RLL (2 o 3) | 104,6 (25) |
| 4 | Ropa interior de algodón mas camisa RLL y pantalones RLL mas vestido de arco multicapas (3 o mas) | 167,36 (40) |

Nota: El nivel de protección al arco está definido en el Artículo 100 y puede ser ATPV o E_{BT} . ATPV está definido en ASTM F 1959- 99 como la energía incidente en una tela o material que resulta en suficiente transferencia de calor a través de la tela o material para causar el comienzo de una quemadura de segundo grado basada en la curva de Stoll.

E_{BT} está definido en ASTM F 1959- 99 como el promedio de los cinco valores más altos de exposición a energía incidente por debajo de la curva de Stoll donde las muestras no presentan deterioro. E_{BT} se informa cuando ATPV no se puede medir debido a deterioro de la tela RLL.

(14) Características del material de la ropa. Ropa RLL deberá cumplir con los requisitos descritos en 130.7 (C) (14) (a). hasta 130.7 (C) (15).

NLM: Materiales RLL, tales como algodón retardante a la llama tratado, fibras para-aramidas, meta-aramidas y poly-bezimidazole (PBI) dan protección térmica. Estos materiales se pueden encender pero no continuarán encendidos después de que la fuente de ignición se retire. Telas RLL pueden reducir las heridas por quemaduras durante una exposición a relámpago de arco mediante la provisión de una barrera térmica entre el relámpago de arco y el usuario. En mezclas de aramidas y PBI, para-aramidas agregan fortaleza a la tela para evitar que se rompa debido a la onda de choque de ráfaga y a la alta energía térmica del arco.

(a) Fundición / derretimiento. Ropa hecha de materiales sintéticos inflamables que se funden a temperaturas por debajo de 315°C (600°F), tales como acetato, nylon, poliéster, polipropileno y spandex, sea solos o en mezclas, no se deberán utilizar.

NLM: Estos materiales se funden como resultado de las condiciones de exposición a relámpago de arco, entran en íntimo contacto con la piel y agravan las heridas por quemaduras.

Excepción: Mezclas de fibras que contienen materiales que se funden, tales como acetato, nylon, poliéster, polipropileno y spandex, serán permitidos si tales mezclas de telas cumplen las exigencias de ASTM F 1506, Standard performance specification for textile material for wearing apparel for use by electrical workers exposed to momentary electric arc and related thermal hazards, y si tales mezclas de telas no presentan evidencia de peligro de derretimiento y adhesión durante la prueba de arco de acuerdo con ASTM F 1959 [ver también 130.7(C)(15)].

Materiales sintéticos no resistentes a la llama, como el acetato, nylon, poliéster; rayón, solos o en mezclas con algodón no resistente a la llama, se pueden fundir con la piel cuando se exponen a altas temperaturas y agravan la herida por quemadura.

(b) Inflamabilidad. Se permitirá ropa fabricada con materiales naturales inflamables no fundentes, tales como: algodón, lana, rayón, o seda, en Peligro / Riesgo categorías 0 y -1 considerado aceptable si se determina mediante análisis de peligro de relámpago que el nivel de exposición es $8.36\text{J} / \text{cm}^2$ ($2.0\text{ cal} / \text{cm}^2$) o menos, y que la tela no se encenderá y continuará prendida bajo las condiciones de peligro de exposición de arco a las cuales se encontrara (utilizando datos de pruebas hechas de acuerdo con ASTM F 1958). También consultar 130.7(C)(12)(a) para los requisitos de capas.

NLM No.1: Telas de algodón, mezclas poliéster algodón, nylon, mezclas nylon algodón, seda, rayón y lana no RLL, son inflamables. Estas telas se pueden encender y continuar quemando sobre el cuerpo, dando como resultado serias heridas por quemadura.

NLM No.2: rayón es una fibra sintética basada en la celulosa (pulpa de madera) que es un material inflamable pero no fundente. , .

(15) Ropa no Permitida. No se permitirá vestir ropa fabricada con materiales que no cumplen las exigencias de 130.7(C)(14) (a) respecto a fundición o hechas de materiales que no cumplen las exigencias de inflamabilidad de 130.7(C)(14)(b).

NLM: Algunas telas resistentes a la llama, tales como modacrylic no RLL y algodón con tratamiento retardante a la llama no durable, no se recomiendan para aplicaciones industriales eléctricas o servicio público.

Excepción: Se permitirá utilizar materiales inflamables (no RLL) no fundentes como capas internas a la ropa RLL, como se describe en 130.7(C)(14)(a) y también será permitido que se utilicen para Peligro / Riesgo Categoría 0 y -1 como se describe en la Tabla se 130.7(C)(10).

(16) Cuidado y mantenimiento de ropa RLL y trajes de arco RLL.

(a) Inspección. La ropa RLL deberá ser inspeccionada antes de cada uso. No se deberá utilizar la ropa de trabajo o trajes de arco que estén contaminados o deteriorados de tal forma que sus cualidades de protección estén afectadas. El equipo de protección que se contamine con grasa, aceite, algún otro líquido inflamable o materiales combustibles, no deberán ser utilizados.

(b) Instrucciones del Fabricante. deberán seguirse las instrucciones del fabricante de la ropa para el cuidado y mantenimiento de ropa RLL. "y

(D) Otros equipos de protección.

(1) Herramientas y Equipos Aislados. Los empleados deberán utilizar herramientas aisladas y/o equipos de manipulación cuando trabajen dentro de la Frontera de Aproximación Limitada de partes energizadas expuestas cuando las herramientas o equipos de manipulación puedan hacer contacto accidental. Se deberán proteger las herramientas aisladas contra daño del material aislante.

NLM: Consultar 130.2 (B) para trabajo en partes energizadas expuestas.

(a) Requisitos para las herramientas aisladas. Las siguientes exigencias se aplicaran a herramientas aisladas:

(1) Las herramientas aisladas deberán tener los valores nominales de la tensión a la cual se van a utilizar.

(2) Las herramientas aisladas se deberán diseñar y construir para las condiciones ambientales a las cuales van estar expuestas y la manera en que se van a utilizar.

(b) Fusibles y Equipo Portafusibles. Fusibles y equipos de manipulación de portafusibles, aislados para la tensión de circuito, deberán ser utilizados para retirar o instalar un fusible si los terminales del fusible están energizados.

(c) Cuerdas y Tensores. Cuerdas y tensores utilizados cerca de partes energizadas expuestas que operan a 50 voltios o mas, o que se usan donde existe un peligro eléctrico, deberán ser no conductivas.

(d) Varas plásticas reforzadas con fibra de vidrio. Las varas (pértigas) y tubos de plástico reforzado con fibra de vidrio utilizados para herramientas de línea viva deberán cumplir las exigencias de ASTM F 711, Standard Specification for Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Rod and Tube Used; in Live Line Tools, 1989 (R 1997).

(e) Escaleras Portátiles. Escaleras Portátiles tendrán pilares laterales no conductivos si se van a utilizar donde el empleado o la escalera pueden ponerse en contacto con partes energizadas expuestas que operan a 50 voltios o más o cuando existe peligro eléctrico. Las escaleras no conductivas deberán cumplir las exigencias de las normas ANSI para escaleras listadas en la Tabla 130.7 (F).

(f) Blindajes de protección. Se deberán utilizar blindajes de protección, barreras protectoras, o materiales aislantes para proteger a cada empleado contra choque, quemaduras, u otras heridas relacionadas con la electricidad cuando ese empleado se encuentra trabajando cerca de partes energizadas que accidentalmente pueden contactarse o donde pueden presentarse calentamientos eléctricos peligrosos o arcos. Cuando partes energizadas normalmente dentro de encerramientos se exponen para mantenimiento o reparación, ellas deberán resguardarse para proteger a personas no calificadas contra el contacto con partes energizadas.

(g) Equipos de caucho aislante. Los equipos de caucho aislante utilizados para la protección contra contacto accidental con partes energizadas deberán cumplir las exigencias de las normas ASTM dadas en la Tabla 130.7 (F).

(h) Equipos de protección de plástico con valor nominal de tensión. Los equipos de protección de plástico: para la protección de los empleados contra contacto accidental con partes energizadas, o para proteger al empleado o equipos energizados o materiales contra el contacto con tierra, deberán cumplir los requisitos de las normas ASTM dadas en la Tabla 130.7 (F).

(i) Barreras Físicas o Mecánicas. Barreras físicas o mecánicas (fabricadas en campo) se deberán instalar no mas cerca que la distancia de aproximación restringida dada en la Tabla 130.2(C). Mientras que se instala la barrera, se deberá mantener la distancia de aproximación restringida especificada en la Tabla 130.2(C), o las partes energizadas se deberán poner en una condición de trabajo eléctricamente segura.

(E) Técnicas de Alerta.

(1) Señales y etiquetas de seguridad. Cuando sea necesario advertirle a los empleados sobre peligros eléctricos que los puedan amenazar, se deberán utilizar: señales de seguridad, símbolos de seguridad o etiquetas de prevención de accidentes. Esas señales y etiquetas deberán cumplir las exigencias de la norma ANSI Z535 dadas en la Tabla 130.7 (F).

(2) Barricadas. Se deberán utilizar barricadas en conjunto con señales de seguridad cuando sea necesario para impedir o limitar el acceso a los empleados a áreas de trabajo en las que hay partes energizadas. No se deberán, utilizar barricadas conductivas cuando ellas puedan causar un peligro eléctrico. Las barricadas se deben ubicar a una distancia no menor que la frontera limite de aproximación dada en la Tabla 130.2(C).

(3) Guardianes. Si las señales y las barricadas no dan suficiente advertencia y protección contra peligros eléctricos, se deberá apostar un guardián para advertir y proteger a los empleados. Los principales trabajos y responsabilidades de un guardián que da señales y alertas con la mano, serán mantener a los empleados no calificados fuera del área de trabajo donde los trabajadores no calificados puedan estar expuestos a peligros eléctricos. Un guardián deberá permanecer en el área mientras que exista el potencial para que los empleados estén expuestos a peligros eléctricos.

(F) Normas para otros equipos de protección. Otros equipos de protección exigidos en 130.7(D) deberán cumplir con las normas dadas en la Tabla 130.7 (F).

Tabla 130.7 (F) Normas de otros equipos de protección

| Objeto | Numero y titulo |
|----------------------------------|---|
| Escaleras | ANSI A 14.1, safety requirements for portable word ladders, 1994 ANSI A 14.3 safety requirements for fixed ladders, 2002 ANSI A 14.4 safety requirements for job made ladders, 1992 |
| Señales y etiquetas de seguridad | ANSI Z 535 Series of Standard for safety signs and tags, 1998 |
| Mantas aislantes | ASTM D 1048, Standard specification for rubber insulating blankets, 1999 |
| cubiertas | ASTM D 1049, Standard specification for rubber covers, 1998 |

| | |
|---|---|
| mangueras | ASTM D 1050 , Standard specification for rubber insulating line hoses, 1990 |
| Mangueras y cubiertas | ASTM F 478 Standard specification for in-service care of insulating line hose and covers, 1999 |
| Mantas aislantes | ASTM F 479 Standard specification for in-service care of insulating BLANKETS, 1995 |
| Herramientas / escaleras de fibra de vidrio | ASTM F 711 Standard specification for fiberglass reinforced plastic (FRP) rod and tube used; in line tools, 1989 (R 1997) |
| Protección plástica | ASTM F 712 standard test methods for electrically insulating plastic guard equipment for protection of workers, 1995 |
| Puesta a tierra temporal | ASTM F 855 Standard specification for temporary protective grounds to be used on de-energized electric power lines and equipment, 1997 |
| Herramientas de mano aislada | ASTM F 1505 , Standard specification for insulated and insulating hand tools, 2001 |

CAPITULO 2 REQUISITOS DE SEGURIDAD RELACIONADOS CON EL MANTENIMIENTO

ARTICULO 200 **Introducción**

200.1 Alcance. El Capítulo 2 trata los siguientes requisitos:

(1) El Capítulo 2 contiene los requisitos prácticos de seguridad relacionados con el mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas en los lugares de trabajo como están incluidos en 90.1. Estos requisitos deberán identificar solo el mantenimiento directamente asociado con la seguridad del empleado.

(2) El Capítulo 2 no establece métodos específicos de mantenimiento o procedimientos de prueba. Se deja que el empleador escoja de entre los varios métodos de mantenimiento disponibles para que satisfaga los requisitos del Capítulo 2.

(3) Para el propósito del Capítulo 2, el mantenimiento se deberá definir como la prevención o la restauración de la condición de los equipos y de las instalaciones eléctricas o de partes de ellos, para la seguridad de los empleados que trabajan en, cerca o con tales equipos. El reemplazo o reparación de componentes o partes de los equipos se permitirá sin exigir la modificación o el reemplazo de otros componentes o partes que se encuentran en condiciones seguras.

NLM: Consulte NFPA 70B, Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance, para métodos específicos y pruebas de mantenimiento.

ARTICULO 205 **Requisitos generales de mantenimiento**

205.1 Personas calificadas. Los empleados que realicen mantenimiento de equipos e instalaciones eléctricas deberán ser personas calificadas como se exige en el Capítulo 2 y deberán estar entrenadas y familiarizadas con los procedimientos específicos y pruebas de mantenimiento exigidos.

205.2 Diagrama unifilar. Se deberá conservar el diagrama unifilar cuando se suministre

205.3 Espacios alrededor de los equipos eléctricos. Se deberán mantener todos los espacios de trabajo y las distancias de seguridad que se exigen en el Capítulo 4.

205.4 Puesta a tierra y conexiones equipotenciales. Se deberá mantener la conexión equipotencial y la puesta a tierra de: los equipos, canalizaciones, bandejas para cables y encerramientos.

205.5 Protección de partes energizadas. Los encerramientos se deben mantener para que estén protegidos contra contacto accidental con partes energizadas y otros peligros eléctricos.

205.6 Equipos de seguridad. Los: candados, interbloqueos y otros equipos de seguridad, se deben mantener en apropiadas condiciones de trabajo para lograr el propósito de control.

205.7 Espacios libres. El acceso al espacio de trabajo y vías de escape se deberán mantener despejadas y sin obstrucciones.

205.8 Identificación de componentes. Cuando se requiera identificar los componentes y si se instalan instrucciones relacionadas con la seguridad (operación o mantenimiento), se debe fijar de manera segura y mantenerse en condiciones legibles. .

205.9 Señales de prevención. Donde se requieran señales de prevención, deberán ser: visibles, fijadas con seguridad y mantenidas en condiciones legibles.

205.10 Identificación de circuitos. La identificación del circuito o de la tensión, se debe fijar de manera segura y se deberá mantener en condiciones actualizadas y legibles.

205.11 Conductores y cables, sencillos y múltiples. Cables eléctricos y conductores sencillos y múltiples, se deberán mantener libres de: daños, cortos y tierra, que puedan presentar peligro a los empleados.

205.12 Cordones y cables flexibles. Los cordones y cables flexibles se deberán mantener para evitar esfuerzo y daño.

(1) *Cordones y cables dañados* No deberán tener partes desgastadas o dañadas que presenten peligro eléctrico a los empleados.

(2) *Alivio de esfuerzo.* Se deberá mantener alivio de esfuerzos para impedir que se transmita tensión mecánica directamente a las uniones o terminales.

ARTICULO 210

Subestaciones, equipos de maniobra, tableros de distribución, centros de control de motores e interruptores de desconexión

210.1 Encerramientos. Los encerramientos se deben mantener libres de materiales que puedan crear peligro.

210.2 Encerramientos de áreas. Donde se requiera para resguardar contra acceso no autorizados contacto accidental con partes energizadas expuestas, se deberán mantener: cercas, protección física, encerramientos, u otros medios de protección.

210.3 Conductores. Los conductores portadores de corriente (barrajes, interruptores, desconectores, uniones y terminales) y abrazadera se deben mantener para:

(1) Conducir la corriente nominal sin sobrecalentamiento

(2) Soportar las corrientes de falla que se puedan presentar

210.4 Integridad del aislante. Se deberá mantener la integridad del aislamiento para resistir la tensión del sistema.

210.5 Dispositivos de protección. Los dispositivos de protección se deberán mantener para que adecuadamente resistan o interrumpan las corrientes de falla que se puedan presentar.

ARTICULO 215

Alambrados de predios

215.1 Cubiertas para los componentes del sistema de alambrados. Las cubiertas junto con todos sus elementos asociados para los componentes del sistema de alambrado, deberán estar en su sitio y no deberán existir aberturas sin protección.

215.2 Protección de alambrado al aire libre. El alambrado al aire libre se deberá mantener protegido, mediante su ubicación o por medio de barreras, para evitar contacto accidental

215.3 Canalizaciones o bandejas porta cables. Se deberá hacer mantenimiento a las canalizaciones y bandejas porta cables para dar protección física y apoyo a los conductores.

ARTICULO 220

Equipos de control

220.1 Alcance. Este capítulo se aplicará a los controladores, lo que incluye: equipos eléctricos que gobiernan el arranque, la parada, la dirección de movimiento, la aceleración, la velocidad, y la protección de equipos rotatorios y otros aparatos que utilizan energía eléctrica en el lugar de trabajo.

220.2 Circuitos de protección y control. Se deberá dar mantenimiento a los circuitos de protección y control utilizados para resguardar contra el contacto accidental con partes energizadas e impedir otros peligros eléctricos o mecánicos.

ARTICULO 225

Fusibles e interruptores automáticos

225.1 Fusibles. Los fusibles se deberán mantener libres de quebraduras o abolladuras, en las cajas de fusibles, y aisladores. Se les deberá dar mantenimiento a los elementos de fijación de los fusibles para que se mantenga el contacto adecuado con los fusibles.

225.2 Interruptores automáticos en caja moldeada. Los interruptores automáticos en caja moldeada se deben mantener libres de abolladuras en las cajas y de golpes o roturas en las palancas de operación.

225.3 Prueba a los interruptores automáticos. Los interruptores automáticos que interrumpen fallas que se acerquen a sus valores nominales, se deberán inspeccionar y probar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

ARTICULO 230

Equipo rotatorio

230.1 Cajas terminales. Las cámaras terminales, los encerramientos y las cajas terminales, se deberán mantener resguardadas contra contacto accidental con partes energizadas y contra otros peligros eléctricos.

230.2 Resguardos, barreras y placas de acceso. Se debe dar mantenimiento a los resguardos, barreras y placas de acceso, para evitar que los empleados entren en contacto con partes móviles o energizadas.

ARTICULO 235

Lugares (clasificados) como peligrosos

235.1 Alcance. Este capítulo deberá abarcar los requisitos de mantenimiento en aquellas áreas identificadas / clasificadas como peligrosas de acuerdo con el Artículo 440 de esta norma.

NLM: Estos lugares requieren tipos especiales de equipos e instalación que aseguren un desempeño seguro bajo las condiciones de uso apropiado y mantenimiento. Es importante que las autoridades de inspección y los usuarios ejerzan un cuidado mayor que el ordinario con respecto a la instalación y el mantenimiento. Los requisitos de mantenimiento para equipos específicos y materiales considerados en cualquier otro lugar en el Capítulo 2 son aplicables a lugares clasificados como peligrosos. También se requiere otro mantenimiento para asegurar que la forma de construcción y de instalación que hacen los equipos y los materiales adecuados para un lugar determinado, no se anulen.

El mantenimiento requerido en lugares específicos clasificados como peligrosos exige que se conozca la clasificación del lugar específico. También se deben conocer, los principios de diseño y las características de los equipos, por ejemplo: la utilización de equipos de presión positiva de ventilación, a prueba de explosión, no incendiario, intrínsecamente seguros, que se escogieron en la instalación para cumplir los requisitos de la clasificación del área. Con esta información, el empleador y la autoridad de inspección pueden determinar si la instalación, de la manera que ha sido mantenida, ha mantenido la condición necesaria para un lugar de trabajo seguro.

235.2 Requisitos de mantenimiento para los lugares (clasificados como) peligrosos. A los equipos y a los lugares se les debe hacer mantenimiento, de tal manera que:

(1) Ninguna parte energizada esté expuesta.

Excepción a (1): Circuitos intrínsecamente seguros y no incendiarios.

(2) No haya roturas en: los sistemas de conduit, accesorios y encerramientos, por: daño, corrosión u otras causas.

(3) Todos los conductores de las conexiones equipotenciales están conectados de manera segura y se encuentran intactos.

(4) Todos: los accesorios, cajas y encerramientos, que tienen cubiertas atornilladas, tienen todos los tornillos instalados y apretados correctamente.

(5) Todos los conduits roscados deberán apretarse con llave y las cubiertas del encerramiento se deben apretar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

(6) No hay entradas abiertas a: los accesorios, cajas o encerramientos, que puedan comprometer las características de protección.

(7) Todas: las clavijas, respiradores, sellos y drenajes, se encuentran en su lugar de manera segura.

(8) Las marcas de las luminarias para las máximas potencia: de la bombilla y temperatura nominal, se encuentra legibles y no se exceden.

(9) Las marcas exigidas se encuentran fijadas de manera segura y son legibles.

ARTICULO 240

Baterías y cuartos de baterías

240.1 Ventilación. Se deberá hacer mantenimiento a los sistemas de ventilación forzada y natural, para impedir la acumulación de mezclas explosivas. Este mantenimiento deberá incluir una prueba funcional de cualquier sistema asociado de detección y alarma.

240.2 Aparatos de lavado de los ojos y del cuerpo. Los aparatos de lavado de los ojos y del cuerpo se deberán mantener en condiciones de operación.

240.3 Extintores de llamas de celdas y ventilación de celdas. Las aberturas de ventilación de las celdas de baterías no deberán estar obstruidas y a los extintores de llamas de celdas se les deberá hacer mantenimiento.

ARTICULO 245

Herramientas y equipos eléctricos portátiles

245.1 Requisitos de mantenimiento para las herramientas y equipos portátiles. A las clavijas, los tomacorrientes, las placas de cubierta, y los conectores de los cordones, se les debe hacer mantenimiento de tal manera que:

- (1) No haya roturas, daño o abolladuras, que expongan partes energizadas.
- (2) No falten placas de cubierta.
- (3) Los terminales no tengan hilos sueltos o terminales flojos.
- (4) No falten, ni estén flojos, alterados o dañados: cuchillas, puntas, o contactos-
- (5) La polaridad sea correcta.

ARTICULO 250

Equipo de seguridad y protección personal

250.1 Requisitos de mantenimiento de los equipos de seguridad y protección personal. Los equipos de seguridad y protección personal, tales como los siguientes, se deberán mantener en una condición segura de trabajo:

- (1) Equipo de puesta a tierra
- (2) Pértigas
- (3) Guantes y mangas de caucho y protectores de cuero
- (4) Probadores de tensión
- (5) Mantas y similares equipos de aislamiento
- (6) Mallas aislantes y similares equipos aislantes
- (7) Barreras de protección

(8) Dispositivos exteriores de los interruptores automáticos extraíbles

(9) Unidades portátiles de iluminación

(10) Equipo de seguridad de puesta a tierra

(11) Calzado dieléctrico

(12) Vestidos de protección

250.2 Inspección y prueba de equipos de protección y herramientas de protección.

(A) Visual. Los equipos de seguridad y protección y las herramientas de protección se deberán inspeccionar visualmente para identificar daños y defectos antes de su uso inicial y después a intervalos, de acuerdo a como las condiciones de servicio lo requieran, pero en ningún caso el intervalo excederá un año.

(B) Pruebas. El aislamiento de los equipos de protección y las herramientas de protección, tales como los ítems (1) hasta (12) de 250.1, se deberán verificar, utilizando la prueba apropiada y la inspección visual para confirmar que la capacidad de aislamiento se ha mantenido, antes de su uso inicial ya intervalos de ahí en adelante de acuerdo como las condiciones de servicio y las normas aplicables y las instrucciones la requieran, pero en ningún caso el intervalo podrá exceder de tres años.

250.3 Equipos de seguridad de puesta a tierra.

(A) Visual. Los conjuntos de puesta a tierra de protección personal se deben inspeccionar para determinar si hay cortes en el forro de protección y / o daño en los conductores. Se debe verificar el ajuste de las abrazaderas y de los conectores de alivio de tensión. De ahí en adelante las inspecciones se deberán realizar a intervalos de acuerdo a como las condiciones de servicio lo requiera pero en ningún caso el intervalo excederá un año.

(B) Pruebas. Antes de volver a poner en servicio las tierras de seguridad que han sido reparadas o modificadas, deberán ser probadas para confirmar que no se exceden los valores de máxima caída de tensión de 30 y 15 ciclos, para el valor nominal del conjunto de tierra. Estas pruebas se deberán realizar a intervalos de acuerdo a como las condiciones de servicio y las normas exigidas aplicables y las instrucciones lo requieran, pero en ningún caso el intervalo excederá tres años.

Capítulo 3 Requisitos de seguridad para equipos especiales

ARTICULO 300

Introducción

300.1 Alcance. El Capítulo 3 abarca los requisitos de seguridad eléctrica de instalación y las prácticas de trabajo y procedimientos relacionados con la seguridad en el trabajo, para los empleados que trabajan en o cerca de equipos eléctricos especiales en el lugar de trabajo. El Capítulo 3 complementa o modifica los requisitos generales del Capítulo 1 y del Capítulo 4.

300.2 Responsabilidad. El empleador deberá darle al empleado las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad y el entrenamiento. El empleado deberá seguir esas prácticas.

300.3 Organización. El Capítulo 3 de esta norma se divide en capítulos. El Artículo 300 se aplica de manera general, el Artículo 300 se aplica a las celdas electrolíticas, de acuerdo como se describe en

430.8. El Artículo 320, se aplica a baterías y cuartos de baterías. El Artículo 330 se aplica a láser. El Artículo 340 se aplica a equipo electrónico de potencia.

NLM: En el futuro se podrán desarrollar capítulos adicionales por el Comité Técnico de la NFPA 70E para otros tipos de equipos especiales.

ARTICULO 310

Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad para celdas electrolíticas

310.1 Alcance. Los requisitos de este capítulo se aplicarán a las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica, utilizadas en los tipos de áreas de celdas electrolíticas establecidas en 430.8.

NLM No.1: Ver Anexo L para una aplicación típica de salvaguardias en las filas de celdas de trabajo.

NLM No.2: Para obtener más información, se puede consultar *IEEE Standard for Electrical Safety Practices in Electrolytic Cell Line Working Zones*, IEEE Std. 463-1993.

310.2 Definiciones. Para el propósito de este capítulo, los siguientes términos tienen el significado que se indica adelante:

Efecto batería. El efecto batería es la tensión que existe en la fila de celdas después de que se desconecta el suministro de energía eléctrica.

NLM: Las celdas electrolíticas pueden presentar características similares a una batería eléctrica de almacenamiento y por lo tanto puede existir una tensión peligrosa después de que se desconecta el suministro de energía eléctrica de la fila de celdas.

Resguardo. Las medidas de seguridad para el personal incluirán la consistente exigencia administrativa de prácticas de trabajo seguras. Las salvaguardias incluyen entrenamiento en: prácticas de trabajo seguras, diseño de la fila de celdas, equipo de seguridad, equipo de protección personal, procedimientos de operación y listas de verificación de trabajo.

310.3 Entrenamiento de seguridad.

(A) General. Los requisitos de entrenamiento de este capítulo se aplican a los empleados que están expuestos al riesgo de peligro eléctrico en la zona de trabajo de la fila de celdas definida en 110.6 y los requisitos adicionales o modificados de 110.8, 120.1, 130.1, y 130.5.

(B) Requerimientos de entrenamiento. Los empleados deberán recibir entrenamiento para entender los peligros específicos asociados con la energía eléctrica en la fila de celdas. Ellos deberán recibir entrenamiento en seguras prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad y los requisitos de procedimiento para dar protección contra los peligros eléctricos asociados con sus respectivos trabajos o tareas asignadas.

310.4 Entrenamiento de empleados.

(A) Personas calificadas.

(1) Entrenamiento. Las personas calificadas deberán recibir entrenamiento y ser conocedoras de la operación de los equipos de la zona de trabajo de la fila de celdas, específicos métodos de trabajo y deben recibir entrenamiento para eludir los peligros eléctricos que se encuentran presentes. Esas personas deberán estar familiarizadas con el uso apropiado de técnicas preventivas y de equipo personal de protección. El entrenamiento para una persona calificada deberá incluir:

(1) Las destrezas y técnicas para eludir el contacto peligroso con tensiones peligrosas entre superficies energizadas y entre superficies energizadas y tierra. Las destrezas y técnicas pueden incluir aislamiento temporal o resguardo de partes que le permitan al trabajador trabajar en partes energizadas.

(2) El método para determinar los límites del área de la zona de trabajo de la fila de celdas.

(2) Personas calificadas. A las personas calificadas se les permitirá trabajar dentro de la zona de trabajo de la fila de celdas.

(B) Personas no calificadas

(1) Entrenamiento. Las personas no calificadas deberán recibir entrenamiento para reconocer los peligros eléctricos a los cuales pueden estar expuestos y los métodos apropiados para eludir los peligros.

(2) En Zona de trabajo de la fila. Cuando exista la necesidad de que una persona no calificada entre en la zona de trabajo de la fila de celdas a realizar una tarea específica, a esa persona la persona calificada designada encargada le harán conocer los posibles peligros, para asegurar que la persona no calificada está salvaguardada.

310.5 Resguardo de los empleados en la línea de la zona de trabajo de celdas.

(A) General. La operación y el mantenimiento de las filas de celdas electrolíticas pueden requerir el contacto de los empleados con superficies energizadas expuestas tales como: barrajes, celdas electrolíticas y sus anexos. Las distancias de aproximación indicadas en la Tabla 130.2(C) no se aplicarán al trabajo realizado por personas calificadas en la zona de trabajo de la fila de celdas. Las salvaguardas tales como prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad y otras salvaguardas se deben utilizar para proteger a los empleados de heridas mientras que están trabajando en la zona de trabajo de la fila de celdas. Estas salvaguardas serán consistentes con la naturaleza y extensión de los peligros eléctricos relacionados. Las salvaguardas pueden ser diferentes para filas de celdas energizadas y filas de celdas desenergizadas. Las tensiones peligrosas causadas por el efecto batería se deberán disipar para que se pueda considerar que la fila de celdas está desenergizada.

NLM No. 1: Las superficies energizadas expuestas pueden que no establezcan una condición peligrosa. La condición eléctrica peligrosa está relacionada con el flujo de corriente a través del cuerpo que produce choque eléctrico, quemaduras de relámpago y ráfaga de arco. El choque es función de muchos factores, incluyendo: la resistencia del cuerpo, de la piel, de las trayectorias de retorno, de las trayectorias en paralelo con el cuerpo y de las tensiones del sistema. Las quemaduras por relámpago de arco y ráfaga de arco son una función de la corriente disponible en el punto pertinente y el tiempo de la exposición al arco.

NLM No.2: Una fila o grupo de filas de celdas operadas como una unidad para la producción de metal, gas o un compuesto químico particular, puede diferir de otras filas de celdas que producen el mismo producto debido a: las variaciones en las materias primas utilizadas, la capacidad de salida, el uso de patentados métodos o prácticas de proceso u otros factores modificantes. Los requisitos de las normas detalladas sobre prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad eléctrica pueden llegar a ser demasiado restrictivas y no llegar a lograr el propósito establecido en el Capítulo 1 de esta norma.

(B) Señales. Las señales permanentes deben mostrar claramente las áreas de celdas electrolíticas.

(C) Análisis del peligro de relámpago eléctrico. Los requisitos de 130.3, Análisis del peligro de relámpago, no se aplicarán a las zonas de trabajo de las filas de celdas electrolíticas.

(1) Procedimiento para el análisis del peligro por relámpago. Para cada tarea, realizada en la zona de trabajo de la fila de celdas electrolíticas, se debe analizar el riesgo de heridas por el peligro de relámpago. Si existe el riesgo de heridas a personas, se deben tomar las medidas apropiadas para proteger a las personas expuestas a los peligros de relámpago. Estas medidas incluirán una o más de las siguientes:

- (1) Suministrar el apropiado EPP (equipo de protección personal) [Consultar 310. 5(D)(2)] para prevenir heridas causadas por el peligro de relámpago de arco.
- (2) Alterar los procedimientos de trabajo para eliminar la posibilidad de relámpago de arco.
- (3) Programar las tareas para que el trabajo se pueda realizar cuando la fila de celdas esté desenergizada.

(2) Tareas rutinarias. El análisis del peligro de relámpago deberá hacerse para todas las tareas rutinarias realizadas en la zona de trabajo de la fila de celdas. Los resultados del análisis de peligro de relámpago se deberán utilizar para el entrenamiento de todos los empleados en los procedimientos de trabajo, los cuales minimizarán la posibilidad de peligro de relámpago. El entrenamiento se incluirá dentro de las exigencias de 310.3.

(3) Tareas no rutinarias. Antes de que se realice una tarea no rutinaria en la zona de trabajo de la fila de celdas, se hará un análisis de peligro de relámpago. Si durante el trabajo no rutinario existe la posibilidad de peligro de relámpago, a los empleados que participen, se les deberá dar las instrucciones apropiadas sobre cómo minimizar la posibilidad de peligro de relámpago de arco.

(4) Peligros de relámpago. Si existe la posibilidad de peligro de relámpago de arco, para las tareas rutinarias o para las no rutinarias, los empleados deberán utilizar salvaguardias apropiadas.

(D) Salvaguardias. Las salvaguardias incluirán uno o una combinación de los siguientes medios:

(1) Aislamiento. El aislamiento deberá ser adecuado para las condiciones específicas y podrá incluir: vidrio, porcelana, recubrimiento epoxy, caucho, fibra de vidrio, plástico y cuando el ambiente es seco, materiales como: concreto, baldosín, ladrillo y madera. Se permitirá aplicar el aislamiento a superficies energizadas o puestas a tierra.

(2) Equipo de protección personal. El EPP (equipo de protección personal) protegerá contra condiciones eléctricas peligrosas. El equipo de protección incluirá uno o más de los siguientes de acuerdo a como lo determine la gerencia autorizada:

- (1) Zapatos, botas o zapatones para servicio mojado
- (2) Guantes para servicio mojado
- (2) Mangas para servicio mojado
- (4) Zapatos para servicio seco
- (5) Guantes para servicio seco
- (6) Mangas para servicio seco

(7) Protección de cabeza aislada eléctricamente

(8) Trajes / ropa de protección (9) Protección visual/ facial

a. Normas para los equipos de protección personal. Los equipos de protección personal y otros, deberán ser apropiados para las condiciones, de acuerdo a como lo autorice la gerencia y no requerirán cumplir con las normas de equipos establecidas en 130.7 (C) (8) hasta 130.7 (F) y en la Tabla 130.7(C) (8) y Tabla 130.7 (F) .

b. Prueba a equipos de protección personal. Los equipos de protección personal se deberán verificar con regularidad utilizando métodos que sean consistentes con la exposición del empleado a las peligrosas condiciones eléctricas.

(3) Barreras. Las barreras serán los dispositivos que evitan el contacto con superficies energizadas o puestas a tierra que puedan presentar condiciones eléctricas peligrosas.

(4) Unificación de la tensión. La unificación de la tensión existe cuando una superficie conductora se conecta equipotencialmente a una superficie energizada, puede ser directamente o a través de una resistencia, de tal manera que no hay suficiente tensión entre las superficies que pueda resultar en una condición eléctrica peligrosa.

(5) Separación. Separación es la ubicación de equipos o elementos en lugares donde los empleados no pueden simultáneamente estar en contacto con superficies conductivas expuestas que puedan presentar una condición eléctrica peligrosa.

(6) Prácticas seguras de trabajo. Los empleados deberán recibir entrenamiento en prácticas de trabajo seguras. El entrenamiento deberá incluir el por qué las prácticas de trabajo en una zona de trabajo de una fila de celdas, son diferentes de situaciones de trabajo similares en otras áreas de la planta. Los empleados deberán cumplir con las establecidas prácticas de trabajo seguro y el uso seguro de equipo de protección.

(a) Conocimiento de actitudes. El entrenamiento sobre prácticas de trabajo seguro deberá incluir instrucción sobre el conocimiento de actitudes. El contacto simultáneo con partes energizadas y tierra, puede causar choque eléctrico severo. Es de especial importancia la necesidad de tener conocimiento de la posición del cuerpo cuando se puede hacer contacto con partes energizadas de la fila de celdas electrolíticas y las superficies puestas a tierra.

(b) Pasar por alto equipo de seguridad. El entrenamiento sobre prácticas de trabajo seguras incluirá técnicas para prevenir pasar por alto la protección de equipo de seguridad. Se puede eliminar la protección de ropas si las ropas están mojadas. Las botas de los pantalones se deben mantener de la longitud apropiada y las mangas de la camisa deben corresponder a la talla para que no se caigan cuando se extienden las manos. Joyas y otros accesorios metálicos que pueden eliminar el equipo de protección no se deben utilizar mientras que trabaje en la celda, en la zona de trabajo.

(7) Herramientas. Las herramientas y otros dispositivos utilizados en la zona de trabajo de filas de celdas energizadas se deberán seleccionar para evitar tender un puente entre las superficies con diferencias de potencial peligrosas.

NLM: Las herramientas y otros dispositivos de material magnético pueden ser difíciles de manipular en áreas de celdas energizadas debido a los fuertes campos magnéticos.

(8) Cortacircuitos portátiles tipo interruptor. Los cortacircuitos portátiles tipo interruptor se deben considerar que están energizados y como una extensión de la zona de trabajo de la fila de celdas. Se

deberán utilizar procedimientos apropiados para asegurar la apropiada conexión y operación de los cortacircuitos.

(9) Grúas y polipastos. Las grúas y polipastos deberán cumplir los requisitos de 430.8 (I). Se deberá probar periódicamente el aislamiento requerido para salvaguardar a los empleados tal como en los enganchadores de grúas aislados.

(10) Anexos. Los anexos que prolongan los peligros eléctricos de la fila de celda más allá de la zona de trabajo de la fila de celdas deberán utilizar uno o más de los siguientes:

- (1) Extensión temporal o permanente de la zona de trabajo de la fila de celdas
- (2) Barreras
- (3) Separadores aislantes (4) Separación

(11) Marcapasos e implantaciones metálicas. Los empleados que tengan implantados: marcapasos, dispositivos médicos ferromagnéticos u otros dispositivos electrónicos, vitales para la vida, no serán admitidos en áreas de celdas a menos que obtengan un permiso escrito del médico del empleado.

NLM: La American Conference of Government Industrial Hygienists (ACGIH) recomienda que las personas que tengan marcapasos implantados no deban estar expuestos a densidades de campo magnético superiores a 10 Gauss.

(12) Prueba. Los equipos de salvaguardia para la protección de los empleados se deberán probar para asegurar que se encuentran en condición de trabajo segura.

310.6 Herramientas y equipos portátiles.

(A) Equipos eléctricos portátiles. Las exigencias de puesta a tierra de 110.9 (B) (2) no se permitirán dentro de una zona de trabajo de una fila energizada. Equipos eléctricos portátiles deberán cumplir los requisitos de 430.8 (E). El suministro de energía eléctrica deberá cumplir las exigencias de 430.8 (F) .

(B) Conexiones auxiliares no eléctricas. Las conexiones auxiliares no eléctricas como: mangueras de aire, agua y gas, deberán cumplir los requisitos de 430.8 (H) .Las herramientas y equipos con accionamientos neumáticos deberán alimentarse con mangueras no conductivas en la zona de trabajo de la fila de celdas.

(C) Máquinas de soldar. Las estructuras de las máquinas de soldar se deberán considerar al potencial de la celda cuando se encuentren dentro de la zona de trabajo de la fila de celdas. Las prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad exigirán que la fila de celdas no esté puesta a tierra por medio de la máquina de soldar o de su suministro de energía eléctrica. Las máquinas de soldar localizadas fuera de la zona de trabajo de la fila de celdas deberán estar rodeadas por una barricada para impedir que los empleados toquen simultáneamente la máquina de soldar y la tierra, cuando los cables de soldar están en la zona de trabajo de la fila de celdas.

(D) Equipo portátil de pruebas. El equipo de prueba en la zona de trabajo de la fila de celdas deberá ser adecuado para uso en áreas de grandes campos y orientación magnéticos.

NLM: El equipo que no es adecuado para uso en esos campos magnéticos puede dar una respuesta incorrecta. Cuando esos equipos de prueba se retiran de la zona de trabajo de la fila de celdas, su desempeño puede volver a ser normal, dando la falsa impresión de que los resultados estaban correctos.

ARTICULO 320

Requisitos de seguridad relacionados con baterías y cuartos de baterías

320.1 Alcance. Las exigencias de este artículo se deberán aplicar a las exigencias de seguridad relacionadas con las instalaciones de baterías y cuartos de baterías con capacidad almacenada que excede 1 kWh o una tensión flotante que excede 115 voltios pero no excede 650 voltios.

NLM: Para información adicional consulte los siguientes documentos:

- (1) **NFPA 70-2002**, National Electrical Code, Article 480, Storage Batteries
- (2) **IEEE Std. 484-2002**, Recommended Practice for Installation Design and Installation of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Applications
- (3) **IEEE Std. 937-1987 (RI993)** , Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid Batteries for Photovoltaic Systems
- (4) **IEEE Std. 1187-1996**, Recommended Practice for Installation Design and Installation of Valve-Regulated Lead-Acid Storage Batteries for Stationary Applications
- (5) **OSHA 1926.403**, Battery Rooms and Battery Charging (6) OSHA 1910.178 (g) , Changing and Charging Batteries (7) OSHA 1910.305U)(7), Storage Batteries

320.2 Definiciones. Los siguientes términos tendrán, para el propósito de este capítulo, los significados que se indican a continuación.

Accesorios. Las persona responsable de los predios, u otra personada nombrada o seleccionada por la persona responsable de los predios, para desempeñar ciertas responsabilidades asociadas con la instalación de baterías en los predios.

Batería. Un sistema electroquímico capaz de almacenar en forma química la energía eléctrica recibida y la cual puede devolver por reconversión.

Batería regulada con válvula. Una batería en la que la ventilación de los productos de la electrólisis esta controlada por el re-cierre de una válvula sensible a la presión.

Batería secundaria. Dos o más celdas conectadas eléctricamente y utilizadas como una fuente de energía.

Batería sellada. Batería que no está construida para que se le agregue agua o electrolito o para la medición externa de la gravedad específica del electrolito.

Batería ventilada. Una batería en la cual a los productos de la electrolisis y de la evaporación se les permite escapar libremente a la atmósfera.

Capacidad. La cantidad de electricidad (carga eléctrica) corrientemente expresada en amperios-hora (Ah) que una batería cargada completamente puede suministrar bajo condiciones especificas.

Carga. Una operación durante la cual una batería recibe de un circuito externo energía eléctrica que se convierte a energía química. La cantidad de energía eléctrica se conoce como la carga y normalmente se mide en amperios-hora.

Carga de corriente constante. La carga durante la cual la corriente se mantiene en un valor constante.

Carga de tensión constante. La carga durante la cual la tensión a través de los terminales de la batería se mantiene en un valor constante.

Celda piloto. La celda seleccionada de una batería, que se considera como representativa del estado promedio de la batería o parte de ella.

Celda. Un conjunto de electrodos y electrolito que constituyen la unidad básica de la batería.

Celda secundaria. Un conjunto de electrodos y electrolitos, los cuales constituyen la unidad básica de la batería.

Conexión entre celdas y entre filas. Las conexiones hechas entre filas de celdas o en los terminales positivo y negativo de la batería, que pueden incluir: placas terminales recubiertas de plomo, cables con plomo y conectores rígidos de cobre recubiertos de plomo y para celdas de níquel cadmio, conexiones entre celdas de cobre recubierto de níquel.

Corriente de falla esperada. El más alto valor de la corriente de falla que se puede presentar en un punto en un circuito. Esta es la corriente que puede fluir en evento de un corto circuito de impedancia cero y si ningún dispositivo de protección opera.

Conjunto escalonado. Recipientes colocados en filas y las filas se colocan en diferentes niveles para formar una disposición escalonada.

Cuarto de baterías. Un cuarto específicamente destinado a la instalación de baterías que no tienen otro encerramiento de protección.

Cubierta de seguridad del conector entre celdas. Cubierta aislada para cubrir los terminales y los conectores entre celdas de contacto inadvertido por el personal, o corto circuito accidental.

Densidad del electrolito. Densidad del electrolito. La densidad se mide en kilogramos por metro cúbico a una temperatura específica (densidad del agua pura = kilogramos por metro cúbico a 4° Celsius)

NOTA: La densidad de un electrolito se indica inicialmente por su gravedad específica. La gravedad específica es el cociente entre la densidad del electrolito y la densidad del agua pura.
S.G. = (Densidad del electrolito en kilogramos por metro cúbico)/1000.

Descarga. Una operación durante la cual una batería entrega corriente a un circuito externo mediante la conversión de energía química a energía eléctrica.

Electrolito. Una solución salina sólida, líquida, o acuosa, que permite la conducción iónica entre los electrodos positivo y negativo de una celda.

Encerramiento de la batería. Un encerramiento que contiene baterías, que es adecuado para uso en un área que no sea un cuarto de baterías o en un área restringida a personal autorizado.

Gasificación. La formación de gas producido por el electrolito.

Poste terminal. La parte provista para la conexión de una celda o batería a los conductores externos.

Personas autorizadas. Un sistema electroquímico capaz de almacenar en forma química la energía eléctrica recibida y la cual puede devolver por reconversión.

Rata. La corriente expresada en amperios a la cual se descarga la batería.

Recipiente. Un recipiente para las placas y el electrolito de una celda de material insensible al ataque del electrolito.

Superposición. Cuando las filas de recipientes se colocan sobre recipientes de la misma u otra batería.

Tapa de ventilación. La parte que cierra el hueco de llenado, el cual también se emplea para permitir el escape de gas.

Tapa de ventilación que elimina llama. Diseño de tapa de ventilación que provee protección contra explosión interna cuando la celda o la batería está expuesta a llama directa o a chispa externa.

Tensión nominal. Un aproximado valor de la tensión para identificar el tipo de batería.

VRLA. Batería de acumuladores de ácido plomo regulada por válvula.

320.3 Conexiones de la batería.

(A) Método de conexión.

NLM No. 1: Normalmente las baterías consisten en un número de celdas idénticas conectadas en serie. La tensión de una conexión de celdas en serie es la tensión de una sola celda multiplicada por el número de celdas. Si están disponibles celdas de capacidad suficientemente grande, entonces dos o más grupos conectados en serie de igual número de celdas pueden conectarse en paralelo para lograr la capacidad nominal deseada. La capacidad nominal de esa batería es la suma de las capacidades del un grupo de celdas que comprenden una celda de cada una de las ramas paralelas.

NLM No.2: No se deben conectar en serie celdas de diferente capacidad.

NLM No.3: Se debe limitar la conexión de baterías en paralelo a 4.

NLM No.4: Para aplicaciones de carga de corriente constante no se recomienda la conexión de baterías en paralelo.

NLM No.5: Las celdas conectadas en serie tienen altas tensiones que pueden producir peligro de choque.

(B) Corriente de corto circuito de batería. Se deberá consultar al fabricante de la batería para dimensionar la protección contra corto circuito de la batería.

Excepción: Si el fabricante no dispone de la información relacionada con la protección de corto circuito de la batería, el nivel de falla esperado en los terminales de la batería se considerara veinte veces la capacidad nominal de la batería al grado de 3 horas.

NLM: Corriente de corto circuito de la batería = (Tensión de la batería) / (Resistencia interna) .

(C) Conexión entre la batería y el equipo de conmutación de c. c.

(1) General. Cualquier: cable, barraje o barraje blindado, que forme parte de la conexión entre el terminal de la batería y el equipo de conmutación de c. c. debe tener un valor nominal para soportar la corriente de corto circuito esperada.

NLM: La corriente de corto circuito disponible se debe asumir para un periodo de tiempo mínimo de 1 segundo.

Los barrajes y los cables, exteriores, deben ser:

(1) Aislados de los terminales de la batería hasta una altura de 12 ft 4 in. (3.75 m), o hasta el techo del cuarto de baterías, el que sea menor.

(2) Estar claramente identificado y separado de cualesquiera otros circuitos de suministro.

(2) Cable. Los cables se deberán engrapar de manera efectiva y se deberán suministrar suficientes apoyos a lo largo de toda la longitud de los cables para minimizar las holguras y evitar que el cable se someta a esfuerzos indebidos.

(3) Barrajes.

NLM: Los barrajes deben estar aislados en toda su longitud por medio de un material aislante que no se afecte por los vapores ácidos que están presentes en el cuarto de baterías. La estructura de acero que soporta el sistema de barraje debe estar instalado de tal manera que no restrinja el acceso a la batería con el propósito de mantenimiento.

(4) Barras blindadas.

NLM: Las barras blindadas deberán estar completamente encerradas, y deben tener la capacidad de soportar los altos niveles de corriente de falla sin peligro.

(D) Equipo de conmutación de c.c. El equipo de conmutación deberá cumplir con el Código Eléctrico Nacional.

(E) Terminales y conectores. Las conexiones entre celdas y terminales de batería se deben construir de materiales, o intrínsecamente resistentes a la corrosión o adecuadamente protegidos por el terminado exterior contra la corrosión. Se evitará la unión de materiales que son incompatibles en una atmósfera corrosiva.

NLM No. 1: Para evitar el esfuerzo mecánico en los postes terminales de la batería, la conexión entre la batería y cualquier sistema de barraje o cable grande, se debe hacer por medio de cable flexible aislado de valor nominal adecuado.

NLM No.2: Las terminales de arranque de la batería y las conexiones del barraje se deben envolver o proteger con barreras físicas para evitar el contacto accidental.

(F) Puesta a tierra y detección de falla a tierra de sistemas de c. c. Hay cuatro tipos de sistemas de puesta a tierra de c. c., descritos como Tipo 1 a Tipo 4.

NLM: Los sistemas inmóviles de baterías no se deben poner a tierra

(1) Tipo 1. El sistema de c. c. no puesto a tierra en el cual ningún polo de la batería está conectado a tierra.

NLM: El trabajo en ese sistema se debe llevar a cabo con la batería separada del cargador de baterías. Si se coloca intencionalmente una tierra en un extremo de la batería, existe un mayor peligro de choque entre el extremo opuesto de la batería y la tierra. También, si se desarrolla otra tierra dentro del sistema (por ejemplo: mugre o ácido que toque el porta batería) crea un corto circuito que puede causar incendio. Un sistema de c. c. no-puesto a tierra se debe equipar con una alarma para indicar la presencia de una falla a tierra.

(2) Tipo 2. El sistema de c. c. sólidamente puesto a tierra, donde el polo positivo o el negativo de la batería están conectados directamente a tierra.

(3) Tipo 3. El sistema de c. c. puesto a tierra mediante resistencia, cuando la batería se conecta a tierra por medio de una resistencia.

NLM: La resistencia se utiliza para permitir la operación de un relé de corriente, el cual a su vez inicia una alarma.

(4) Tipo 4. Una tierra sólida derivada, en el punto central o en otro punto para satisfacer el sistema de carga.

(G) Protección de circuitos de c. c. Los circuitos de c. c. se deben proteger de acuerdo con el Código Eléctrico Nacional.

(H) Alarmas.

(1) Condiciones anormales de batería. Se deben proveer alarmas para advertencia anticipada de las siguientes condiciones anormales de la operación de batería:

(1) Para baterías ventiladas:

- a. Sobretensión
- b. Subtensión
- c. Sobrecorriente
- d. Falla a Tierra

(2) Para baterías VRLA, los ítems (1)(a) hasta (1)(d) más sobre temperatura, como es medida en la celda piloto

(2) Señal de alarma. El sistema de alarmas debe producir una alarma audible y una indicación visual en el lugar de la batería, y cuando sea aplicable, en un punto de control remoto atendido.

320.4 Instalaciones de baterías. Las instalaciones que utilizan baterías secundarias varían considerablemente en tamaño, desde: grandes sistemas de suministro de potencia ininterrumpibles, sistemas de telecomunicaciones e instalaciones de nivelación de carga demandada, hasta pequeñas instalaciones de iluminación de emergencia. Baterías secundarias permanentemente instaladas dentro o sobre: Edificios, estructuras o predios, que tienen una tensión nominal superior a 24 voltios y una capacidad que excede 10 amperios-hora al grado de 1 hora, se deberán instalar en un cuarto de baterías o encerramiento de baterías.

(A) Localización. Las baterías se deberán instalar en uno cualquiera de los siguientes:

(1) Cuartos de baterías dedicados

(2) Un área accesible solo a personas autorizadas

(3) En encerramiento con puertas que puedan mantenerse cerradas con candado, o un alojamiento adecuado que pueda ser cerrado con llave y que dé protección contra contacto eléctrico y daño a la batería.

(B) Organización de las celdas. El espacio entre recipientes adyacentes debe ser mínimo de 12.5 m m (1/2 in.) y cumplir con los siguientes requerimientos:

(1) Todas las celdas deberán ser fácilmente accesibles para examinar: el nivel del electrolito, rellenado, limpieza o remoción, como sea pertinente.

(2) Cada celda será fácilmente accesible sin tener que pasar por encima de otras celdas o alternativamente todas las superficies energizadas expuestas debe cubrirse.

(C) Ventilación para las baterías del tipo ventilado.

(1) Instalación. Las baterías se deberán localizar en cuartos o encerramientos con ventilación al exterior o en cuartos bien ventilados, organizadas de tal manera que se impida: el escape de vapores, gases o el rocío de electrolito en otras áreas.

(2) Ventilación. La ventilación se deberá proveer de tal manera que se impida que el gas hidrógeno liberado exceda 1 por ciento en concentración.

(a) Adecuada. La ventilación del cuarto deberá ser adecuada para asegurar que no ocurran bolsas de gas hidrógeno atrapado, particularmente en el cielo raso para impedir la acumulación de una mezcla explosiva.

(b) Consideración de Equipos. El aire expulsado no debe pasar sobre equipo eléctrico a menos que el equipo se encuentre listado para el uso.

(c) Localización de Entradas. Las entradas no deberán ser más altas que la parte superior de las celdas de las baterías y las salidas en el nivel más alto del cuarto.

NLM: La rata de ventilación se debe basar en la máxima rata de evolución del hidrógeno para las baterías aplicables. La máxima rata de evolución del hidrógeno para baterías de antimonio de plomo se considerará como 0.000440 m³/min. (0.000269 ft³ /min.) por amperio de carga por celda a 25°C (77°F), con la máxima corriente de carga disponible del cargador de baterías aplicado a una batería completamente cargada. La máxima rata de evolución del hidrógeno para otros tipos de baterías (p.e., plomo calcio y níquel cadmio) se deben obtener de la condición cuando la máxima corriente de carga disponible del cargador de baterías se aplica a una batería completamente cargada.

(3) Ventilación mecánica. Cuando se encuentra instalada ventilación mecánica, las siguientes deben ser requeridas:

(1) Se deben instalar sensores de flujo de aire para iniciar una alarma si el ventilador deja de operar.

(2) El equipo de control para el expulsor del ventilador debe estar localizado a más de 6 ft (1800 mm) de la batería y un mínimo de 4 in. (100 mm) por debajo del punto más bajo de la más alta abertura de ventilación.

(3) Cuando se utilice ventilación mecánica en un cuarto de baterías dedicado, todos los expulsores de aire deberán descargar fuera del edificio.

(4) Los ventiladores utilizados para remover el aire de un cuarto de baterías no deberá localizarse en el ducto a menos que el ventilador esté listado para el uso.

(D) Ventilación para tipo VRLA.

(1) Requisitos de ventilación. La ventilación se dará de tal manera que impida que el hidrógeno exceda 1 por ciento de concentración.

(a) Adecuada. La ventilación del cuarto será adecuada para asegurar que las bolsas de hidrógeno atrapado no se presenten, particularmente en el cielo raso, para impedir la acumulación de una mezcla explosiva.

(b) Expulsión. El aire expulsado no deberá pasar sobre los equipos eléctricos a menos que estén listados para usarlos con este propósito.

(c) Entradas. Las entradas no deberán estar a una altura superior a las partes más altas de las celdas de las baterías, y las salidas deberán estar en el nivel más alto del cuarto.

(2) Ventilación mecánica. Cuando se encuentre instalada ventilación mecánica, se exigirá lo siguiente:

(1) Se deberán instalar sensores de flujo de aire para arrancar una alarma si la ventilación deja de funcionar.

(2) El equipo de control para el ventilador de expulsión se deberá localizar a más de 6 pies (1800 mm) de la batería y a mínimo 4 pulgadas (100 mm) por debajo de la parte más baja de la abertura de ventilación más alta.

(3) Cuando en un cuarto de baterías dedicado, se utilice ventilación mecánica, todo el aire expulsado se debe descargar fuera del edificio.

(4) Los ventiladores, utilizados para remover el aire del cuarto de baterías, no se deben localizar en el ducto a menos que el ventilador esté listado para utilizarse de esta manera.

(3) Requisitos de temperatura. Se deberá proveer ventilación para mantener la temperatura de diseño para evitar el choque térmico que pueda causar el derretimiento de la celda, que conduzca aun incendio o explosión

(E) Ventilación para tipo electrolítico sellado.

(1) Requisitos de temperatura. Se deberá proveer ventilación para mantener la temperatura de diseño, para evitar el choque térmico que pueda causar que la celda se derrita, haciendo que se produzca incendio o explosión.

(2) Ventilación mecánica. Cuando se encuentre instalada ventilación mecánica, se deberán instalar sensores de flujo de aire que arranquen la alarma, si la ventilación deja de funcionar.

320.5 Requisitos del cuarto de baterías

(A) General. El cuarto de baterías deberá ser accesible sólo a personas autorizadas y deberá estar con candado cuando esté desocupado.

(1) Cuartos de baterías o áreas restringidas a personal autorizado.

(a) Puertas. Las puertas del cuarto de baterías y del encerramiento deben abrir hacia fuera. Las puertas deberán estar equipadas con elementos de liberación rápida y de apertura rápida.

(b) Localización. El cuarto de baterías se deberá localizar de tal manera que no se obstruya el acceso a las baterías. El equipo de conmutación de c. c., máquinas rotatorias, otros ventiladores de expulsión y otros equipos, que no formen parte directa de la batería y de la instalación de carga, deberán estar fuera del cuarto de baterías. Alternativamente, el equipo de conmutación deberá estar aparte de la batería por medio de un tabique de altura mínima de 6 pies 6 pulgadas (2 m) y de suficiente longitud para evitar el contacto accidental con superficies energizadas.

(c) Tuberías extrañas. Tuberías extrañas no deberán pasar a través del cuarto de baterías.

(d) Pasadizos. Los pasadizos deberán tener el ancho suficiente para permitir el reemplazo de todos los equipos del cuarto de baterías.

(e) Salidas de emergencia. Se deberán proveer salidas de emergencia de acuerdo a como se requiera.

(f) Acceso. Se deberá proveer acceso y entrada al espacio de trabajo alrededor de la batería, de acuerdo a como se exige en 400.15

NLM: Deben hacerse provisiones para incluir el personal de servicios de emergencia y su equipamiento.

(2) Encerramientos de baterías. Todas las celdas deberán ser fácilmente accesibles para examinar: el nivel del electrolito, rellenado, limpieza, y remoción.

(3) Carga del piso del cuarto de baterías. La carga del piso deberá tener en cuenta la actividad sísmica.

(4) Construcción y terminado del piso del cuarto de baterías. Cuando no es práctico construir el piso con pendiente, se instalarán adecuadas bandejas de goteo o sumideros para restringir que se extienda el electrolito derramado.

NLM No.1: El piso del cuarto de baterías deberá construirse con concreto. El piso deberá tener una pendiente tal que cualquier derramamiento de electrolito drene a un área donde el electrolito se neutralice antes de desecharlo (se deberá consultar al fabricante de la batería sobre el desnivel apropiado con el objeto de reducir los problemas de alineamiento de las conexiones).

NLM No.2: Se deberá cubrir el piso con una superficie general: resistente al electrolito, durable, antiestática y resistente al deslizamiento, hasta una altura de 4 pulgadas (100 mm) en cada pared. Cuando las baterías estén montadas contra la pared, la pared detrás y en cada extremo de la batería deberá tener un recubrimiento hasta una distancia de 20 pulgadas (500 mm) alrededor de la batería con una pintura resistente al electrolito.

(B) Bosquejo de la batería y área del piso. El bosquejo de la batería y el área del piso deberán cumplir las siguientes exigencias:

(1) Esquema de batería. La instalación se deberá designar de tal forma que, a menos que exista una barrera física, las diferencias de potencial que excedan 120 voltios, deberán estar separadas por una distancia no menor de 36 pulgadas (900 mm) medidos en línea recta en cualquier dirección.

(2) Área del piso. El área del piso deberá permitir las siguientes distancias de seguridad:

(a) Ancho de pasadizo. El mínimo ancho del pasadizo le será 36 pulgadas (900 mm) .

(b) Batería de una sola fila. Además del mínimo ancho de pasadizo, deberá existir una distancia de seguridad de mínimo 1 pulgada (25 mm) entre una celda y cualquier pared o estructura en el lado que no requiere acceso para mantenimiento. Esto no prohíbe que las bases de las baterías toquen paredes o estructuras adyacentes, dado que la bandeja de las baterías tiene un espacio de aire libre no inferior al 90 por ciento de su longitud.

(c) Baterías de doble fila. El ancho mínimo de pasadizo se deberá mantener en un extremo y ambos lados de la batería. El otro extremo deberá tener una mínima distancia de seguridad de 4 pulgadas (100 mm) entre cualquier pared o estructura y la celda.

(d) Baterías superpuestas. Las baterías superpuestas deberán cumplir con los requisitos anteriores (a), (b) y (c). Además deberá existir una mínima distancia de seguridad de 12 pulgadas (300 mm) entre el punto más alto de la batería localizado en el grupo inferior y el punto más bajo del lado de abajo de los adaptadores superiores.

(e) Cuando un cargador u otro equipo eléctrico asociado está localizado en el cuarto de baterías, el ancho del pasadizo entre cualquier batería y cualquier parte del equipo de carga de la batería (incluyendo las puertas cuando estén completamente abiertas) deberá ser por lo menos de 36 pulgadas (900 mm).

(C) Terminales de salida de la batería y barrajes y cables que salen.

(1) Terminales de salida de la batería. Los barrajes y los cables que salen deberán ser:

(1) Aislados de los terminales de la batería hasta una altura de 12 pies 4 pulgadas (3.75 m), o hasta el cielo raso del cuarto de baterías, el que sea menor.

(2) Claramente identificado y apartado de cualesquiera otros circuitos de alimentación.

(2) Barrajes y cables que salen. Los terminales de salida de la batería y las conexiones de los barrajes deberán estar de una de las siguientes maneras:

(1) Cubiertos

(2) Protegidos por barreras físicas para evitar el contacto accidental

(D) Conexiones entre conjuntos y entre filas. Los terminales de la batería, y las interconexiones entre barrajes y cables entre filas deberán estar de una de las siguientes maneras:

(1) Cubiertos

(2) Protegidos por barreras aisladas para evitar el r contacto accidental.

(E) Barreras. Para evitar el contacto accidental con conexiones entre celdas, se deberán instalar las siguientes barreras aislantes:

(1) Baterías de doble fila. Se deberán instalar barreras entre baterías de doble fila a lo largo de toda la batería hasta 4 pulgadas (100 mm) más allá del último terminal, a menos que esos terminales estén envueltos. La barrera se debe extender verticalmente mínimo 16 pulgadas (400 mm) por encima de la parte expuesta de las conexiones entre celdas y un mínimo de 1 pulgada (25 mm) por debajo de la parte superior del recipiente de la batería.

(2) Baterías con tensión mayor de 120 voltios. Cuando la tensión nominal de la batería supere 120 voltios, se deberán instalar barreras de ínter bloqueo para organizar la batería en secciones con tensión no superior a 120 voltios. Las barreras se deberán prolongar mínimo 2 pulgadas (50 mm) más allá del lado expuesto de la batería y un mínimo de 16 pulgadas (400 mm) por encima de la parte superior del recipiente.

(F) Iluminación.

(1) Iluminación del cuarto de baterías. La iluminación del cuarto de baterías se deberá instalar para dar un nivel mínimo de iluminación de 30 pies candela (300 luxes).

(2) Iluminación de emergencia. Se deberá proveer iluminación de emergencia para salir con seguridad del cuarto de baterías.

(G) Localización de luminarias y controles. Las luminarias no se deberán instalar directamente por encima de las celdas o de las partes energizadas expuestas. Los controles para las luminarias deberán ser fácilmente accesibles.

(H) Energía eléctrica. Se deberán instalar salidas de propósito general para el mantenimiento de la batería.

(I) Localización de salidas de propósito general. Se deberán instalar salidas de propósito general máximo a 6 pies (1800 mm) de las baterías y a mínimo 4 pulgadas (100 mm) por debajo del punto más bajo de la abertura de ventilación más alta.

320.6 Requisitos de los encerramientos de las baterías.

(A) Construcción del encerramiento.

(1) General. Cuando los encerramientos están diseñados para acomodar: la batería, el cargador de baterías y otros equipos, se deberán proveer compartimientos separados para cada uno.

(2) Ventilación. Las aberturas de ventilación para los compartimientos se deben espaciar tan lejos como se pueda.

(B) Terminales de salida de la batería y barrajes y cables salientes. Los barrajes y los cables salientes deberán estar completamente aislados y los terminales de salida de la batería deberán cumplir una de las dos siguientes condiciones:

(1) Completamente envueltos

(2) Tener barreras físicas instaladas entre ellas

(C) Circuitos de compartimiento de baterías. Sólo se deberán instalar circuitos asociados con la batería dentro del encerramiento del compartimiento de la batería.

320.7 Protección.

(A) General

(1) Marcado. Cuando la capacidad de la batería exceda 100 amperios hora o cuando la tensión nominal de batería exceda 50 voltios, se deben fijar adecuados avisos de advertencia indicando la tensión de la batería y la corriente a de corto circuito esperada de la instalación.

(2) Protección contra sobre corriente. Cada conductor de salida se deberá proteger independientemente por medio de fusible o un interruptor automático localizado tan cerca, como sea posible, de los terminales de la batería.

(3) Equipo de protección. El equipo de protección no se deberá localizar en el encerramiento del compartimiento de la batería.

(B) Equipo de conmutación y control. El equipo de conmutación y control deberá cumplir con el NEC y deberá estar listado para la aplicación.

(C) Protección contra falla a tierra. Para una batería no puesta a tierra de una tensión nominal superior a 120 voltios, se deberá proveer un detector de falla a tierra para arrancar la alarma de falla a tierra.

(D) Seccionador principal de aislamiento. La instalación de las baterías deberá tener un seccionador de accionamiento, tan cerca como sea posible de los terminales principales de la batería. Cuando se encuentra instalado un sistema de barras blindadas, el seccionador de aislamiento puede incorporarse en el extremo final de las barras blindadas.

(E) Equipo de independización de secciones. Cuando la sección de la batería tienen una tensión superior a 120 voltios, la instalación deberá incluir: un seccionador de aislamiento, clavijas o enlaces, de acuerdo como se exija, para independizar las secciones de la batería o parte de la batería para mantenimiento.

(F) Señales de advertencia. Las siguientes señales se deben fijar en lugares apropiados:

- (1) Señales de advertencia de peligros eléctricos que indiquen un peligro eléctrico debido a la tensión de la batería y el peligro de arco debido a las corrientes de corto circuitos esperadas
- (2) Señales de advertencia de peligros químicos que indiquen el peligro de explosiones de hidrógeno causados por llama y humo y el peligro de quemaduras químicas causadas por el electrolito.
- (3) Advertencia al personal para que use y vista equipo y ropa de protección
- (4) Advertencia de prohibición de acceso a personal no autorizado

320.8 Equipo de protección personal. El siguiente equipo de protección deberá estar disponible para los empleados que desempeñan el mantenimiento de las baterías:

- (1) Protector de ojos y caretas
- (2) Guantes resistentes a los químicos
- (3) Delantales de protección
- (4) Zapatones de protección
- (5) Servicio de agua, portátil o fijo, para el enjuague de los ojos y la piel, en caso de derrame de electrolito

320.9 Herramientas y equipo. Las herramientas y equipos para trabajar en baterías deberán ser:

- (1) Tipo no productor de chispas.
- (2) Equipado con mangos aislados listados como para la máxima tensión de trabajo

ARTICULO 330

Prácticas seguras de trabajos relacionados con el uso de láser

330.1 Alcance. Las exigencias de este artículo se deberán aplicar al uso de láser en el laboratorio y en el taller.

330.2 Definiciones. Para el propósito de este capítulo, los siguientes términos tendrán los significados indicados a continuación:

Falla segura. La consideración de diseño en la que una falla de un componente no aumenta el peligro. En el modo de falla, el sistema queda no operable o no peligroso.

Bloqueo de seguridad de falla segura. Un bloqueo el cual en el modo de falla no elimina el propósito del bloqueo, por ejemplo, un bloqueo que se lleva positivamente a la posición abierto (OFF), tan pronto como la cubierta con bisagras comienza a abrir o antes de que se retire la cubierta desprendible y la cual se sostiene de manera positiva en posición abierto (OFF), hasta que la cubierta con bisagras se cierra, o la cubierta desprendible esté con candado en la posición cerrado.

Láser. Cualquier dispositivo que se puede fabricar para producir o amplificar la radiación electromagnética, en el rango de longitud de onda de 100 nm a 1 mm, principalmente mediante el proceso de emisión estimulada controlada.

Área controlada por Láser. El área del recinto y la actividad de aquellos quienes están dentro, están sujetas a control y supervisión con el propósito de protección contra los peligros de la radiación.

Fuente de energía Láser. Cualquier dispositivo destinado para utilizarse junto con un láser para suministrar energía para la excitación de: electrones, iones, o moléculas. Fuentes generales de energía tales como: acometidas o baterías de alimentación eléctrica no se deberán considerar que constituyen fuentes de energía láser.

Área de peligro Láser. El área dentro de la cual la irradiación o exposición radiante del rayo excede la máxima exposición permisible (MPE) apropiada de la cornea, incluyendo la posibilidad de la desviación accidental del rayo.

Sistema de transmisión de Láser por fibra óptica. Un sistema que consiste en uno o más transmisores de láser y el cable de fibra óptica asociado.

Producto láser. Cualquier producto o conjunto de componentes que: constituyen, incorporan o tienen el propósito de incorporar un láser o un sistema de láser.

Radiación láser. Toda la radiación electromagnética emitida por un producto láser entre 100 nm y 1 mm que se produce como el resultado de una emisión estimulada controlada. .

Sistema láser. Un láser en combinación con una apropiada fuente de energía láser con o sin componentes adicionales incorporados.

330.3 Entrenamiento en seguridad.

(A) Personal que debe ser entrenado. Los empleadores deberán entrenar a todo el personal de operación y mantenimiento.

(B) Alcance del entrenamiento. El entrenamiento deberá incluir, pero no está limitado a lo siguiente:

- (1) Familiarización con los fundamentos de: operación de láser, tipos de láser y emisiones de láser
- (2) Seguridad láser, que incluya:
 - a. Procedimientos de operación del sistema
 - b. Procedimientos de control de peligros
 - c. La necesidad de protección personal
 - d. Procedimientos de reporte de accidentes
 - e. Efectos biológicos del láser sobre los ojos y la piel
 - f. Peligros eléctricos y otros asociados con equipo láser, incluyendo:

- i. Altas tensiones [> 1 kV] y energía almacenada en los bancos de condensadores
- ii. Componentes de circuitos, tales como tubos electrónicos, con tensiones anódicas superiores a 5 kV emisores de rayos X
- iii. Explosiones de bancos de condensadores
- iv. Producción de radiación ionizante
- v. Envenenamiento con líquidos solventes, de teñir o medios láser
- vi. Altos niveles de intensidad de sonido originado por pulsos láser

(C) Prueba de calificación. La prueba de calificación del operador del equipo láser deberá estar disponible y en poder del operador en todo momento.

330.4 Salvaguardia de los empleados en el área de operación de láser.

(A) Protección de los ojos. A los empleados se les deberá proveer con protección de ojos de acuerdo a como lo requieran las disposiciones federales.

(B) Señales de advertencia. Las señales de advertencia se deben fijar a la entrada de las áreas o encerramientos de protección que contienen productos láser.

(C) Control maestro. Equipo láser de alta potencia incluirá un control maestro operado con llave.

(D) Equipo láser de alta potencia deberá incluir una advertencia audible y visible de falla segura de emisión de radiación láser cuando se enciende o si los bancos de condensadores están cargados..

(E) Se deberán utilizar obturadores o tapas de rayos, o se debe apagar el láser, cuando la transmisión de láser no se requiera. El láser se deberá apagar cuando esté desatendido durante 30 minutos o más.

(F) Los rayos láser no se deben apuntar a los empleados.

(G) El equipo láser deberá tener una etiqueta que indique su máxima salida.

(H) Equipo de protección personal se deberá proveer para los usuarios y operadores de equipo láser de alta potencia.

330.5 Responsabilidad del empleado. Los empleados serán responsables de:

- (1) Obtener autorización para usar el láser -
- (2) Obtener autorización de estar en un área de operación de láser
- (3) Cumplir normas de seguridad
- (4) Informar al empleador sobre fallas de equipos láser y accidentes

ARTICULO 340

Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad: equipo electrónico de potencia

340.1 Alcance. Este capítulo trata las prácticas de seguridad relacionadas con el trabajo alrededor de equipo electrónico de potencia, incluyendo:

- (1) Equipo de soldadura de arco eléctrico
- (2) Torres y antenas de: radio de alta potencia, radar, y televisión.

- (3) Dieléctricos industriales y calentadores de inducción RF
- (4) Dispositivos diatérmicos de onda corta y radio frecuencia
- (5) Equipos de proceso que incluye rectificadores inversores, tales como:
 - a. Accionadores de motores
 - b. Sistemas ininterrumpibles de suministro de energía eléctrica
 - c. Controladores de iluminación

340.2 Definición. Para el propósito de este artículo, se aplicará la siguiente definición.

Trabajador en radiación. Una persona que tiene que trabajar en campos electromagnéticos, cuyos niveles de radiación exceden los especificados para exposición no ocupacional.

340.3 Aplicación. Este artículo está para guiar al personal de seguridad en la preparación de específicas prácticas de seguridad relacionadas con el trabajo dentro de sus industrias.

340.4 Normas de referencia. Las siguientes son normas de referencia para utilizar en la preparación de la guía específica a los empleados: ..

- (1) Comisión Electrotécnica Internacional [IEC] 479 Efectos de la corriente pasando por el cuerpo humano
 - a. 479-1 Parte 1 Aspectos Generales
 - b. 479-1-1 Capitulo 1: Impedancia eléctrica del cuerpo humano
 - c. 479-1-2 Capitulo 2: Efectos de c.a. en el rango 15 Hz a 100 Hz
 - d. 479-2 Parte 2: Aspectos Especiales
 - e. 479-2-4: Capitulo 4: Efectos de c.a. con frecuencias por encima de 100 Hz
 - f. 479-2-5 Capitulo 5: Efectos de formas de ondas de especiales de corriente
 - g. 479-2-6 Capitulo 6: Efectos de corriente de corta duración unidireccional de impulsos simples

- (2) Comisión Internacional de Protección Radiológica [IRCP] :

Comisión Internacional de Protección Radiológica: Publicación de Protección 15: Protección contra radiación ionizada de fuentes externas (Protection Publication 15: Protection against ionizing radiation from external sources)

340.5 Peligros asociados con equipos electrónicos de potencia. Empleadores y empleados deberán ser conscientes de los siguientes peligros asociados con equipo electrónico de potencia.

- (1) Resultados de la corriente de frecuencia de potencia.
 - a. A 5 mA el choque es perceptible.
 - b. A 10 mA una persona puede que no sea capaz de voluntariamente liberarse del peligro.
 - c. A aproximadamente 40 mA, el choque, si dura 1 segundo o más, puede ser fatal debido a la fibrilación ventricular.

d. Un mayor aumento de la corriente produce quemaduras y paro cardíaco.

(2) Resultados de la corriente continua.

a. Una corriente de 2 mA es perceptible.

b. Una c. c. de 10 mA se considera el umbral de la corriente no soportable.

(3) Resultados de la tensión. Una tensión de 30 V rms o 60 V c. c., se considera segura, excepto cuando la piel está quebrada, la resistencia interna del cuerpo puede ser tan baja como 500 ohmios pudiéndose presentar la muerte.

(4) Resultados de contacto de corta duración.

a. Para contacto de menos de 0.1 segundos y con corrientes muy poco superiores a 0.6 mA, I puede ocurrir la fibrilación ventricular solo si el choque se presenta en la parte vulnerable del choque cardíaco.

b. Para contacto de menos de 0.1 segundos y con corrientes de varios amperios, puede presentarse fibrilación ventricular si el choque se presenta en una parte vulnerable del ciclo cardiaco.

c. Para contacto de duración mayor a 0.8 .segundos entonces corrientes solo un poco mayores que 0.5 A, pueden presentar paro cardíaco (reversible).

d. Para contacto de duración mayor a 0.8 segundos, con corriente de varios amperios, son probables quemaduras y muerte.

(5) Resultados de c. a. a frecuencias superiores a 100 Hz. El umbral de percepción aumenta: de 10 kHz a 100 kHz el umbral de percepción aumenta de 10 mA a 100 mA.

(6) Efectos de la forma de onda. El contacto con tensiones de controladores de fase corrientemente causa efectos intermedios entre los de fuentes de c. a. y c. c.

(7) Efectos de descarga capacitiva.

a. Un circuito de capacitancia de 1 microfaradio que tiene la carga de un condensador de 10 kV puede producir fibrilación ventricular.

b. Un circuito de capacitancia de 20 microfaradios que tiene la carga de un condensador de 10 kV puede ser peligroso y probablemente (puede causar fibrilación ventricular.

340.6 Peligros asociados con equipos electrónicos de potencia. Empleadores y empleados deberán ser conscientes de los peligros asociados con lo siguiente:

(1) Altas tensiones dentro de las alimentaciones de potencia

(2) Altas tensiones inducidas por energía de radio frecuencia

(3) Efectos de campos de radio frecuencia, RF, en la vecindad de antenas y líneas de transmisión que pueden introducir choques eléctricos y quemaduras.

(4) Peligros de ionización (radiación X) producida por: magnetrones, klistrones, tiratrones, tubos de rayos catódicos y dispositivos similares.

(5) Peligro de radiación RF no ionizante producida por:

- a. Equipo de radar
- b. Equipo de radio comunicaciones, incluyendo los transmisores
- c. Transmisores terrestres de satélite
- d. Equipo científico industrial y médico
- e. Calentadores de inducción RF y calentadores dieléctricos
- f. Calentadores de microondas industriales y radiadores diatérmicos

340.7 Medidas específicas para personal de seguridad.

(A) Responsabilidad del empleador. El empleador será responsable de:

- (1) Entrenamiento y supervisión apropiados, por personal propiamente calificado que incluye:
 - a. La naturaleza del peligro asociado
 - b. Estrategias para minimizar el peligro
 - c. Métodos de evitar o proteger contra el peligro
 - d. La necesidad de reportar cualquier incidente peligroso
- (2) Equipo instalado apropiadamente.
- (3) Asegurar adecuado acceso al equipo
- (4) La disponibilidad de las herramientas adecuadas para operación y mantenimiento
- (5) La identificación apropiada y el resguardo de equipo peligroso
- (6) Proveer diagramas de circuitos y otra información publicada, que estén completos y correctos a disposición del empleado antes de que el empleado comience a trabajar. Los diagramas de circuitos deberán estar marcados para indicar los componentes peligrosos.
- (7) Mantener despejadas y limpias las áreas de trabajo alrededor del equipo en el que se va a trabajar
- (8) Proveer al área de trabajo iluminación adecuada y apropiada.

(B) Responsabilidad del empleado. El empleado es responsable de:

- (1) Estar continuamente alerta y consciente de los posibles peligros
- (2) Utilizar herramientas y procedimientos apropiados para el trabajo
- (3) Informar al empleador sobre el malfuncionamiento de medidas de protección, tales como: encerramientos y esquemas de bloqueo, que estén equivocados o inoperables
- (4) Examinar todos los documentos suministrados por el empleador que sean de importancia para el trabajo, especialmente aquellos documentos que indican la localización de los componentes peligrosos
- (5) Mantener buen aseo alrededor del equipo y del espacio de trabajo
- (6) Informar cualquier incidente peligroso

Capítulo 4

Requisitos de seguridad de instalación

ARTICULO 400

Exigencias generales para las instalaciones eléctricas

I. General

400.1 Alcance.

(A) Introducción. Los requisitos contenidos en el Capítulo 4 deben estar fundamentados en las estipulaciones de NFPA 70, Código Eléctrico Nacional. Cuando se encuentren conductores y equipos eléctricos que cumplan con los requisitos de seguridad del Código Eléctrico Nacional en uso en el momento de la instalación, por entidades o agencias del gobierno con jurisdicción legal para hacer cumplir el Código Eléctrico Nacional, esta conformidad será una evidencia primaria de que tales instalaciones fueron adecuadamente diseñadas y construidas.

(B) Organización del capítulo. El Capítulo 4 de esta norma está dividido en seis artículos. Los Artículos 400, 410 y 420 se aplican de manera general. El Artículo 430 se aplica a instalación de equipos de propósito específico. Los Artículos 440 y 450 se aplican a lugares (clasificados como) peligrosos y sistemas especiales. Los Artículos 430, 440 y 450 suplementan o modifican las reglas generales y 450.5 cubre los sistemas de comunicaciones y es independiente de los otros párrafos y capítulos excepto donde se refieren específicamente. Los Artículos 400, 410 y 420 se aplican excepto como se modifica por los Artículos 430, 440 y 450 para la condición particular.

400.2 Aprobación. Los conductores y equipos, exigidos o permitidos por esta norma, serán aceptables sólo si están aprobados.

NLM: Consultar las definiciones de Aprobado, Identificado, Rotulado y Listado en el Artículo 100.

400.3 Examen, identificación, instalación y uso de los equipos.

(A) Examen. Al juzgar un equipo, se deben evaluar consideraciones como las siguientes:

(1) Conveniencia para su instalación y uso, de conformidad con lo establecido en esta norma

NLM: La conveniencia del uso de un equipo puede ser identificada mediante una descripción marcada en o suministrada con un producto, que permite identificar la conveniencia de ese producto para: un uso, medio ambiente o aplicación, específicos. La conveniencia de un equipo puede demostrarse mediante su listado o su rotulado.

(2) Su resistencia mecánica y durabilidad, incluida la calidad de la protección suministrada, para las partes diseñadas para encerrar y proteger otros equipos

(3) El espacio para alojar los bucles de los cables y para hacer las conexiones

(4) El aislamiento

(5) Los efectos de calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio

(6) Los efectos de los arcos eléctricos

(7) Su clasificación por: tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico

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

(B) Instalación y uso. Los equipos listados o etiquetados deberán instalarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones incluidas en el listado o etiquetado.

400.4 Integridad del aislamiento. Las instalaciones de alambrado, en el momento de quedar terminadas, deben estar libres de cortocircuitos y de contactos a tierra distintos de los exigidos o permitidos en conformidad con esta norma.

400.5 Capacidad nominal de interrupción. Los equipos destinados a interrumpir las corrientes de falla deben tener una capacidad nominal de interrupción suficiente para la tensión nominal del circuito y para la corriente posible en los terminales de línea del equipo. Los equipos destinados para interrumpir la corriente a otros niveles distintos del de falla, deben tener una capacidad de interrupción a la tensión nominal del circuito, suficiente para la corriente que se deba interrumpir.

400.6 Impedancia del circuito y otras características. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, la capacidad nominal de corriente de cortocircuito de los componentes y otras características del circuito que se va a proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito utilizados para eliminar la falla, lo hagan sin que se produzcan daños considerables a los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que la falla puede ocurrir entre dos o más conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que los contiene. Se debe considerar que los productos listados, aplicados de acuerdo con su listado, cumplan con los requisitos de esta sección.

400.7 Agentes corrosivos.

(A) Localización. A menos que estén identificados para ser usados en el ambiente en que van a operar, no se deben instalar conductores o equipos en lugares: húmedos, mojados o en donde puedan estar expuestos a: Gases, humos, vapores, líquidos u otros agentes, que tengan un efecto corrosivo sobre los conductores o equipos, o donde puedan estar expuestos a temperaturas excesivas.

NLM No. 1: En general, las áreas en las que se manipulan y almacenan ácidos y productos químicos alcalinos pueden presentar ambientes corrosivos, sobre todo si están mojadas o húmedas. También pueden presentarse ambientes severamente corrosivos en algunas áreas: de las plantas de conserva de carnes, de curtidos, de fabricación de adhesivos y en algunos establos; instalaciones cercanas a la costa y piscinas; en áreas donde se utilizan productos químicos para deshielo y en sótanos o recintos de almacenamiento de cueros, recubrimientos, fertilizantes, sal y productos químicos a granel.

NLM No.2: Algunos compuestos de limpieza y lubricación pueden causar deterioro severo a muchos materiales plásticos usados en aplicaciones aislantes y estructurales en equipos.

(B) Protección de equipos Tipo 1. Los equipos identificados para uso solo en "lugares secos", "Tipo 1" o "para uso interior solamente", se deben proteger contra daños permanentes causados por estar a la intemperie durante la construcción de la edificación.

400.8 Ejecución mecánica del trabajo. Los equipos eléctricos se deben instalar de manera ordenada y profesional.

(A) Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de: las cajas, canalizaciones, canales auxiliares, gabinetes, cajas de cortacircuitos, encerramientos de medidores, cajas de equipos, o contenedores, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente al de la pared del equipo. Cuando se utilicen con encerramientos no metálicos, las clavijas o placas metálicas se deberán instalar empotradas por lo menos 6 mm (1/4 in.) de la superficie exterior del encerramiento.

(B) Encerramientos por debajo de la superficie. Los conductores deben estar soportados de modo que ofrezcan un acceso fácil y seguro, a los encerramientos subterráneos o bajo la superficie, a los que deban entrar personas para su instalación y mantenimiento.

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

400.9 Montaje y enfriamiento de los equipos.

(A) Montaje. Los equipos eléctricos se deben fijar firmemente a la superficie sobre la que están montados. No se deben utilizar tacos de madera en agujeros en: mampostería, concreto, yeso o materiales similares.

(B) Enfriamiento. El equipo eléctrico que depende de la circulación natural del aire y de los principios de la convección, para el enfriamiento de las superficies expuestas, se debe instalar de modo que no se impida la circulación del aire, arriba de dichas superficies, por paredes o por equipos instalados adyacentes. Para los equipos que tienen que montarse en el suelo, se deben dejar espacios libres entre las superficies superiores y las adyacentes, para que se disipe el aire caliente que circula hacia arriba. El equipo eléctrico dotado de aberturas de ventilación, se debe instalar de modo que las paredes u otros obstáculos no impidan la libre circulación del aire a través del equipo.

400.10 Conexiones eléctricas. Debido a que los distintos metales tienen características diferentes, los dispositivos tales como: terminales a presión, conectores de empalme a presión y lengüetas soldadas, se deben identificar en cuanto al material del conductor, se deben instalar y usar apropiadamente. No se deben mezclar en un terminal o en un conector de empalme, conductores de metales distintos, cuando se produzcan contactos físicos entre ellos (como por ejemplo: cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio, y aluminio revestido de cobre) , a no ser que el dispositivo esté identificado para ese fin y esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como: soldadura, compuestos para soldar, fundentes e inhibidores, estos deben ser adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no deteriore: los conductores, la instalación o los equipos.

NLM: Muchos terminales y equipos están marcados con el par de torsión.

(A) Terminales. Debe asegurarse que la conexión de los conductores a los terminales, sea buena y completa, sin dañar los conductores y debe hacerse por medio de: conectores a presión (incluido el tipo de tornillo prisionero), lengüetas soldadas o empalmes a terminales flexibles. Para conductores No.10 ó menores se permitirá la conexión por medio de tornillos o pernos de sujeción de cables y tuercas que tengan lengüetas plegables o equivalentes. Los terminales para más de un conductor y, los terminales utilizados para conectar aluminio, se deben identificar así.

(B) Empalmes. Los conductores se deben empalmar o unir con dispositivos de empalme identificados para el uso, o con soldadura de bronce, autógena o soldado con un metal o aleación fusible. Los empalmes soldados deben primero, unirse o empalmarse de modo que queden mecánica y eléctricamente seguros sin soldadura, para luego soldarlos. Todos los empalmes, uniones y los

extremos libres de los conductores, se deben cubrir con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese propósito. Los conductores o medios de empalme, instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados para ese uso.

400.11 Protección contra relámpago. Tableros de distribución, tableros de distribución industriales y centros de control de motores que se encuentran instalados en instalaciones que no sean residenciales y que exista la posibilidad de que requieran: examen, ajuste, revisión o mantenimiento, estando energizados, deberán marcarse en campo para advertir a las personas calificadas acerca de los potenciales peligros de relámpago de arco eléctrico. La marca se deberá localizar de tal manera que sea claramente visible por las personas calificadas antes del: examen, ajuste, revisión o mantenimiento del equipo.

400.12 Partes que forman arcos eléctricos. Las partes de equipos eléctricos, que en su funcionamiento normal producen: arcos, chispas, llamas o metal fundido, se deben encerrar o separar e independizar físicamente de todo material combustible.

400.13 Marcado. En todos los equipos eléctricos se debe colocar: el nombre del fabricante, la marca comercial u otra descripción mediante la cual se pueda identificar a la empresa responsable del producto. Debe haber otras marcas que indiquen: la tensión, la capacidad de corriente, la potencia eléctrica, u otros valores nominales, tal como se especifica en otras secciones de esta norma. Las marcas deben ser suficientemente durables para que soporten las condiciones ambientales en que van a trabajar.

400.14 Identificación de los medios de desconexión.

(A) General. Cada uno de los medios de desconexión deberá marcarse de manera legible indicando su propósito a menos que este localizado y dispuesto de tal manera que su propósito sea evidente. La marca deberá ser de suficiente duración para resistir el medio ambiente en que se encuentre.

(B) Valores nominales para combinación en serie (sistema cascada). Cuando los interruptores automáticos o fusibles se encuentren aplicados de acuerdo con los valores nominales para combinación en serie (sistema cascada) marcados en el equipo por el fabricante, el (los) encerramiento(s) del equipo deberá(n) marcarse en el campo de manera legible para indicar que el (los) equipo(s) tiene instalados valor(es) nominales de combinación en serie. El valor de interrupción nominal adicional de combinación en serie se deberá marcar en el equipo de uso final, tales como tableros de control y tableros de distribución. La marca deberá ser fácilmente visible y decir lo siguiente:

ADVERTENCIA

SISTEMA CON VALORES NOMINALES DE COMBINACION EN SERIE - AMPERIOS. SE EXIGEN COMPONENTES DE REEMPLAZO IDENTIFICADOS

II. 600 Voltios, nominales, o menos

400.15 Espacios alrededor de los equipos eléctricos. Se debe proporcionar y mantener, suficiente espacio de acceso y de trabajo alrededor de todo equipo eléctrico, para permitir el funcionamiento y mantenimiento, fácil y seguro, de dicho equipo. Los encerramientos que albergan aparatos eléctricos controlados con cerradura y llave, se deben considerar accesibles a personas calificadas.

(A) Espacio de trabajo. El espacio de trabajo para equipos que operan a tensión nominal a tierra de 600 V o menos y que puedan requerir: inspección, ajuste, reparación o mantenimiento, mientras están energizados, deben cumplir con las dimensiones indicadas en 400.15(A)(1), 400.15(A) (2) y 400.15(A) (3), o las que se exijan o permitan en alguna otra parte de esta norma.

(1) Profundidad del espacio de trabajo. La profundidad del espacio de trabajo, en la dirección del acceso a las partes energizadas, no debe ser inferior a la indicada en 400.15(A)(1)(a), 400.15(A) (1)(b) o 400.15(A)(1)(c). Las distancias deben medirse desde las partes energizadas si están expuestas o desde el frente o abertura del encerramiento si se encuentran encerradas.

Tabla 400.15(A)(1) Espacios de trabajo

| Tensión a tierra nominal | Mínima distancia libre | | |
|--------------------------|------------------------|----------------|----------------|
| | Condición 1 | Condición 2 | Condición 3 |
| 0 - 150 | 900 mm (3 ft) | 900 mm (3 ft) | 900 mm (3 ft) |
| 151 - 600 | 900 mm (3 ft) | 1 m (3 ½ ft) | 1,2 m (4 ft) |

Nota: Cuando las condiciones son las siguientes:

Condición 1 – Partes energizadas expuestas en un lado y ninguna parte energizada o puesta a tierra en el otro lado del espacio de trabajo o partes energizadas expuestas a ambos lados, protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se deben considerar como partes energizadas, los cables o barrajes aislados que funcionen a menos de 300 V a tierra.

Condición 2 - Partes energizadas expuestas a un lado y partes puestas a tierra en el otro. Las paredes de: concreto, ladrillo o baldosa, se deben considerar como puestas a tierra.

Condición 3 - Partes energizadas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no resguardadas como esta previsto en la condición 1) con el operador entre ambas.

(a) Conjuntos de frente muerto. No se debe exigir espacio de trabajo en la parte posterior o en las partes laterales de conjuntos, tales como: tableros de distribución de frente muerto o centros de control de motores, en los que no haya partes intercambiables o ajustables, como fusibles o interruptores, en su parte posterior o en los laterales y donde todas las conexiones sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior o los laterales. Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir un espacio mínima de trabajo de 762 mm (30 in.) medidos horizontalmente.

(b) Baja tensión. Con permiso especial, se permitirán espacios mas pequeños, si todas las partes no aisladas están a una tensión no mayor a 30 V valor eficaz, 42 V de valor pico o 60 V c.c

(c) Edificios existentes. En los edificios existentes en los que se este reemplazando equipo eléctrico, se permitirá un espacio de trabajo, como el de la Condición 2, entre: tableros de distribución de frente muerto, paneles de distribución o centros de control de motores, situados a lo largo del pasillo y entre uno y otro, siempre que las condiciones de mantenimiento y supervisión, garanticen que se han adoptado procedimientos escritos que prohíban que se abran al mismo tiempo los equipos a ambos lados del pasillo y que exijan que la instalación sea atendida por personal calificado debidamente autorizado.

(2) Ancho del espacio de trabajo. El ancho del espacio de trabajo al frente del equipo eléctrico debe ser igual al ancho del equipo o 30 pulgadas (762 mm), el que sea mayor. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos a 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo.

(3) Altura del espacio de trabajo. El espacio de trabajo debe estar libre y debe extenderse desde el nivel del suelo o plataforma hasta la altura exigida en 400.15 (E). Dentro de los requisitos de altura de esta Sección, se debe permitir que otros equipos asociadas a las instalaciones eléctricas y localizados por arriba o por debajo de estas se extiendan máximo 6 pulgadas (153 mm) más allá del frente del equipo eléctrico.

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

(C) Acceso y entrada al espacio de trabajo.

(1) Mínimo requerido. Deberá proporcionarse al menos una entrada con suficiente área para dar acceso al espacio de trabajo de equipo eléctrico.

(2) Equipos grandes. Para equipos de 1200 amperios nominales o mas y de mas de 6 pies (1.83 m) de ancho, que contengan: dispositivos de protección contra sobrecorriente, dispositivos de maniobra o de control, debe haber una entrada de por lo menos 24 pulgada (610 mm) de ancho y de 6 1/2 pies (1.98 m) de altura, en cada extrema del espacio de trabajo. Cuando la entrada tiene puerta(s) para el personal, la(s) puerta(s) deberán abrir en la dirección de salida y deberán estar equipadas con barras de pánico, placas de presión u otros dispositivos que se encuentren normalmente cerrados con picaporte pero que abra con poca presión. Se permitirá una sola entrada al espacio exigido de trabajo cuando se cumpla alguna de las dos condiciones establecidas en 400.15(C) (2) (a) o 400.15(C) (2) (b).

(a) Salida no obstruida. Se permitirá una sola entrada al espacio de trabajo, cuando la localización permita un camino de salida continuo y sin obstrucciones.

(b) Espacio de Trabajo Extra. Se permitirá una sola entrada, cuando la profundidad del espacio de trabajo es el doble del que se exige en 400.15(A) (1). Deberá estar localizada de tal manera que la distancia desde el equipo hasta el borde mas cercano de la entrada no sea menor que la mínima distancia libre especificada en la Tabla 400.15(A) (I) para equipos que operen a esa tensión y en esa condición.

(D) Iluminación. Debe haber iluminación suficiente en todos los espacios de trabajo alrededor de: los equipos de acometida, tableros de distribución, paneles de distribución, o de los centros de control de motores instalados en interiores. No se deben exigir otros accesorios de iluminación adicional cuando el espacio de trabajo este iluminado por una fuente de luz adyacente. En los cuartos de equipos electricos, la iluminación no debe estar accionada exclusivamente por medios automáticos.

(E) Altura. La altura mínima de los espacios de trabajo alrededor de: los equipos de acometida, tableros de distribución, paneles de distribución o de los centros de control de motores deben ser de 6 1/2 pies (1.98 m). Cuando el equipo eléctrico tenga mas de 6 1/2 pies (1.98 m) de altura, la altura mínima no debe ser inferior a la altura del equipo.

(F) Espacio dedicado a los equipos. Todos los tableros de conmutación, paneles de distribución y tableros de distribución, instalados para: el control de iluminación y circuitos de potencia, paneles para carga de baterías alimentados por circuitos de iluminación o potencia y centros de control de motores, deben estar ubicados en espacios dedicados y protegidos contra daño.

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

(1) Interior. Para instalaciones interiores, el espacio dedicado debe cumplir con 400.15 (F)(1)(a) hasta 400.15(F) (1) (d).

(a) Espacio dedicado a la instalación eléctrica. El espacio igual al ancho y a la profundidad del equipo y que se extiende desde el piso hasta una altura de 6 pies (1.83 m) sobre el equipo o hasta el

techo estructural, el que sea menor, se debe dedicar a la instalación eléctrica. En esta zona no se deben ubicar: tuberías, conductos o equipos, ajenos a la instalación eléctrica.

Excepción: Se permitirán cielos rasos suspendidos con paneles dentro de una zona de 1.8 m (6ft).

(b) Sistemas Extraños. Se permitirá que el área por encima del espacio dedicado exigido en 400.15 (F) (1) contenga sistemas extraños, siempre y cuando se instale protección para evitar daños al equipo eléctrico por condensación, escapes o roturas de esos sistemas extraños.

(c) protección con aspersor. Se permitirá protección con aspersor en el espacio dedicado, si la tubería cumple con lo establecido en esta sección.

(d) Cielo raso suspendido. No se debe considerar como cielo raso estructural un cielo raso: en declive, suspendido o similar, que no añada resistencia a la estructura de la edificación.

(2) Exterior. El equipo eléctrico exterior se debe instalar en encerramientos adecuados, y debe estar protegido contra el contacto accidental de personal no autorizado, contra el tráfico vehicular, contra fugas o escapes de sistemas de tuberías. El espacio libre de trabajo debe incluir la zona descrita en 400.15(A). En esta zona no se deben colocar accesorios de tipo arquitectónico ni otros equipos.

400.16 Resguardo de partes energizadas.

(A) Partes energizadas resguardadas contra contacto accidental. A menos que en esta norma se exija o autorice otra cosa, las partes energizadas de los equipos electricos que funcionan a 50 V o más, deben estar protegidas contra contactos accidentales por medio de encerramientos aprobados o por cualquiera de los siguientes medios:

(1) Ubicadas en un cuarto, bóveda o encerramiento similar, accesible solo a personal calificado.

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

(3) Ubicándolas en: un balcón, galería o plataforma, elevados y dispuestos de tal modo que impida la entrada de personas no calificadas.

(4) Ubicándolas a una altura de 8 pies (2.44 m) o más por encima del nivel del piso u otra superficie de trabajo

(B) Prevención contra daños físicos. En lugares donde sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, los encerramientos o resguardos deben estar dispuestos de tal modo y tener una resistencia tal que evite este tipo de daños.

(C) Señales de advertencia. Las entradas a cuartos y a otros lugares resguardados, que contengan partes energizadas expuestas que operen a más de 50 voltios, se deben marcar con señales llamativas de advertencia visibles que prohíban la entrada a personal no calificado.

i.e. Mas de 600 voltios nominales

400.17 General. Los conductores y equipos usados en circuitos de mas de 600 V nominales, deben cumplir con 400.1 (A) de esta norma y con las siguientes secciones, que complementan o modifican

400.1 (A). En ningún caso se deben aplicar las disposiciones de: 400.18, 400.19, y 400.20, a equipos situados en el lado de alimentación del punto de acometida.

400.18 Encerramiento para instalaciones eléctricas.

(A) Instalaciones internas o controladas o con candado. Se deberán considerar accesibles solo a personas calificadas las instalaciones eléctricas en bóvedas, cuartos, armarios o en un área rodeada por una pared, pantalla o cerca, cuyo acceso está controlado por candado y llave u otros medios aprobados. El tipo de encerramiento utilizada en un caso dado se deberá diseñar y construir de acuerdo con la naturaleza y grado del(los) peligro(s) asociados con la instalación.

(B) Instalaciones exteriores. Para instalaciones diferentes a los equipos descritos en 400.18 (E) se deberá utilizar: una pared, un biombo o cerca para encerrar la instalación eléctrica exterior para impedir el acceso a personas no calificadas. Una cerca de no menos de 2.1 m (7 ft) de altura o una combinación de 1.8 m (6 ft) o más, de cerca de tela y 300 mm (1 ft) o más de extensión utilizando tres o más alambres de púas. La distancia desde la cerca de las partes energizadas no deberá ser menor que la dada en la Tabla 400.18 (B).

NLM: Para distancia de seguridad de conductores para específicos sistemas de tensión y típicos valores nominales de BIL, consultar ANSI C2-1997, *Código Electrico Nacional de Seguridad*.

Tabla 400.18(B) Distancia mínima desde la cerca a las partes energizadas

| Tensión nominal | distancia mínima a partes energizadas | |
|------------------|---------------------------------------|----|
| | m | ft |
| 600 – 13.799 | 3,05 | 10 |
| 13.800 – 230.000 | 4,57 | 15 |
| Mas de 230.000 v | 5,49 | 18 |

(C) Resistividad al fuego de bóvedas eléctricas. Las paredes, techos, pisos y accesos con puerta a bóvedas que contienen conductores y equipos a tensión nominal superior a 600 voltios, deberán construirse con materiales de adecuada resistencia estructural para las condiciones, con un valor de resistencia al fuego mínima de 3 horas. Los pisos de las bóvedas en contacto con la tierra deberán ser de concreto con espesor no menor de 4 in. (102 mm) y cuando la bóveda este construida con un espacio vacío u otros pisos por debajo de ella, el piso deberá tener adecuada resistencia estructural para la carga impuesta sobre ella y una mínima resistencia al fuego de 3 horas. Para el propósito de 400.18(A), no se consideraran aceptables montantes y portales de madera.

(D) Instalaciones internas

(1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores, que estén abiertas a personas no calificadas, deben estar hechas con equipos en encerramientos metálicos o deben estar encerradas en una bóveda o en una zona cuyo acceso este controlado par una cerradura. Se deben marcar con los símbolos de precaución adecuados: los equipos de maniobra en encerramientos metálicos, las subestaciones, transformadores, cajas de distribución, cajas de conexion y otros equipos similares. Las aberturas de ventilación en transformadores de tipo seco o aberturas similares en otros equipos deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños introducidos a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas.

(2) En lugares accesibles solo a personas calificadas. Las instalaciones eléctricas interiores, consideradas accesibles solo a personas calificadas solo de acuerdo con esta Sección, deben cumplir con lo establecido en 400.19.

(E) Instalaciones exteriores.

(1) En lugares accesibles a personas no calificadas. Las instalaciones eléctricas exteriores que estén al alcance de las personas no calificadas deben cumplir con 410.7.

NLM: Respecto a la distancia de seguridad a los conductores en instalaciones a mas de 600 V nominales, consultar ANSI C2-2002, Código eléctrico Nacional de Seguridad.

(2) En Lugares accesibles solo a personas calificadas. Instalaciones eléctricas exteriores que tienen partes energizadas expuestas que operan a 50 voltios o mas deberán ser accesibles solo a personas calificadas de acuerdo con 400.18(A) y deberán cumplir con 400.19.

(F) Equipos encerrados accesibles a personas no calificadas. Las aberturas de ventilación o similares en equipos, deben estar diseñadas de manera que los objetos extraños insertados a través de esas aberturas sean desviados de las partes energizadas. Si están expuestos a daños físicos debidos al tráfico de vehículos, se deben instalar resguardos adecuados. Los equipos en encerramientos metálicos y no metálicos, situados en exteriores y accesibles al público en general, deben ser diseñados de modo que los pernos o tuercas a la vista no se puedan quitar fácilmente para permitir el acceso a partes energizadas. Cuando un equipo en encerramiento metálico o no metálico sea accesible al publico en general y la parte inferior del encerramiento este a menos de 8 pies (2.44 m) por encima del suelo o nivel de la calle, la puerta o tapa abisagrada del encerramiento se debe mantener cerrada y con seguro. Las puertas y tapas de los encerramientos usados únicamente como: cajas de distribución, cajas de empalme o de unión, deben estar cerradas con llave, atornilladas o enroscadas. Se debe considerar que cumplan este requisito las tapas de cajas subterráneas que pesen mas de 100 lb (45.4 kg).

400.19 Espacio de trabajo alrededor de los equipos. Alrededor de todos los equipos electricos debe existir y se debe mantener un espacio suficiente que permita el funcionamiento y mantenimiento fácil y segura de dichos equipos. Cuando haya partes energizadas expuestas, el espacio libre mínimo de trabajo no debe ser inferior a 6 1/2 pies (1.98 m) de altura (medidos verticalmente desde el nivel del piso o plataforma) ni inferior a 3 pies (914 mm) (medidos paralelamente al equipo). La profundidad debe ser la que se exige en 400.21. En todos los casos, el espacio de trabajo debe ser suficiente para permitir como mínima una apertura a 90° de las puertas o paneles abisagrados.

400.20 Entrada y acceso al espacio de trabajo.

(A) Entrada. Para dar acceso al espacio de trabajo alrededor del equipo eléctrico, debe haber por lo menos una entrada no inferior a 24 pulgadas (610 mm) de ancho y a 6 1/ 2 pies (1.98 m) de altura. Cuando la entrada tiene puerta(s) para el personal, la(s) puerta(s) deberán abrir en la dirección de salida y deberán estar equipadas con barras de pánico, placas de presión, u otros dispositivos que se encuentren normalmente cerrados con picaporte pero que abra con poca presión.

(1) Equipos grandes. En tableros de acometidas y tableros de control que excedan 1.8m (6ft) de ancho, deberá existir una entrada en cada extremo del equipo. Se permitirá una sola entrada al espacio de trabajo exigido cuando se cumpla una de las dos condiciones en 400.20(A) (1) (a) o 400.20(A) (1) (b).

(a) Salida no obstruida. Se permitirá una sola entrada al espacio de trabajo, cuando la localización permita un camino de salida continuo y sin obstrucciones

(b) Espacio de trabajo extra. Cuando la profundidad del espacio de trabajo es el doble del exigido en 400.21, se permitirá una sola entrada. Ella se deberá localizar de tal manera que la distancia desde el equipo al borde mas cercano no sea menor que la mínima distancia libre especificada en la Tabla 400.21 para equipos que operen a esa tensión y en esa condición.

(2) Resguardo. Cuando haya partes energizadas desnudas a cualquier tensión o partes aisladas energizadas a más de 600 V nominales, con respecto a tierra, adyacentes a dichas entradas, ellas se deben resguardar adecuadamente.

(B) Acceso. Debe haber escaleras o escalones, permanentes, que permitan acceder de modo seguro al espacio de trabajo alrededor de equipos eléctricos instalados en: plataformas, balcones, entresijos o en los áticos o cuartos en terrazas.

400.21 Espacio de trabajo y resguardo.

(A) Espacio de trabajo. A menos que se permita o se exija otra cosa en esta norma, el mínimo espacio libre de trabajo en dirección del acceso a las partes energizadas de un equipo eléctrico no debe ser inferior al especificado en la Tabla 400.21. Las distancias se deben medir desde las partes energizadas, si están expuestas, o desde el frente o abertura del encerramiento, si están encerradas.

Excepción: No se debe exigir espacio de trabajo en la parte posterior de equipos tales como tableros de distribución de frente muerto o ensambles de control en lo que no hay a partes intercambiables o ajustables (como fusibles o interruptores) en su parte posterior y donde todas las conexiones sean accesibles desde lugares que no sean la parte posterior: Cuando se requiera acceso posterior para trabajar en partes no energizadas de la parte posterior del equipo encerrado, debe existir una distancia mínima de trabajo de 30 pulgadas (762 mm) medida horizontalmente.

Tabla 400.21 Profundidad mínima del espacio de trabajo en un equipo eléctrico

| Tensión a tierra nominal | Mínima distancia libre | | | | | |
|--------------------------|------------------------|----|-------------|----|-------------|----|
| | Condición 1 | | Condición 2 | | Condición 3 | |
| | m | ft | m | ft | m | ft |
| 601 – 2500 v | 0,9 | 3 | 1,2 | 4 | 1,5 | 5 |
| 2501 – 9000 v | 1,2 | 4 | 1,5 | 5 | 1,8 | 6 |
| 9001 – 25000 v | 1,5 | 5 | 1,8 | 6 | 2,8 | 9 |
| 25001 – 75 kv | 1,8 | 6 | 2,5 | 8 | 3,0 | 10 |
| Más de 75 kv | 2,5 | 8 | 3,0 | 10 | 3,7 | 12 |

Nota: En donde las condiciones son las siguientes:

Condición 1- Partes energizadas expuestas en un lado y ninguna parte energizada o puesta a tierra en el otro lado del espacio de trabajo o partes energizadas expuestas a ambos lados, resguardadas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se deben considerar como partes energizadas los cables o barrajes aislados que funcionen a menos de 300 V a tierra.

Condición 2- Partes energizadas expuestas a un lado y partes puestas a tierra en el otro. Las paredes de concreto, ladrillo o baldosa, se deben considerar como puestas a tierra.

Condición 3- Partes energizadas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no resguardadas como esta previsto en la Condición 1) con el operario entre ambas.

(B) Separación con respecto a equipos de baja tensión. Cuando haya instalados: interruptores, cortacircuitos u otros equipos, que funcionen a 600 V nominales o menos, en un cuarto o encerramiento donde haya partes energizadas expuestas o cables expuestos a más de 600 V nominales, los equipos de alta tensión se deben separar eficazmente del espacio ocupado por los equipos de baja tensión mediante: una división, cerca o enrejado, adecuados.

Excepción: Se debe permitir instalar dentro del encerramiento, cuarto o bóveda de alta tensión, interruptores u otros equipos que funcionen a 600 V nominales o menos, y que pertenezcan solo a

equipos dentro del encerramiento, cuarto o bóveda de alta tensión, si es accesible únicamente a personas calificadas.

(C) Cuartos o encerramientos cerrados con llave.

(1) General. Las entradas a todos: los edificios, cuartos o encerramientos, que contengan partes energizadas expuestas o conductores expuestos a mas de 600 V nominales, se deben mantener cerrados con llave, a menos que dichas entradas estén en todo momento bajo la supervisión de personal calificado.

(2) Señales de Advertencia. Cuando la tensión supere los 600 V nominales, debe haber señales de advertencias permanentes y bien visibles, en los que se indique lo siguiente:

PELIGRO - ALTO VOLTAJE –
MANTENGASE ALEJADO

NLM: Para mas información sobre señalamiento y etiquetado, Ver ANSI Z535. 4, Product Signs and Safety Labels.

(D) Iluminación. Se deberá proveer iluminación para todos los espacios de trabajo alrededor de equipos electricos. Las salidas de alumbrado deberán estar dispuestas de tal manera que las personas que cambien las luminarias o que hagan reparaciones al sistema de alumbrado no se pongan en peligro por las partes energizadas que operan a 50 voltios o mas o por otros equipos. Los puntos de control deberán localizarse de tal manera que las personas no tengan la posibilidad de entrar en contacto con alguna parte energizada o en movimiento del equipo cuando se enciendan las luces.

(E) Altura de partes energizadas no resguardadas. Las partes energizadas no resguardadas que se encuentren par encima del espacio de trabajo se deben mantener a una altura no inferior a la exigida en la Tabla 400.21 (E).

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

Tabla 400.21 (E) Elevación de las partes energizadas no resguardadas par encima del espacio de trabajo

| Tensión nominal entre espacios | Mínima distancia libre | |
|--------------------------------|------------------------|--------------|
| | m | ft |
| 601 – 7500 v | 2,8 | 9 |
| 7501 – 35000 v | 2,9 | 9 ½ |
| Mas de 35000 kv | 2,9 m + | 9 ½ ft + |
| | 9,5 mm/ kv | 0,37 in / kv |
| | Mas de 35 kv | Mas de 35 |

ARTICULO 410
Diseño y protección de alambrado

410.1 Uso e identificación de conductores puestos a tierra y de puesta a tierra.

(A) Identificación de conductores. El conductor utilizado como el conductor puesto a tierra debe ser identificable y distinguible de todos los demás conductores.

(B) Polaridad de las conexiones. Ningún conductor puesto a tierra se debe conectar a un terminal o borne de manera que se invierta la polaridad establecida.

410.2 Circuitos ramales.

(A) identificación de los circuitos no puestos a tierra. Cuando en una edificación exista más de un sistema de tensión nominal, cada conductor no puesto a tierra de un circuito ramal multiconductor, en donde sea accesible, se debe identificar en cuanto a su fase y sistema. El medio de identificación puede ser: un código de color, una Cinta de marcar, una etiqueta, u otros medios aprobados, que deben estar instalados en forma permanente en cada panel de distribución del circuito ramal.

(B) Tomacorrientes y conectores de cordón.

(1) Del tipo con polo a tierra. Los tomacorrientes instalados en circuitos ramales de 15 y 20 amperios, deben ser de tipo con polo a tierra. Los tomacorrientes de tipo de puesta a tierra se deben instalar solo en circuitos de la tensión y de la capacidad de corriente para las que estén destinados, a excepción de lo establecido en la Tabla 410.5 (B) (2) y la Tabla 410.5(B) (3).

Excepción: Los tomacorrientes del tipo no con polo a tierra instalados de acuerdo con 410.2 (B)(4)(c).

(2) Para poner a tierra. Los tomacorrientes y conectores de cordón que tengan contactos para puesta a tierra, deben tener esos contactos eficazmente puestos a tierra.

Excepción No.1: Los tomacorrientes montados en generadores portátiles e instalados en vehículos, de acuerdo con esta norma.

Excepción No.2: Los tomacorrientes de reemplazo, tal como lo permite 410.2 (B)(4).

(3) Métodos de puesta a tierra. Los contactos de puesta a tierra, de los tomacorrientes y de los conectores de cordón, se deben poner a tierra conectándolos mediante el conductor de puesta a tierra de equipos, del circuito que alimenta al tomacorriente o al conector del cordón. El método de alambrado del circuito ramal debe incluir o proporcionar un conductor de puesta a tierra de equipos, a los cuales se deben conectar los contactos de puesta a tierra del tomacorriente o del conector del cordón.

(4) Reemplazos. El reemplazo de los tomacorrientes de be cumplir con las condiciones 410.2 (B) (4) (a), 410.2(B) (4) (b) Y 410.2(C) que sean aplicables.

(a) Tomacorrientes Tipo Puesta a Tierra. Cuando haya instalado, un medio de puesta a tierra o un conductor de puesta a tierra, en el encerramiento del tomacorriente, se deben utilizar tomacorrientes de tipo con polo a tierra y se deben conectar al conductor de puesta a tierra.

(b) Interruptores de Circuito por Falla a Tierra. Cuando se reemplacen los tomacorrientes en salidas para las que se exige protección contra falla a tierra en cualquier sección de esta norma, los tomacorrientes nuevos deben ir protegidos con interruptores de circuito de falla a tierra.

(C) Tomacorrientes tipo no puesta a tierra. Cuando no haya medios de puesta a tierra en el encerramiento del tomacorriente, la instalación debe cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones: (1), (2) o (3):

(1) Se permitirá el reemplazo del(los) tomacorriente(s) de tipo sin polo a tierra por otro(s) tomacorriente(s) sin polo a tierra.

(2) Se permitirá el reemplazo del (los) tomacorriente(s) del tipo sin polo a tierra por tomacorriente(s) del tipo con interruptor de circuito par falla a tierra. Estos tomacorrientes

deben llevar una marca que diga "Sin puesta a tierra de equipos". No se debe conectar el conductor de puesta a tierra de equipos desde el tomacorriente del tipo con interruptor de circuito por falla a tierra hasta alguna salida alimentada desde este tomacorriente.

(3) Se permitirá el reemplazo de un tomacorriente o tomacorriente del tipo no puesto a tierra, por otro u otros del tipo con polo a tierra, cuando estén alimentados por medio de un interruptor de circuito por falla a tierra. Los tomacorrientes con polo a tierra, alimentados a través de un interruptor de circuito por falla a tierra, deben estar marcados como "Protegido por interruptor de circuito por falla a tierra" (protegido por GFCI) y "Sin puesta a tierra de equipos". No se debe conectar un conductor de puesta a tierra de equipos entre tomacorrientes de tipo con polo a tierra.

(5) Equipos conectados con cordón y clavija. La instalación de tomacorrientes del tipo con polo a tierra, no se debe usar como un requisito para que todos los equipos conectados con cordón y clavija sean del tipo con puesta a tierra.

(6) Tipos no intercambiables. Los tomacorrientes conectados a circuitos en la misma edificación y que tengan distintas: tensiones, frecuencias o tipo de corriente (c.a. o c.c.), deben estar diseñados de tal manera que las clavijas de conexión, utilizadas en esos circuitos, no sean intercambiables.

410.3 Identificación de los conductores no puestos a tierra. Cuando en una edificación exista más de un sistema de tensión nominal, cada conductor no puesto a tierra de un circuito ramal multiconductor, donde sea accesible, se debe identificar por fase y sistema. Se permitirá que estos medios de identificación sean por medio de: código de colores, cinta de identificación, etiquetas u otros medios aprobados y estarán permanentemente fijados en cada circuito ramal del panel de distribución.

410.4 Protección de las personas mediante interruptores de circuito por falla a tierra.

(A) Edificaciones diferentes de viviendas. Todos los tomacorrientes monofásicos de 125 V, 15 A y 20 A, instalados en los lugares que se especifican en (1), (2) y (3) deben ofrecer protección a las personas, mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI).

- (1) Baños
- (2) Azoteas,
- (3) Cocinas

(B) Protección de las personas contra falla a tierra. Se debe dar protección contra falla a tierra a las personas, en todas las instalaciones de alambrado temporal, para dar cumplimiento a 410A(B)(1) o 410A(B)(2). Esta sección se debe aplicar solo a instalaciones de alambrado temporal utilizadas para suministrar energía eléctrica temporal a los equipos utilizados por personas durante: construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de: edificios, estructuras, equipos o actividades similares.

(1) Salidas de tomacorrientes. Todas las salidas para tomacorrientes monofásicos de 125 V, de 15, 20 y 30 amperios, que no formen parte de la instalación permanente de una edificación o estructura y que puedan ser utilizadas por personal, deben estar protegidas mediante un interruptor de circuito por falla a tierra para la protección de personas. Si se instala(n) un(os) tomacorriente(s) o ya existe(n) como parte de la instalación permanente de la edificación o estructura, y se utilizan para salidas de fuerza provisionales, deben protegerse con un interruptor de circuito por falla a tierra. Para los propósitos de esta Sección, se permitirán juegos de cordones o dispositivos, que incorporen interruptores de circuito por falla a tierra certificados, de uso portátil, para la protección de las personas.

Excepción: Se permitirá, solo en establecimientos industriales, utilizar para todas las salidas de tomacorriente un programa seguro de conductores de puesta a tierra de equipos, tal como se especifica

en 410.4 (B)(2) siempre y cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión, aseguren la exclusiva intervención de personal calificado.

(2) Uso de otras salidas. Los tomacorrientes que no sean de monofásicos 125 V, 15, 20 y 30 amperios, deberán protegerse de acuerdo con 410.4 (B)(2)(a) o tener un programa seguro de conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 410.4(B) (2) (b).

(a) Protección GFCI. Protección de las personas con interruptor de circuito por falla a tierra.

(b) Programas seguros de puesta a tierra. Un programa seguro de conductores de puesta a tierra de equipos, que permanentemente se haga cumplir, por una o más personas encargadas de garantizar que los conductores de puesta a tierra de equipos se instalen y se les haga mantenimiento, para todos: los conjuntos de cordones, los tomacorrientes que no forman parte del alambrado permanente de la edificación o estructura, y los equipos conectados por cordón y clavija. Se deben realizar las siguientes pruebas a todos: los conjuntos de cordones, los tomacorrientes que no forman parte del alambrado permanente de la edificación o estructura, y los equipos conectados mediante cordón y clavija, a los que se les exige estar puestos a tierra.

(1) A todos los conductores de puesta a tierra de equipos, se les debe hacer la prueba de continuidad y deben ser eléctricamente continuos.

(2) A todos los tomacorrientes y clavijas de conexión, se les debe hacer la prueba de correcta fijación del conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos debe estar conectado a su terminal correspondiente.

(3) Todas las pruebas exigidas se deben realizar.

a. Antes de que se utilicen por primera vez en el sitio

b. Cuando exista evidencia de daño

c. Después de alguna reparación antes de que el equipo vuelva a ponerse en servicio

d. A intervalos que no excedan 3 meses

(4) Las pruebas, exigidas en 410.4 (B)(2)(b) se deben registrar y mantener disponibles para la autoridad con jurisdicción.

410.5 Dispositivos de salidas. Los dispositivos de salidas deben tener una capacidad nominal en amperios no inferior a la carga que se va a alimentar y deberán cumplir con 410.5 (A) Y 410.5 (B).

(A) Porta bombillas. Cuando estén conectados a un circuito ramal que tenga una capacidad nominal superior a 20 A, los porta bombillas deben ser del tipo para trabajo pesado. Un porta bombillas para servicio pesado debe tener una potencia nominal: no menor a 600 W, si es del tipo medio y no menor a 750 W si es de cualquier otro tipo.

(B) Tomacorrientes.

(1) Tomacorrientes Sencillos en Circuitos Ramales Individuales. Un tomacorriente sencillo, instalado en un circuito ramal individual, debe tener una capacidad de corriente no menor a la de dicho circuito

(2) Total Carga Conectada con Clavija y cordón. Cuando este conectado a un circuito ramal que suministra corriente a dos o más tomacorrientes o salidas, el tomacorriente no debe alimentar una carga total, conectada con cordón y clavija, que supere el máxima establecido en la Tabla 410.5 (B)(2).

(3) Valores nominales de tomacorrientes. La capacidad nominal de los tomacorrientes debe corresponder a los valores de la Tabla 410.5 (B) (3), cuando estén conectados a un circuito ramal que

alimenta dos o mas salidas o tomacorrientes, o, si es de mas de 50 A, la capacidad nominal del tomacorriente no debe ser inferior a la corriente nominal del circuito ramal.

Excepción: Se permitirá que los tomacorrientes, para uno o mas soldadores de arco, conectados con cordón y clavija, tengan una capacidad nominal de corriente no inferior a la mínima capacidad de corriente de los conductores del circuito ramal.

410.6 Conexiones con cordones. Se instalara una salida de tomacorriente, siempre que se utilicen cordones flexibles con clavijas de conexion. Cuando se permita que cordones flexibles estén permanentemente conectados, se permitirá que se omitan los tomacorrientes para esos cordones.

Tabla 410.5 (B)(2) máxima carga conectada a un tomacorriente, para artefactos conectados con cordón y clavija

| Corriente nominal del circuito (Amperios) | Capacidad nominal del tomacorriente (Amperios) | Carga máxima (amperios) |
|---|--|-------------------------|
| 15 or 20 | 15 | 12 |
| 20 | 20 | 16 |
| 30 | 30 | 24 |

Tabla 410.5(B)(3) Capacidad nominal de corriente de tomacorrientes en circuitos de diversas capacidades

| Corriente nominal del circuito (Amperios) | Capacidad nominal del tomacorriente (Amperios) |
|---|--|
| 15 | No mas de 15 |
| 20 | 15 o 20 |
| 30 | 30 |
| 40 | 40 o 50 |
| 50 | 50 |

410.7 Circuitos ramales exteriores, alimentadores y conductores de acometida, tensión nominal de 600 voltios o menos. Las secciones 410.7 (A), 410.7 (B), 410.7 (C) y 410.7 (D) se aplican a: circuitos ramales, alimentadores y conductores de acometida, instalados en exteriores como conductores a la vista.

(A) Conductores en postes. Cuando los conductores en postes, no estén instalados en perchas o abrazaderas, deben tener una separación no inferior a 1 pie (305 mm). Entre los conductores apoyados en postes debe quedar un espacio horizontal para ascenso, no inferior a lo siguiente:

- (1) Conductores de energía por debajo de conductores de comunicaciones - 30 pulgadas (762 mm)
- (2) Conductores de energía, solos o sobre conductores de comunicaciones: 300 voltios o menos- 24 pulgadas (610 mm) mas de 300 voltios - 30 pulgadas (762 mm)
- (3) Conductores de comunicaciones por debajo de los conductores de energía - Igual que los conductores de energía
- (4) Conductores de comunicaciones solos - Sin requisitos

(B) Distancias de seguridad al suelo. Los conductores a la vista, los cables multiconductores a la vista y los conductores de acometida de máxima 600 voltios nominales, deben cumplir con las siguientes mínimas distancias de seguridad:

(1) 3 m (10 ft) - sobre: el suelo terminado, aceras o cualquier plataforma o saliente desde donde se puedan alcanzar, cuando la tensión no sea superior a 150 voltios a tierra y sean accesibles solo a los peatones.

(2) 3,7 m (12 ft) - sobre: edificaciones residenciales y accesos vehiculares, y zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión no supere los 300 voltios a tierra.

(3) 4,5 m (15 ft) - para la áreas mencionadas en la clasificación de 12 pies (3.66 m), en donde la tensión supere los 300 V a tierra.

(4) 5,5 m (18 ft) - sobre: calles, callejones, avenidas o carreteras publicas, zonas de aparcamiento con trafico de camiones, accesos a lugares distintos a las edificaciones residenciales y otros lugares atravesados par vehículos, como: las zonas de cultivo, césped, bosques y huertos.

(C) Distancias de seguridad a las aberturas de edificaciones. Conductores al aire libre, cables multiconductores al aire libre, conductores de acometidas aéreas y vanos finales deberán cumplir con 410.7(C)(1), 410.7(C)(2) Y 410.7(C) (3).

(1) Distancias de seguridad a ventanas. Los conductores de acometida instalados como conductores o cables multiconductores al aire libre sin chaqueta exterior deberán tener una distancia de seguridad no menor que 900 mm (3-ft) a: las ventanas diseñadas para permanecer abiertas, puertas, porches, balcones, escaleras temporales, escaleras permanentes, escapes de incendio y lugares similares.

Excepción: Se permitirá que los conductores, que pasan por encima de la parte superior de una ventana, estén a menos de los 900 mm (3 ft) del requerimiento.

(2) Distancia de seguridad vertical. La distancia de seguridad vertical de los vanos finales sobre o dentro de 900 mm (3 ft) medidos horizontalmente de plataformas, proyecciones o superficies desde donde puedan ser alcanzados se deberá mantener de acuerdo con 410.7(B).

(3) Aberturas de Edificaciones. Los conductores aéreos de acometida no se instalaran debajo de aberturas a través de las cuales se puedan movilizar materiales, tales como aberturas en edificios de fincas y comerciales, y no se deberán instalar donde obstruyan la entrada a estas aberturas de edificaciones.

(D) Distancias de seguridad, de conductores de máxima 600 V nominales, a edificaciones, sobre los tejados.

(1) General. Los vanos aéreos de: conductores a la vista y cables multiconductores a la vista, deberán tener una distancia vertical de seguridad no menor a 2.5 m (8 ft) sobre la superficie de los tejados.

(2) Distancia de seguridad vertical. La distancia vertical de seguridad sobre el nivel del tejado, se debe mantener a lo largo de una distancia no inferior a 900 mm (3 ft) en todas direcciones desde el borde del tejado.

Excepción No.1: El área sobre La superficie de un tejado par la que pueda haber trafico de peatones o de vehículos, debe tener una distancia de seguridad vertical desde la superficie del tejado, de acuerdo con Los requisitos de distancias de seguridad de 410.7 (B).

Excepción No.2: Se permitirá una reducción, de la distancia vertical, a 900 mm (3 ft). Cuando la tensión entre conductores no sea superior a 300 V y el tejado tenga una pendiente de 100 mm (4 in.) en 300 mm (12 in.) o superior

Excepción No.3: Cuando la tensión entre conductores no supere 300 voltios, se permitirá una reducción de la distancia únicamente sobre la parte que sobresalga del tejado, a no menos de 450 mm (18 in.), si: (1) no mas de 1.8 m (6ft) de los conductores, 1.2 m (4 ft) horizontalmente, pasan sobre la parte saliente del tejado y (2) terminan: en una canalización que atraviesa el tejado o en un apoyo aprobado.

Excepción No.4: El requisito para mantener la distancia vertical de 900 mm (3 ft) del borde de un tejado no se aplicara al empalme final del conductor donde los conductores se unen al lado de un edificio.

(E) Ubicación de bombillas exteriores. Las bombillas para alumbrado exterior, deben estar situadas por debajo de todos los conductores, transformadores u otros equipos electricos de utilización energizados, a menos que

(1) Existan distancias de seguridad u otras medidas de seguridad para las operaciones de reemplazo de bombillas.

(2) El equipo este controlado por un medio de desconexión que se pueda bloquear en posición abierta.

410.8 Acometidas.

(A) Equipos de acometida - Medios de desconexión. En una edificación u otra estructura, debe haber un medio para desconectar todos los conductores de la edificación o estructura, de los conductores de entrada de la acometida.

(1) Ubicación. El medio de desconexión de la acometida debe instalarse de acuerdo con (a), (b) y (c) de esta sección.

(a) Lugares Fácilmente Accesibles. Los medios de desconexión de la acometida se deberán instalar en un lugar fácilmente accesible, fuera de la edificación o estructura o dentro de ella, lo más cerca posible del punto de entrada de los conductores de la acometida.

(b) Baños. El medio de desconexión de la acometida no se debe instalar en cuartos de baño.

(c) Control Remoto. Cuando se utilice un(os) dispositivo(s) de control remoto para accionar los medios de desconexión de la acometida, los medios de desconexión de la acometida se deberán localizar de acuerdo con 410.8(A)(1)(a).

(2) Marcado. Todos los medios de desconexión de la acometida deben llevar marcas permanentes que los identifiquen como tales.

(3) Adecuado para uso. Todos los medios de desconexión de la acometida deben ser adecuados para las condiciones reinantes.

(B) Acometidas de más de 600 V nominal.

(1) Cuartos o encerramientos con candado. Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos que operan a mas de 600 voltios nominales, deberán mantenerse con candado a menos que tales entradas estén en todo momento bajo la observación de una persona calificada.

(2) Señales de advertencia. En todos los lugares en los que personas no autorizadas puedan entrar en contacto con partes energizadas, se deben fijar avisos con las palabras:

PELIGRO - ALTO VOLTAJE –
MANTENGASE ALEJADO

NLM: Para mas información sobre señalamiento y etiquetado. Ver ANSI Z535.4, Product Signs and Safety Labels.

410.9 Protección contra sobrecorriente.

(A) 600 voltios nominales o menos.

(1) Protección de Conductores y Equipos. Los conductores y los equipos, se deben proteger contra sobrecorriente, de acuerdo con su capacidad para transportar corriente de manera segura.

(2) Conductores puestos a tierra. No se debe conectar ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente en serie con un conductor que este intencionalmente puesto a tierra, a menos que se cumpla una de las dos condiciones siguientes:

(1) El dispositivo de sobrecorriente abre todos los conductores del circuito, incluido el conductor puesto a tierra y esta diseñado de manera que ningún polo pueda operar independientemente

(2) En donde se exija para protección contra sobre carga del motor

(3) Medios de desconexión para fusibles. Se debe instalar un medio de desconexión en: el lado de la alimentación de todos los fusibles en circuitos de mas de 150 V a tierra y fusibles de cartucho en los circuitos de cualquier tensión, cuando sean accesibles a personas no calificadas, de modo que cada circuito que contiene fusibles se pueda desconectar en forma independiente de la fuente de energía eléctrica. En el lado de la alimentación del medio de desconexión de la acometida, se permitirá un dispositivo limitador de corriente sin un medio de desconexión. Se permitirá un solo medio de desconexión en el lado de la alimentación de más de un juego de fusibles, como lo permite la excepción a 420.10 (E) (2) (e), para la operación de motores en grupo y para equipos electricos fijos de calefacción de ambiente.

(4) Partes que forman arco eléctrico, o que se mueven repentinamente. Las partes que forman arco eléctrico, o que se mueven repentinamente, deben cumplir con las siguientes disposiciones (a) y (b) de esta sección.

(a) Ubicación. Los fusibles e interruptores automáticos deben estar situados o estar blindados, de manera que las personas no se quemen ni se hieran por causa de su operación.

(b) Partes que se mueven repentinamente. Se deberán resguardar o independizar las manijas o las palancas de accionamiento, de los interruptores automáticos y otras partes similares, que se pueden mover repentinamente, haciendo que las personas que se encuentran cerca tengan la probabilidad de herirse al ser golpeados por ellas.

(5) Interruptores automáticos. Los interruptores automáticos deben indicar claramente si están en posición abierta (circuito desconectado "OFF") o cerrada (circuito conectado "ON"). Cuando las palancas de los interruptores automáticos se accionen verticalmente y no de forma rotacional u horizontal, la posición de circuito cerrado ("ON") debe ser con la palanca hacia arriba.

(a) Usados como interruptores. Los interruptores automáticos usados como interruptores en circuitos de alumbrado fluorescente de 120 V y 277 V, deben estar listados y deben estar marcados con las letras SWD o HID. Los interruptores automáticos utilizados como conmutadores circuitos de iluminación de descarga de alta intensidad deberán estar listados y deberán estar marcados como HID.

(b) Aplicaciones. Se permitirá la instalación de un interruptor automático con una sola tensión nominal, por ejemplo 240 V o 480 V, en un circuito en el que la tensión nominal entre dos conductores (cualquiera) no supere la tensión nominal del interruptor automático. 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 IF - 3F, que indican dicha utilidad. Se permitirá la instalación de un interruptor automático con dos tensiones nominales, por ejemplo de 120/240V. O 480Y/277 V, en un circuito solidamente puesto a tierra en el que la tensión nominal de cualquier conductor a tierra no supere el menor de los dos valores de tensión del interruptor automático y que la tensión nominal entre dos conductores no supere la mayor tensión nominal del interruptor automático.

NLM: La aplicación apropiada de interruptores automáticos en caja moldeada en sistemas trifásicos, otros que los que sean solidamente aterrizados, particularmente en sistemas delta esquina aterrizada, consideran la capacidad de interrupción de cada polo independiente del interruptor automático.

(B) protección contra sobrecorriente a más de 600 V nominales circuitos alimentadores y ramales.

(1) Lugar y tipo de protección. Los conductores, de alimentadores y circuitos ramales, deben tener protección contra sobrecorriente en cada conductor no puesto a tierra, localizada en el punto donde el conductor recibe su alimentación o en un lugar en el circuito determinado mediante supervisión de ingeniería. Se permitirá que la protección contra sobrecorriente se provea por 410.9 (B) (1) (a) o 410.9(B) (1) (b).

(a) Reles de sobrecorriente y transformadores de corriente. Los interruptores automáticos usados para protección contra sobrecorriente en circuitos trifásicos, deben tener mínimo tres reles de sobrecorriente que operen desde tres transformadores de corriente. En circuitos trifásicos trifilares, se permitirá un rele de sobrecorriente en el circuito residual de los transformadores de corriente, para reemplazar uno de los reles de fase. Se permitirá un rele de sobrecorriente operado desde un transformador de corriente, que enlace todas las fases de un circuito trifásico trifilar, para reemplazar el rele residual y uno de los transformadores de corriente de otro conductor de fase. Si el neutro no se vuelve a poner a tierra en el lado de carga del circuito, se permitirá que el transformador de corriente enlace todos los conductores de las tres fases y el conductor de circuito puesto a tierra (neutro).

(b) Fusibles. Se debe instalar un fusible en serie con cada conductor no puesto a tierra.

(2) Dispositivos de protección. El (los) dispositivo(s) de protección debe(n) estar en capacidad de detectar e interrumpir todos los valores de corriente superiores a su ajuste de disparo o punto de fusión, que puedan ocurrir donde se encuentra ubicado.

(3) protección del conductor. Se deben coordinar: el tiempo de operación del dispositivo de protección, la corriente de cortocircuito esperada y el conductor usado, para evitar daño o temperaturas peligrosas en los conductores o en el aislamiento de los conductores en condiciones de cortocircuito.

(C) Requisitos adicionales para los alimentadores.

(1) Capacidad nominal o ajuste, de los dispositivos de sobrecorriente. La corriente nominal continua de un fusible no debe superar tres veces la capacidad de corriente de los conductores. El ajuste del elemento de retardo, del disparo de un interruptor o el ajuste de mínimo disparo de un fusible accionado electrónicamente, no debe ser superior a 6 veces la capacidad de corriente del conductor.

Para bombas contra incendios, se permitirá que los conductores estén protegidos solo contra cada circuito.

(2) Derivaciones del alimentador. Se permitirá que los conductores derivados de un alimentador estén protegidos por el dispositivo de sobrecorriente del alimentador, cuando este dispositivo también proteja el conductor derivado.

410.10 Puesta a tierra. Las secciones 410.10(A) hasta 410.10 (G) cubren los requisitos de puesta a tierra para: sistemas, circuitos y equipos

(A) Trayectoria de Puesta a Tierra. La trayectoria a tierra desde: circuitos, equipos y encerramientos, deberá ser: permanente, continua y efectiva.

(B) Conexión equipotencial general. Conexión equipotencial deberá proveerse cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir de manera segura cualquier corriente de falla que sea factible que circule.

(C) Sistemas que se deben poner a tierra. Los siguientes sistemas, que alimentan el alambrado de predios, se deben poner a tierra:

(1) Sistemas de corriente continua (c.c.) trifilares. Todos los sistemas de c. c. trifilares tendrán su conductor neutro puesto a tierra.

(2) Sistemas de c.c. bifilares. Los sistemas de c. c. bifilares, que operan en el rango de tensión superior a 50 V pero no más de 300 V se deberán poner a tierra.

Excepción No.1: Un sistema equipado con un detector de tierra y alimentando solamente equipos industriales en áreas limitadas, no se requerirá que sea puesto a tierra.

Excepción No.2: No se requiere para un sistema de c.c. derivado de un rectificador alimentado por un sistema de c. a. que cumple con 410.10(C).

Excepción No.3: Circuitos de protección contra incendios de c.c. que tienen una corriente máxima de 0.030 amperios, no se requerirá que sean puestos a tierra.

(3) Circuitos de corriente alterna (c.a.) de menos de 50 voltios. Todos los circuitos de c.a. de menos de 50 voltios deberán ponerse a tierra bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando estén alimentados por transformadores, cuando la alimentación del primario tiene una tensión superior a 150 voltios a tierra.

(2) Cuando estén alimentados por transformadores, si el sistema de alimentación del transformador no está puesto a tierra.

(3) Cuando estén instalados como conductores aéreos fuera de edificaciones.

(4) Sistemas de corriente alterna de 50 voltios a 1000 voltios. Los sistemas de corriente alterna de 50 voltios a 1,000 voltios que alimenten sistemas de alambrado de propiedades se deben poner a tierra bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Cuando el sistema se puede poner a tierra, de manera que la tensión máxima a tierra en los conductores no puestos a tierra no supere los 150 voltios.

(2) Cuando el sistema es trifásico, trifilar y conectado en estrella y el se utiliza como un conductor de circuito.

(3) Cuando el sistema es trifásico, trifilar y conectado en delta, en el cual el punto medio del devanado de una fase se usa como un conductor de circuito.

(5) Sistemas de corriente alterna de 50 voltios a 1000 voltios que no requieren ponerse a tierra. No se exigirá que se pongan a tierra los sistemas de corriente alterna de 50 voltios a 1,000 voltios, si se encuentran bajo alguna de las siguientes condiciones:

(1) Cuando el sistema se utiliza exclusivamente para alimentar equipos electricos industriales para: fusión, refinación, templado y similares

(2) Cuando el sistema es derivado independiente, y se utiliza exclusivamente para rectificadores que alimentan solamente accionamientos industriales de velocidad ajustable

(3) Cuando el sistema es derivado independiente y se alimenta por medio de un transformador que tiene una tensión primaria nominal menor de 1,000 voltios, si se presentan todas las condiciones siguientes:

a. El sistema se utiliza exclusivamente para circuito de control.

b. Las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que solo personas calificadas darán servicio a la instalación.

c. Se requiere la continuidad de la energía eléctrica para el control.

d. Se encuentran instalados detectores de tierra en el sistema de control.

(4) Sistemas con neutro puesto a tierra mediante alta impedancia, en los cuales una impedancia de puesta a tierra, normalmente una resistencia, limita la corriente de falla a tierra a un valor bajo. Se permitirán sistemas de neutro puesto a tierra mediante alta impedancia para sistemas de corriente alterna trifásicos, entre 480 voltios y 1,000 voltios, donde se cumplan todas las siguientes condiciones:

a. Las condiciones de mantenimiento y supervisión garantizan que solo personas calificadas darán servicio a la instalación.

b. Se requiere continuidad de la energía eléctrica.

c. En el sistema, se encuentran instalados detectores de tierra.

d. No hay instaladas cargas línea a neutro.

(5) Otros sistemas a los que no se les exige estar puestos a tierra de acuerdo con las exigencias de 410.10(C).

(6) Sistemas de corriente alterna de 1 kV en adelante. Los sistemas de corriente alterna que alimentan equipos móviles o portátiles se deben poner a tierra. Cuando alimenten equipos que no sean portátiles, a esos sistemas se les permitirá ponerlos a tierra.

(7) Generadores, portátiles y montados en vehículos.

(a) Generadores portátiles. Bajo las siguientes condiciones, no se exigirá que la estructura de un generador portátil este puesta a tierra, y se permitirá que sirva como el electrodo de puesta a tierra del sistema alimentado por el generador:

(1) El generador alimenta solamente equipo que se encuentra montado sobre el generador o equipos conectados mediante cordón y clavija, por medio de tomacorrientes montados sobre el generador o ambos.

(2) Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos y los terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de los tomacorrientes, se encuentran conectados equipotencialmente a la estructura del generador.

(b) Generadores montados en vehículos. Bajo las siguientes condiciones, se permitirá que la estructura de un vehículo sirva como el sistema del electrodo de puesta a tierra, para un sistema alimentado por un generador localizado sobre el vehículo:

(1) La estructura del generador se encuentra conectada equipotencialmente a la estructura del vehículo.

(2) El generador alimenta solo equipos localizados sobre el vehículo o, equipos conectados mediante cuerda y clavija a tomacorrientes montados sobre el vehículo o, tanto equipos localizados sobre el vehículo como equipos conectados mediante cordón y clavija a tomacorrientes montados sobre el vehículo o sobre el generador.

(3) Las partes metálicas de los equipos no portadoras de corriente, y, los terminales del conductor de puesta a tierra de equipos de los tomacorrientes, están conectados equipotencialmente a la estructura del generador

(4) El sistema cumple con las disposiciones de 410.10.

(c) Conexión equipotencial del neutro. El conductor neutro se debe conectar equipotencialmente a la estructura del generador, cuando el generador es un sistema derivado independiente.

(D) Conexiones de puesta a tierra.

(1) Para Sistemas Puestos a Tierra. La conexión se deberá hacer conectando equipotencialmente el conductor de puesta a tierra de equipos al conductor puesto a tierra de la acometida y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

(2) Para sistemas no puestos a tierra. La conexión se deberá hacer mediante la conexión equipotencial del conductor de puesta a tierra de equipos al conductor del electrodo de puesta a tierra.

(3) Reemplazo de tomacorrientes de puesta a tierra o extensión de circuitos ramales. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos de un tomacorriente tipo puesta a tierra o extensión de circuitos ramales se conecte a alguno de los siguientes:

(1) Cualquier punto accesible en el sistema del electrodo de puesta a tierra

(2) Cualquier punto accesible en el conductor del electrodo de puesta a tierra

(3) La barra de terminales del conductor de puesta a tierra de equipos dentro del encerramiento donde se origina el circuito ramal para el tomacorriente o circuito ramal

(4) Para sistemas puestos a tierra, el conductor puesto a tierra de la acometida dentro del encerramiento del equipo de acometida

(5) Para sistemas no puestos a tierra, la barra terminal de puesta a tierra dentro del encerramiento del equipo de acometida

(E) Puesta a tierra de encerramiento, canalización y cable de acometida.

(1) Canalizaciones y encerramientos de la acometida. Los encerramientos y las canalizaciones metálicas para los conductores y equipos de acometida deberán ser puestos a tierra.

Excepción: No se requiere poner a tierra el codo metálico que se encuentre instalado en una instalación subterránea de un tubo conduit no metálico rígido y se encuentra separado de posible contacto por una cubierta de 450 mm (18 in.) a alguna parte del codo.

(2) Encerramientos de los equipos de acometida. Los encerramientos metálicos para los equipos de acometida se deben poner a tierra.

(3) Estructuras de estufas y de secadoras de ropa. Se deben poner a tierra las estructuras de: estufas eléctricas, hornos empotrados en la pared, unidades de cocción montadas en mesón, secadoras de ropa y cajas de salida o de empalme, que forman parte del circuito de estos artefactos.

(4) Equipo asegurado en su sitio. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipos fijos en su sitio, que pueden llegar a estar energizados, se deben poner a tierra, si se presenta cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) Si están dentro de una distancia vertical de 2.5 m (8 ft) o 1.5 m (5 ft) horizontal, de la tierra o de objetos metálicos puestos a tierra y propensos a contactos con personas.

(2) Si están localizados en un lugar húmedo o mojado y no son independientes.

(3) Si están en contacto eléctrico con metal.

(4) Si están en un lugar clasificado como peligroso.

(5) Si están alimentados por una canalización con revestimiento metálico, con forro metálico o un método de alambrado con canalización metálica puesta a tierra.

(6) Si cualquier terminal del equipo opera a más de 150 voltios a tierra

Excepción No.1: Las estructuras metálicas de artefactos calentados con energía eléctrica, exentos mediante permiso especial, en cuyo caso, los bastidores se deben aislar de la tierra en forma permanente y efectiva.

Excepción No.2: Los aparatos de distribución, tales como cajas de transformadores y condensadores, montados en postes de madera (6 una altura superior a 2.5 m (8 ft) sobre el nivel del suelo o plataforma.

Excepción No.3: No se exigirá poner a tierra el equipo listado protegido por un sistema de aislamiento doble o su equivalente. Cuando se utilice ese sistema, el equipo se debe marcar de forma notoria.

Equipo conectado mediante cordón y clavija. Bajo cualquiera de las condiciones descritas desde (1) hasta (3), se deben poner a tierra las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipos conectados mediante cordón y clavija, que puedan llegar a estar energizadas.

Excepción: No se exigirá que las herramientas listadas, los artefactos listados y Los equipos listados cubiertos en (2) y (3) se pongan a tierra cuando estén protegidos por un sistema doble aislamiento o su equivalente. Los equipos con doble aislamiento se deberán marcar de manera que se distinga.

(1) En lugares (clasificados como) peligrosos (consultar Artículo 440)

(2) Cuando operan a más de 150 voltios a tierra.

Excepción No.1: Los motores resguardados no requerirán ser puestos a tierra.

Excepción No.2: No se exigirá poner a tierra las estructuras metálicas de artefactos calentados con energía eléctrica, exentas mediante permiso especial, en cuyo caso las estructuras de los artefactos están aisladas de tierra, permanente y efectivamente.

(3) Para los siguientes en lugares que no son residenciales:

a. Neveras, congeladores y acondicionadores de aire

b. Lavadoras de ropa, secadoras de ropa, lavaplatos, bombas de sumideros y equipo eléctrico de acuarios.

c. Herramientas manuales de motor, herramientas de motor no móviles y fijas y herramientas industriales livianas de motor.

d. Artefactos de motor de los tipos siguientes: Corta setos electricos, cortadoras de césped, sopladoras de nieve y quitadores de humedad.

e. Artefactos conectados con cordón y clavija utilizados en lugares húmedos o mojados, o por personas de pie en el piso o sobre pisos metalicos, o que trabajan dentro de tanques o calderas metálicos.

f. Herramientas que tengan la probabilidad de utilizarse en lugares mojados y conductivos

Excepción a (f): No se requerirá poner a tierra las herramientas y luminarias manuales portátiles factibles de ser utilizadas en lugares mojados o conductivos cuando se alimenten mediante un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra a no más de 50 voltios.

(6) Equipos no electricos. Las partes metálicas de los equipos no electricos se deben poner a tierra:

(1) Los bastidores y rieles de grúas y polipastos operados eléctricamente.

(2) Los bastidores de los ascensores no accionados eléctricamente, a los cuales están adheridos conductores electricos.

(3) Cuerdas metálicas de desplazamiento operadas manualmente o cables de ascensores electricos

NLM: Cuando una extensa parte de metal en o sobre edificios puede llegar a estar energizada y está sujeto a contacto personal, adecuada conexion equipotencial y puesta a tierra proveerán seguridad adicional.

(F) Equipo considerado efectivamente puesto a tierra. Bajo las condiciones en 410.10 (F) (1) Y 410.10(F) (2), las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos se consideraran efectivamente puestas a tierra.

(1) Equipo fijo a soportes metálico puestos a tierra. Los equipos electricos asegurados a, y en contacto eléctrico con una bandeja o estructura metálica provista para su apoyo, se deben considerar puestas a tierra de manera efectiva. La estructura metálica de un edificio no se debe utilizar como el conductor de puesta a tierra de equipos para un equipo de corriente alterna.

(2) Estructuras metálicas de carros. Estructuras metálicas de carros sostenidas por cables metálicos de polipastos fijos o tendidos sobre poleas o tambores metálicos de maquinas de ascensores puestas a tierra, también se deberán considerar que están puestas a tierra de manera efectiva.

(G) Puesta a tierra, de sistemas y circuitos de 1 kV en adelante (alta tensión).

(1) Generalidades. Cuando los sistemas de alta tensión estén puestos a tierra, deberán cumplir con todas las disposiciones aplicables de 410.10 y con 410.10 (F) (2) Y 410.10(F)(3), que suplementan y modifican las secciones que preceden.

(2) Puesta a tierra de los sistemas que alimentan equipos: portátiles o móviles. Los sistemas que alimentan equipos de alta tensión, portátiles o móviles, que no sean subestaciones instaladas con carácter temporal, deberán cumplir con 410.10 (G)(2)(a) hasta 410.10(G)(2)(e).

(a) Equipos portátiles o móviles. Los equipos de alta tensión portátiles, se deben alimentar desde un sistema que tenga su neutro puesto a tierra mediante una impedancia. Cuando se utilice un sistema de alta tensión conectado en delta, para alimentar equipos portátiles, se deberá derivar un neutro del sistema.

(b) Partes metálicas expuestas No Portadoras de Corriente. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de equipos portátiles se deberán conectar, por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos, al punto al cual esta puesta a tierra la impedancia del neutro.

(c) Corriente de falla a tierra. La tensión desarrollada entre las estructuras de equipos móviles o portátiles y tierra por el flujo de la máxima corriente de falla a tierra no deberá exceder 100 voltios.

(d) Detección e instalación de reles de falla a tierra. Se debe instalar detección y protección con reles contra falla a tierra, para desenergizar automáticamente cualquier componente del sistema de alta tensión que presente una falla a tierra. Se deberá monitorear continuamente la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos, de tal manera que se desenergice automáticamente el alimentador de alta tensión que alimenta el equipo portátil cuando se pierda la continuidad del conductor de puesta a tierra de equipos.

(e) Independización. El electrodo de puesta a tierra al cual esta conectada la impedancia del neutro del sistema del equipo portátil, se deberá independizar de y separar en el terreno, por lo menos 6 m (20 ft) de cualquier otro sistema o electrodo de puesta a tierra de equipo y no deberá existir ninguna conexión directa entre los electrodos de puesta a tierra, tales como tubería enterrada y cercas.

(3) Puesta a tierra de equipos. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente de equipos portátiles y fijos, incluyendo: sus cercas, alojamientos, encerramientos y estructuras de soporte, asociados, se deben poner a tierra.

Excepción: Cuando están separadas de la tierra, y localizadas para impedir que cualquier persona que pueda haber contacto con la tierra, tenga contacto con estas partes metálicas, cuando el equipo esté energizado.

ARTICULO 420

Métodos de alambrado, componentes y equipos para uso general

420.1 Métodos de alambrado. Las disposiciones de este capítulo no se deben aplicar a los conductores que formen parte integral de equipos, tales como motores, controladores, centros de control de motores, equipo de control ensamblado en fábrica o equipo de utilización listado.

(A) Conexión equipotencial de otros encerramientos.

(1) General. Canalizaciones metálicas, bandejas portacables, armadura de cables, forros de cables, encerramientos, estructuras, accesorios y otras partes metálicas, no portadoras de corriente que van a servir como conductores de puesta a tierra, con o sin el uso de conductores de puesta a tierra de equipos, deben ser conectados equipotencialmente de manera efectiva, cuando sea necesario para

asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad para conducir de manera segura cualquier corriente de falla que tenga la posibilidad de circular por ellos. Cualquier: pintura, laca o recubrimiento similar, no conductivo, se debe retirar de las roscas, de los puntos de contacto y de las superficies de contacto o hacer las conexiones mediante accesorios diseñados de tal manera que hagan innecesaria esa remoción.

(2) Circuitos independientes de puesta a tierra. Cuando se requiera la reducción del ruido eléctrico (interferencia electromagnética) en el circuito de puesta a tierra, se permitirá que el encerramiento del equipo alimentado por un circuito ramal este independiente de la canalización que contiene los circuitos que alimentan solamente ese equipo, mediante uno o mas de los accesorios no metálicos para canalizaciones listados, localizados en el punto de fijación de la canalización al encerramiento del equipo. La canalización metálica debe cumplir con las disposiciones de esta norma y deberá complementarse con un conductor aislado interno de puesta a tierra de equipos, instalado para poner a tierra el encerramiento del equipo.

NLM: El uso de un conductor independiente de puesta a tierra de equipos no elimina el requisito de poner a tierra la canalización del sistema.

(3) Conductos para la extracción de: polvo, pelusas, vapores. En los conductos utilizados para el transporte de: polvo, pelusas o vapores inflamables, no se debe instalar ningún tipo de sistema de alambrado. Tampoco se debe hacer ninguna instalación eléctrica, en conductos o rosas, que contengan únicamente esos conductos, utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de equipos de cocina del tipo comercial.

(B) Alambrado temporal. Los métodos de alambrado temporal para energía eléctrica e iluminación, pueden ser de una clase inferior a la que se puede requerir para una instalación permanente. Todos los requisitos para alambrado permanente, de esta norma, se aplicaran para el alambrado de instalaciones temporales, excepto como específicamente se modifica de 420.1 (B)(1)(a) hasta 420.1(B)(1)(d),

(1) Restricciones de Tiempo.

(a) Durante el Período de Construcción. Se permitirán instalaciones eléctricas temporales de fuerza y alumbrado durante el periodo de: construcción, remodelación, mantenimiento, reparación o demolición de: edificaciones, estructuras, equipos o actividades similares.

(b) 90 días. Se permitirán instalaciones temporales para energía eléctrica e iluminación durante un período no mayor a 90 días para iluminación decorativa de navidad y para propósitos similares.

(c) Emergencias y pruebas. Se permitirán instalaciones temporales para energía eléctrica e iluminación durante: emergencias y pruebas, experimentos y trabajos de desarrollo.

(d) Retiro. El alambrado temporal se deberá retirar inmediatamente después de terminar la construcción o el propósito para el cual se instalo el alambrado.

(2) Requisitos generales para alambrado temporal.

(a) Alimentadores. Los alimentadores se deberán proteger como se determina en 410.9. Los alimentadores se deberán originar en un centro de distribución aprobado. Se permitirán conductores dentro de conjuntos de cables o dentro de cordones o cables del tipo identificado para uso pesado y uso extra pesado. Para el propósito de esta sección, se permitirá el uso de cables Tipo NM y Tipo NMC en cualquier residencia, edificación o estructura sin alguna limitación de altura.

Excepción: Se permitirán conductores aislados individuales, cuando estén instalados para el o los propósitos especificados en 420.1 (B)(3) cuando sean accesibles solo a personas calificadas.

(b) Circuitos ramales. Todos los circuitos ramales se deberán originar en una salida de energía eléctrica en un panel de distribución, aprobados. Se permitirá que los conductores estén dentro de conjuntos de cables, dentro de cordones o cables multiconductores, del tipo identificado para uso pesado o usa extra pesado. Todos los conductores se deberán proteger de la manera como se establece en 410.9 de la Parte I. Para el propósito de esta sección, se permitirá el uso de cables tipo NM y NMC en cualquier: casa de habitación, edificio o estructura, sin ninguna limitación de altura.

Excepción: Para los propósitos en 420.1(B)(3)(b) o 420.1(B)(3)(c) se permitirá el tendido de circuitos Ramales como conductores aislados. Cuando el alambrado se instale de acuerdo con 420.1(B)(1)(c), la tensión a tierra no excederá 150 voltios, el alambrado no estará sujeto a daño físico y los conductores deberán tender sobre aisladores a intervalos de no mas de 3 m (10 ft),. o para iluminación de festón los conductores se deberá organizar de tal manera que no se transmita esfuerzo excesivo los porta bombillas.

(c) Tomacorrientes. Todos los tomacorrientes deberán ser del tipo de puesta a tierra. Todos los circuitos ramales deberán contener un conductor de puesta a tierra de equipos separado, a menos que estén instalados dentro de una canalización metálica continua puesta a tierra, y todos los tomacorrientes se deberán conectar eléctricamente a los conductores de puesta a tierra de equipos. Los tomacorrientes en los lugares en construcción no se deberán instalar sobre circuitos ramales que alimentan iluminación temporal. Los tomacorrientes no se deberán conectar al mismo conductor no puesto a tierra de circuitos multiconductores que alimentan alumbrado temporal.

(d) Medios de desconexión. Se deben instalar interruptores de seccionamiento o conectores de clavija, adecuados, que permitan la desconexión de todos los conductores no puestos a tierra de cada circuito

provisional. Los circuitos ramales multifilares deben tener un medio de desconexión simultanea de todos los conductores no puestos a tierra, en la salida de fuerza o del panel de distribución del que se origina el circuito ramal. Se permitirá instalar enclavamientos mecánicos de manija que estén aprobados.

(e) Proteccion de las bombillas. Todas las bombillas para alumbrado general, deben estar protegidas contra contactos accidentales o roturas, mediante un accesorio o porta bombillas adecuado como protector. No se deben utilizar: casquillos de bronce, porta bombillas forrados en papel u otros porta bombillas con recubrimiento metálico, a menos que estén puestos a tierra.

(f) Empalmes. En las obras, en donde los conductores de circuito son cordones o cables multiconductores, no se exigirá, que los empalmes o conexiones de unión, estén en cajas. Cuando se cambie a un sistema de conduit o a sistemas de tuberías o de cables con forro metálico, se debe instalar una caja, conduleta o herraje terminal con un agujero independiente con pasacables, para cada conductor.

(g) Proteccion contra daños accidentales. Los cordones y cables flexibles, se deben proteger contra daños accidentales. Se deben evitar las esquinas y salientes cortantes. Cuando los cables pasen a través de puertas u otros puntos, donde puedan quedar apretados, se deben proteger para evitar daños.

(h) Terminación(es) en el (los) dispositivo(s). Los cordones y los cables flexibles, que entran en encerramientos que contienen dispositivos que requieren terminales, se deben asegurar a la caja con accesorios específicos para el propósito.

(i) Soporte. Los conjuntos de cables y los cordones y cables, flexibles, se deben sujetar en sitios a intervalos que aseguren que estarán protegidos contra daño físico. Los elementos de sujeción serán: ganchos, amarres de cables, correas u otros herrajes similares, instalados de manera que no causen daño. La vegetación no deberá utilizarse para el soporte de vanos aéreos de circuitos ramales o alimentadores.

(C) Bandejas portacables.

(1) Usos permitidos. Se permitirá el uso de bandejas portacables como un sistema de apoyo para: acometidas, alimentadores, circuitos ramales, circuitos de comunicaciones, circuitos de control y circuitos de señalización. El uso de las bandejas portacables no se debe limitar a los establecimientos industriales. Los conductores aislados y los cables enchaquetados deberán identificarse como resistentes a la luz solar cuando se encuentren expuestos a la directa radiación del sol. Las bandejas portacables y sus accesorios asociados se deberán identificar para el uso requerido.

(2) Métodos de alambrado. Se permitirán los siguientes métodos de alambrado en sistemas de bandejas portacables: cable de potencia y control para bandejas, cables blindados, cables con forro metálico y aislamiento mineral, cables con revestimiento metálico, cables con forro no metálico, cables de fibra óptica, cables de potencia limitada para bandejas, cables multiconductores de entrada de acometida, cables multiconductores subterráneos para alimentadores y circuitos ramales, cables para alarma contra incendios, cables de instrumentación para bandejas, cables para comunicaciones y multipropósito, conduit metálico flexible, conduit metálico flexible hermético a los líquidos, conduit no metálico flexible hermético a los líquidos, conduit metálico intermedio, conduit metálico rígido, conduit no metálico rígido, otros cables multiconductores de potencia, señales y control ensamblados en fábrica, aprobados específicamente para su instalación en bandejas portacables; tubería metálica flexible, tubería eléctrica metálica, tubería eléctrica no metálica.

(3) En establecimientos industriales. Se permitirá utilizar los métodos de instalación de 420.1(C) (2) en cualquier establecimiento industrial bajo las condiciones establecidas en sus respectivos artículos. Se permitirá instalar en bandejas portacables tipo escalera, en canal ventilado o en batea ventilada, los cables especificados en 420.1(C)(2)(a) y 420.1(C)(2)(b) solo en instalaciones industriales, en donde las condiciones de supervisión y mantenimiento, aseguren que el sistema de bandejas portacables será atendido únicamente por personas calificadas.

(a) Conductores sencillos. Se permitirá la instalación de conductores sencillos, de acuerdo con lo siguiente:

(1) Un conductor sencillo debe ser No.1/0 AWG o mayor y de un tipo listado y marcado en su superficie para uso en bandejas portacables. Cuando se instalen cables de conductor sencillo Nos. 1/0 AWG hasta 4/0 AWG, en bandejas de tipo escalera, la separación máxima de los peldaños debe ser 230 mm (9 in.). Si los cables están expuestos a la luz del sol, deben estar identificados como resistentes a la luz del sol.

(2) Los cables para soldadura instalados en bandejas portacables dedicadas, de acuerdo a como estén permitidos.

(3) Los conductores sencillos usados como conductores de puesta a tierra de equipos, deben ser: aislados, recubiertos o desnudos y deben ser No.4 o mayores.

(b) Media tensión. Los cables sencillos y multiconductores de media tensión deberán ser cables Tipo MV. Los conductores sencillos se deberán instalar de acuerdo con 420.1 (C) (1).

(c) Conductores de puesta a tierra de equipos. Se permitirá utilizar las bandejas metálicas portacables, como conductores de puesta a tierra de equipos, cuando sus continuos mantenimiento y supervisión, aseguren que el sistema de bandejas portacables instalado, será atendido por personas calificadas.

(d) En lugares (clasificados como) peligrosos. En lugares clasificados como peligrosos de acuerdo a como este permitido.

(e) Bandejas portacables no metálicas. Se permitirá utilizar bandejas portacables no metálicas en zonas corrosivas y en las que se requiera aislamiento de tensión.

(4) Usos no permitidos. No se utilizarán sistemas de bandejas portacables en fosos de ascensores, o donde puedan estar sujetos a daños físicos. Los sistemas de bandejas portacables, no se deben utilizar en los espacios de circulación de aire de ventilación, excepto lo permitido en 420.1 (A)(2) para el tendido de los métodos de alambrado reconocidos para uso en dichos espacios.

(D) Alambrado a la vista sobre aisladores.

(1) Usos Permitidos. Se permitirán instalaciones de alambrado a la vista, sobre aisladores, en sistemas de 600 voltios nominales o menos, de la manera siguiente:

- (1) Interiores o exteriores
- (2) En lugares mojados o secos
- (3) cuando estén sometidos a vapores corrosivos,
- (4) Para acometidas

(2) Aseguramiento y soporte de los conductores calibres inferiores al No.8 AWG. Los conductores inferiores al No.8 AWG, deben estar apoyados rígidamente sobre materiales aislantes, no combustibles, no absorbentes y no deben estar en contacto con ningún otro objeto. Los soportes se deben instalar como se indica a continuación:

- (1) Dentro de los primeros 150 mm (6 in.) de una derivación o empalme
- (2) Dentro de los últimos 300 mm (12 in.) de la conexión final a un porta bombillas o tomacorriente
- (3) A intervalos no superiores a 1.4 m (4 ½ ft) Y a intervalos menores, suficientes para ofrecer soporte adecuado cuando exista la probabilidad de ser afectados

(3) Trabajo expuesto.

(a) Lugares secos. En lugares secos, donde no hay exposición a daños físicos severos, los conductores deberán ser permitidos estar separados dentro de portacables tubulares flexibles no-metálicos. Los portacables tubulares deberán estar en longitudes continuas que no excedan 4.5 m (15 ft) Y asegurados a la superficie mediante conectores en intervalos que no excedan 1.4 m (4½ ft).

(b) Entrada en espacios sujetos a: Humedad, Mojados o Vapores Corrosivos. Los conductores que entran o salen de lugares sujetos a: humedad, mojados o vapores corrosivos, deberán tener bucles de gateo hechos en ellos mismos y deberán penetrar hacia arriba desde el exterior de las edificaciones, o de lugares húmedos, mojados o corrosivos, a través de tubos aislados no combustibles no absorbentes.

(c) Expuestos a daño físico. Los conductores que estén dentro de los primeros 2.1 m (7 ft) sobre el piso, se deben considerar expuestos a daños físicos. Cuando los conductores a la vista atraviesen vigas del techo y pilares de pared y estén expuestos a daños físicos, se deben proteger por alguno de los métodos siguientes:

- (1) Bandas protectoras de espesor nominal no inferior a 25 mm (1 in.) y una altura como mínima igual a la de los soportes aislantes, colocadas una en cada extremo y cerca del conductor.

(2) Mediante un larguero fuerte, de mínima 13 mm (½ in.) de espesor, en el que se apoyen los conductores, con protecciones laterales. Estos largueros deben prolongarse como mínimo 25 mm (1 in.) fuera de los conductores, pero no más de 50 mm (2 in.) y los laterales de protección deben tener como 50 mm (2 in.) de altura y 25 mm (1 in.) de espesor nominal.

(3) Las cajas fabricadas de acuerdo con los ítems (1) y (2) con una cubierta mantenida a una distancia de separación de los conductores contenidos de por lo menos 25 mm (1 in.). Cuando protejan conductores verticales en paredes laterales, las cajas deberán estar cerradas en la parte superior y las aberturas a través de las cuales pasan los conductores deberán tener bujes.

(4) Conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, conduit no metálico rígido o tubo metálico eléctrico o a través tubería metálica, en cuyo caso los conductores se deberán instalar dentro de tramos continuos de tubería flexible aprobada.

(4) A través de o paralelo a miembros estructurales. Los conductores al aire libre se deberán separar para que no entren en contacto con paredes, pisos, miembros de madera o particiones a través de las cuales ellos pasan por entre tubos o bujes de material aislante no combustible no absorbente. Cuando el buje es más corto que el orificio, se deberá insertar en el orificio una manga a prueba de agua de material no conductor y se introducirá un buje aislante dentro de la manga en cada extremo de tal manera que los conductores se mantengan completamente fuera de contacto con la manga. Cada conductor se deberá tender a través de un tubo o manga independiente.

420.2 Gabinetes, cajas de corte y encerramientos, para aparatos de medida enchufables.

(A) Gabinetes, cajas de corte, y encerramientos, para aparatos de medida enchufables. Los conductores que entren en los encerramientos dentro del alcance de esta norma deben estar protegidos contra la abrasión y cumplir con lo establecido de 420.2(A) (1) a 420.2 (A) (3).

(1) Aberturas que se deben cerrar. Se deben cerrar las aberturas a través de las cuales entren conductores.

(2) Gabinetes metálicos, cajas de corte, y encerramientos, para aparatos de medida enchufables. Cuando conductores se instalen en encerramientos que estén dentro del alcance de esta norma, con cableado a la vista, o cableado oculto de perilla y tubo, deben entrar en ellos a través de pasacables aislantes o en lugares secos, a través de tuberías flexibles, que vayan desde el último soporte aislante, y estén aseguradas firmemente al encerramiento.

(3) Cables. Cuando se usen cables, cada uno de ellos debe ir asegurado: al gabinete, caja de corte, o encerramiento.

Excepción: Se permitirá que los cables con forro completamente no metálico, entren a la parte superior de un encerramiento montado en la superficie, a través de una o más canalizaciones no flexibles de mínima 450 mm (18 in.) o más de 3 m (10 ft) de longitud, siempre y cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

(a) Cada cable está fijo a una distancia no mayor de 300 mm (12 in.), medida a lo largo del forro, del extremo exterior de la canalización.

(b) La canalización se prolonga directamente sobre el encerramiento y no penetra ningún cielo raso estructural.

(c) Hay un herraje en cada extrema de la canalización, para proteger el(los) cable(s) contra la abrasión y estos herrajes permanecen accesibles después de la instalación.

(d) La canalización esta sellada o taponada con un medio aprobado, en el extremo exterior; para evitar el acceso al encerramiento a través de la canalización.

(e) El forro del cable es continuo a través de la canalización y se prolonga dentro del encerramiento mas allá del herraje, mínima 6 mm (1/4 in.).

f) La canalización esta fija en su extremo exterior y en otros puntos, de acuerdo con la sección aplicable.

(g) Cuando esta instalado como conduit o tubería, la ocupación permisible de cables no excede la permitida para sistemas de conduit o tubería completos

(B) Cubiertas y marquesinas.

En las instalaciones terminadas, cada caja debe tener: una cubierta, una tapa frontal o una cubierta de luminaria.

(1) Cubiertas o placas, no metálicas o metálicas. Se permitirán cubiertas y placas, no metálicas o metálicas. Cuando se utilicen cubiertas y placas metálicas, deberán cumplir con los requisitos de puesta a tierra.

(2) Pared o acabado de cielo raso, combustible expuesto. Cuando se utilicen tapas ornamentales o platillos para luminarias, cualquier pared o cielo raso combustible expuesto entre el borde de la tapa ornamental o platillo y la caja de salida se debe cubrir con un material no combustible.

(3) Cordones flexibles colgantes. Las cubiertas de las cajas de salida y de los cuerpos de conduit, que tengan orificios a través de los cuales pasen cordones flexibles colgantes, deberán disponer de pasacables diseñados para ese propósito o deberán tener superficies lisas, bien redondeadas sobre las cuales puedan pasar los cordones. No se deberán utilizar pasacables de caucho duro o compuesto.

(C) Cajas de paso y de empalme, para uso en sistemas de más de 600 V nominales. Para las cajas de paso y de empalme, se aplicaran, además de los otros requisitos de esta norma, los puntos (1) y (2):

(1) Las cajas deberán proveer un encerramiento completo para los conductores o cables que contengan.

(2) Las cajas deberán estar cerradas mediante tapas adecuadas fijas firmemente en su lugar. Se debe considerar que las tapas de las cajas subterráneas que pesen mas de 100 lb (45.4 kg) cumplen con este requisito. Las tapas de las cajas deben estar marcadas de forma permanente con la inscripción "PELIGRO - ALTO VOLTAJE - MANTENGASE ALEJADO". Las marcas deben estar ubicadas en el exterior de la tapa de la caja y deben ser fácilmente visibles. Las letras deben ser mayúsculas y deben tener como mínimo 13 mm (1/2 in.) de altura.

NLM: Para mayores información sobre señales y etiquetas de peligro, consultar ANSI Z535-4, Product Signs and Safety Label.

420.3 Posición y conexión de los interruptores.

(A) Interruptores de cuchilla de un solo paso. Los interruptores de cuchilla de un solo paso deben estar colocados de modo que no se puedan cerrar por la acción de la gravedad. Los interruptores de cuchilla de un solo paso, aprobados para ser utilizados en posición vertical, deben estar dotados de un dispositivo de bloqueo, que asegure que las cuchillas permanecen en posición abierta cuando se dejan en esta posición.

(B) Interruptores de cuchilla de doble paso. Se permitirá montar los interruptores de cuchilla de doble paso, de modo que su movimiento sea horizontal o vertical. Cuando el movimiento sea vertical, se debe

instalar un mecanismo de bloqueo que sujete las cuchillas en posición abierta, cuando se dejan en esta posición.

(C) Conexión de los interruptores. Los interruptores de cuchilla de un solo paso y los interruptores con contactos planos se deben conectar de modo que las cuchillas estén desenergizadas cuando el interruptor este en posición abierta. Los interruptores de cuchilla de un solo paso, los interruptores de caja moldeada, los interruptores con contactos planos, y los interruptores automáticos usados como interruptores, se deben conectar de manera que los terminales que alimentan la carga estén desenergizados cuando el interruptor esta en posición abierta.

Excepción: Se permitirá que las cuchillas y terminales, que alimentan la carga de un interruptor estén energizados cuando el interruptor esta en posición abierta, cuando el interruptor esta conectado a circuitos o equipos capaces inherentemente de suministrar una fuente de potencia de retroalimentación. Para estas instalaciones, en el encerramiento de los interruptores o inmediatamente al lado de los interruptores abiertos, se debe instalar una inscripción que diga:

PRECAUCION
LOS TERMINALES DE CARGA SE PUEDEN ENERGIZAR POR RETROALIMENTACION

(D) Disposiciones para placas frontales de interruptores de acción rápida.

(1) Placas frontales. Los interruptores rápidos montados en cajas deben tener placas frontales instaladas de manera que cubran completamente la abertura y se asienten contra la superficie terminada.

(2) Puesta a tierra. Los interruptores de acción rápida, incluidos los interruptores reguladores de iluminación se deben poner a tierra efectivamente, y deben brindar un medio para poner a tierra las placas frontales metálicas, ya sea que tengan o no, una de estas instaladas. Los interruptores rápidos se deben considerar puestos a tierra efectivamente, si cumplen cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) El interruptor esta montado con tornillos metálicos en una caja metálica o en una caja no metálica con medios integrales para dispositivos de puesta a tierra.

(2) Un conductor de puesta a tierra de equipos o un puente de conexión equipotencial de equipos esta conectado a un terminal de puesta a tierra de equipos del interruptor de acción rápida.

Excepción: Cuando no haya un medio de puesta a tierra dentro del encerramiento del interruptor de acción rápida, o cuando el método de alambrado no incluya ni brinde una puesta a tierra para el equipo, se permitirá un interruptor de acción rápida sin conexión de puesta a tierra, solamente con propósitos de reemplazo. El interruptor de acción rápida bajo las disposiciones de esta excepción y localizado dentro del alcance de pisos conductores y otras superficies conductoras, deberá estar provisto de una placa frontal de material no conductor y no combustible.

420.4 Tableros y paneles de distribución. Los tableros de distribución que tengan alguna o algunas partes energizadas expuestas, deberán estar localizados en lugares permanentemente secas y deben ser accesibles solo a personas calificadas, Los paneles de distribución se deberán montar en: gabinetes, cajas de corte o encerramientos, destinados para el propósito y deberán ser de frente muerto.

Excepción: Se permitirán paneles de distribución diferentes de los del tipo frente muerto operables desde el exterior cuando sean accesibles solo a personas calificadas.

420.5 Encerramientos para lugares húmedos o mojados.

- (A) Lugares húmedos o mojados. En lugares húmedos o mojados, los encerramiento de tipo superficial dentro del alcance de esta norma, se deben ubicar o equipar, de modo que se impida la entrada y la acumulación de humedad o agua, dentro del gabinete o caja de corte y se deberá montar de tal manera que haya un espacio de aire de por lo menos 6 mm (1/4 in.) entre el encerramiento y la pared u otra superficie de apoyo. Los encerramientos instalados en lugares mojados serán a prueba de intemperie.

Excepción: Se permitirán paneles de distribución que no sean de frente muerto, del tipo operable externamente, cuando sean accesibles solo a personas calificadas.

(B) Tableros de distribución y paneles de distribución en lugares húmedos o mojados. Tableros de distribución o paneles de distribución en un lugar húmedo o exterior a un edificio, se deberá instalar dentro- de un encerramiento o gabinete, a prueba de intemperie, que cumpla con 420.5(A).

420.6 Identificación de los conductores.

(A) Conductores puestos a tierra. Los conductores puestos a tierra, aislados o cubiertos, se deberán identificar de acuerdo con esta norma.

(B) Conductores de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deberán identificar de acuerdo con esta norma

(C) Conductores no puestos a tierra. Los conductores que estén proyectados para usarlos como conductores no puestos a tierra, si se usan como conductores sencillos o en cables multiconductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y de los de puesta a tierra. Los conductores no puestos a tierra se deben identificar por colores diferentes que no sean: blanco, gris natural o verde; o por una combinación de colores con su marca distintiva. Estas marcas distintivas deben ser también de un color que no sea: blanca, gris natural o verde; y deben consistir en una o varias franjas o en una serie de rótulos iguales colocados a espacios similares.

420.7 Cordones y cables flexibles

(A) Uso adecuado. Los cordones y cables flexibles, y sus accesorios, deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

(B) Usos permitidos.

(1) Usos. Los cordones y los cables flexibles se deben utilizar solo para:

- (1) Colgantes
- (2) Alambrado sobre luminarias (accesorios o apliques)
- (3) Conexión de lámparas portátiles, avisos portátiles o móviles o artefactos
- (4) Cables de ascensores
- (5) Alambrado de grúas y polipastos eléctricos
- (6) Conexión de equipos fijos para facilitar su intercambio frecuente
- (7) Prevención de la transmisión de ruido o vibraciones

(8) Artefactos cuyos medios de fijación y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para permitir un fácil desmonte para su mantenimiento y reparación, y que el artefacto este destinado o identificado para conexión con cordón flexible;

(9) Cables para procesamiento de datos,

(10) Conexión de partes móviles

(11) Alambrado temporal

(2) Clavijas de conexión. Cuando se utilicen como se permite en 420.7(B)(I)(3), (9), y (11), cada cordón flexible deberá estar equipado con una clavija de conexión y se deberá energizar desde una salida de tomacorriente.

(C) Usos no permitidos. A menos que se permita específicamente en 420.7(B), no se deben utilizar cordones y cables flexibles para lo siguiente

(1) Como sustituto del alambrado fijo de una estructura

(2) Cuando atraviesen agujeros en: paredes, cielos rasos estructurales, cielos rasos suspendidos, cielos rasos en pendiente o pisos

(3) Cuando atraviesen espacios para: puertas, ventanas o aberturas similares

(4) Cuando vayan unidos a la superficie de un edificio

Excepción a (4): Se permitirá que cordones y cables flexibles estén adheridos a las superficies de edificaciones.

(5) Cuando vayan ocultos detrás de: las paredes de una edificación, cielo rasos estructurales, cielos rasos suspendidos o pisos de una edificación

(6) Cuando vayan instalados en canalizaciones, excepto, de otro manera que se permita en esta norma.

(D) En vitrinas y vidrieras. Los cordones flexibles utilizados en las vitrinas y vidrieras, deben ser de tipo S, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJOO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, SEW, SEOW, SEOOW, SJEW, SJEOW, SJEOOW, SJOW, SJOOW, SJTW, SJTOW, SJTOOW, SOW, SOOW, STW, STOW o STOOW.

Excepción No.1: En alambrado para artefactos de alumbrado colgados de una cadena.

Excepción No.2: Como cordones de alimentación de lámparas portátiles u otras mercancías, expuestas o exhibidas.

(E) Marcas, empalmes y halado en juntas y terminales.

(1) Marcas normalizadas. Los cordones y cables, flexibles, se deben marcar por medio de una etiqueta impresa sujeta al rollo, carrete, o caja. La etiqueta debe contener la información requerida. Los cordones flexibles de tipos: S, SC, SCE, SCT, SE, SEO, SEOO, SJ, SJE, SJEO, SJEOO, SJO, SJT, SJTO, SJTOO, SO, SOO, ST, STO, STOO, SEW, SEOW, SEOOW, SJEW, SJEOW, SJEOOW, SJOW, SJTW, SJTOW, SJTOOW, SOW, SOOW, STW, STWO Y STOOW y los cables flexibles de tipo G, G-GC, PPE y W deben ir marcados de manera duradera en su superficie a intervalos no superiores a 610 mm (24 in.) con la designación de: tipo, calibre y número de conductores.

(2) Empalmes. Los cordones flexibles se deben utilizar solo en tramos continuos sin empalmes ni derivaciones, cuando se instalen por primera vez en las aplicaciones permitidas por esta sección. La reparación de cordones para uso pesado y liviano No. 14 AWG y de calibre superior, se permitirá, si los conductores se empalman de acuerdo con esta norma y el empalme terminado conserva el aislamiento, las propiedades del forro externo y las características de uso, del cordón que se empalma.

(3) Halado en uniones y terminales. Los cordones y los cables, flexibles, se deben conectar a dispositivos y accesorios, de tal manera que la tensión mecánica no se transmita a las uniones o terminales.

Excepción: Se permitirá el uso de dispositivos monoplares portátiles listados, que pueden soportar esa tensión en sus terminales, junto con cables flexibles de conductores sencillos.

420.8 Cables portátiles de más de 600 V nominales.

(A) Construcción.

(1) Conductores. Los conductores deben ser de cobre No. 8 o mayor y formar un trenzado flexible.

Excepción: El calibre de los conductores aislados de comprobación de tierra, de cables de tipo GGC no debe ser inferior a No.10 AWG.

(2) Blindaje. Los cables que funcionen a más de 2.000 V, deben ir blindados. El blindaje tiene por finalidad confinar los esfuerzos de tensión eléctrica dentro del aislamiento.

(3) Conductor(es) de puesta a tierra de equipos. Se debe instalar uno o varios conductores de puesta a tierra de equipos. El área total no debe ser inferior al calibre del conductor de puesta a tierra de equipos requerido en esta norma.

(B) Blindaje. Todos los blindajes deben estar puestos a tierra.

(C) Puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra se deben conectar según lo establecido en esta norma.

(D) Mínimo radio de curvatura. Los mínimos radios de curvatura para cables portátiles, durante la instalación y su manipulación en servicio, deben ser los adecuados para evitarles daños.

(E) Herrajes. Los conectores que se utilicen para conectar tramos de cable en un tendido, deben ser de un tipo que los mantenga firmemente unidos. Debe evitarse que estos conectores se abran o se cierren mientras estén energizados. Se deben emplear medias adecuados para eliminar tensiones mecánicas en los conectores y terminales.

(F) Empalmes y terminales. Los cables portátiles no deben estar empalmados, excepto si los empalmes son de tipo moldeado o vulcanizado permanente, de acuerdo con esta norma. Las terminaciones de los cables portátiles de más de 600 V nominales, solo deben ser accesibles a personal calificado y autorizado.

420.9 Alambres para artefactos (accesorios o apliques).

(A) General. Los alambres para artefactos deberán ser del tipo aprobado para: la tensión, temperatura y lugar de uso. El alambre de artefacto que se utilice como conductor puesto a tierra, deberá estar identificado.

(B) Usos permitidos. Se permitirán alambres de artefactos (1) para instalación en luminarias y en equipos similares donde se encuentren encerrados o protegidos y no sujetos a doblarse o torcerse

cuando estén en uso o (2) para conexión de las luminarias a los conductores del circuito ramal que alimenta las luminarias

(C) Usos no permitidos. Los alambres de artefactos no se deben utilizar como conductores de circuitos ramales.

420.10 Equipo para uso general.

(A) Partes energizadas. Los accesorios de alumbrado, porta bombillas, bombillas, tomacorrientes, normalmente, no deben tener partes energizadas expuestas al contacto. Los terminales accesibles de: los porta bombillas, tomacorrientes e interruptores, no se deben instalar en las luminarias metálicas, ni en las bases abiertas de lámpara portátiles de mesa o de piso.

Excepción: Se permitirá que los porta bombillas y los tomacorrientes tipo abrazadera, ubicados como mínimo a 2.5 m (8 ft) sobre el piso, tengan sus terminales expuestos.

(1) Lámparas portátiles de mano. Las lámparas portátiles de mano deben cumplir las siguientes condiciones:

- (1) No se deben usar porta bombillas de carcasa exterior
- (2) Deben estar equipadas con un mango de un compuesto moldeado o de otro material aislante.
- (3) Deben estar equipadas con un protector adecuado, sujeto al porta bombillas o al mango.
- (4) Los protectores metálicos se deben poner a tierra, por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos, que pase junto con los conductores de circuito dentro del cordón de alimentación.
- (5) No se exigirá que estén puestas a tierra, si, son alimentadas a través de un transformador de aislamiento con un secundario no puesto a tierra de máxima 50 V.

(B) instalación de porta bombillas.

(1) Tipo casquillo roscado. Los porta bombillas de casquillo roscado, se deben utilizar exclusivamente como porta bombillas. Cuando estén alimentados, por un circuito que tenga un conductor puesto a tierra, este conductor se debe conectar al casquillo roscado. Los portalámparas instalados en lugares mojados o húmedos deberán ser del tipo a prueba de agua.

(2) porta bombillas conmutados con doble polo. Cuando alimentados por los conductores no puestos a tierra de un circuito, el dispositivo de conmutación de los porta bombillas del tipo conmutado deberán desconectar simultáneamente los dos conductores de circuito.

(3) porta bombillas en lugares húmedos y mojados. Los porta bombillas instalados en lugares húmedos o mojados serán del tipo a prueba de medio ambiente.

(C) Tomacorrientes, conectores de cordón y clavijas de conexión (Cobertores).

(1) Clavijas de conexión. Todas las clavijas de conexión y conectores de cordón deberán estar listados para el propósito y marcados con el nombre o identificación del fabricante y valores nominales de tensión y amperios.

(a) Construcción. Las clavijas de conexión y los conectores de cordón deben estar contruidos de modo que las partes portadoras de corriente no queden expuestas, con excepción de los terminales,

cilíndricos o planos, de la clavija. La cubierta para los terminales de los alambres debe ser una parte, que es esencial para el funcionamiento de una clavija o conector (construcción de frente muerto).

(b) Instalación. Las clavijas de conexión se deben instalar de manera que los terminales cilíndricos o planos de la clavija no estén energizados, a menos que se inserten en un tomacorriente energizado. No se debe instalar ningún tomacorriente que requiera una clavija de conexión energizada como sub-fuente de alimentación.

(c) Mecanismos Eyectores de las Clavijas de Conexión. Los mecanismos eyectores de las clavijas de conexión no deberán afectar adversamente el acople de las cuchillas de las clavijas de conexión con los contactos del tomacorriente.

(2) Sin inter intercambios. Los tomacorrientes, conectores de cordón y clavijas de conexión, deben estar contruidos de modo que el tomacorriente o el conector de cordón, no admita una clavija con tensión o corriente nominal distinta de aquellas para las que está destinado el dispositivo. Sin embargo, se permitirá que un tomacorriente de ranura en T o conector de cordón para 20 amperios, acepte una clavija de conexión para 15 amperios, de la misma capacidad nominal de tensión. Los tomacorrientes y conectores sin polo a tierra, no deben aceptar clavijas de conexión con polo a tierra

(3) Tomacorrientes en lugares húmedos o mojados.

(a) Un tomacorriente instalado en el exterior, en un lugar protegido de la intemperie o en otros lugares húmedos, debe ir en un encerramiento que sea a prueba de intemperie, cuando el tomacorriente este cubierto (la clavija de conexión no está insertada y la cubierta del tomacorriente está cerrada).

(b) Una instalación adecuada para lugares mojados se debe considerar también apta para lugares húmedos.

(c) Se debe considerar que un tomacorriente está en un lugar protegido de la intemperie, cuando este ubicado bajo poliches abiertos con techo, toldos, marquesinas y similares, y no está expuesto a la lluvia directa o a la entrada de agua.

(4) Tomacorrientes en lugares mojados.

(a) Tomacorrientes exteriores de 15 y 20-Amperios. Todos los tomacorrientes de 15 y 20 amperios y 125 - 250 voltios instalados al exterior en un lugar mojado deberán tener un encerramiento a prueba de las condiciones atmosféricas cuando no está insertado el cobertor de la clavija de conexión.

(b) Otros tomacorrientes. Los tomacorrientes instalados en lugares mojados deberán cumplir con cualquiera de los siguientes:

(1) Un tomacorriente instalado en un lugar mojado, en donde el accesorio que se va a conectar no se vigila mientras está en uso (por ejemplo: Sistemas de rociado, alumbrado de jardines, luces de fiesta, etc.) debe tener un encerramiento a prueba de intemperie, ya sea con la clavija de conexión insertada o no.

(2) Un tomacorriente instalado en un lugar mojado, en donde el accesorio que se va a conectar estará vigilado mientras está en uso (por ejemplo: herramientas portátiles), debe tener un encerramiento a prueba de intemperie para cuando la clavija de conexión no esté insertada.

(D) Artefactos eléctricos.

(1) Partes energizadas. Los artefactos no deben tener partes energizadas normalmente expuestas al contacto, diferentes de aquellas partes que funcionan como elementos de calefacción con resistencia a la vista, como por ejemplo el elemento calefactor de una tostadora, que necesariamente está expuesto.

(2) Medios de desconexión. Se deben suministrar los medios para desconectar cada artefacto de todos los conductores no puestos a tierra. Si un artefacto esta alimentado por más de una fuente, los medios de desconexión se deben agrupar e identificar.

(3) Placa de características.

(a) Marcado de la placa de características. Cada artefacto eléctrico se debe equipar con una placa de características en la que aparezca el nombre de identificación y la capacidad nominal en voltios y amperios o en voltios y vatios. Si el artefacto se va a utilizar a una frecuencia o frecuencias específicas, también debe aparecer en la placa. Cuando se requiera una protección, externa al artefacto, contra sobrecarga de un motor, el artefacto se debe marcar así.

(b) Visibilidad. Las marcas deben estar ubicadas de modo que sean visibles o fácilmente accesibles después de su instalación.

(E) Motores.

(1) A la vista desde (al alcance de la vista desde, dentro del campo visual) Cuando un equipo deba estar "a la vista desde," "al alcance de la vista desde," o "dentro del campo visual," etc., de otro equipo, el equipo especificado debe ser visible y a una distancia no mayor que 15 m (50 ft) del otro.

(2) Ubicación de los Medios de desconexión.

(a) Controlador. Se debe proporcionar un medio de desconexión individual para cada controlador, con capacidad para desconectarlo. El medio de desconexión se debe ubicar al alcance de la vista desde el lugar en que se encuentra el controlador.

Excepción No.1: En los circuitos de motores de mas de 600 V nominales, se permitirá instalar, fuera de la vista del controlador, un medio de desconexión, capaz de estar bloqueado en posición abierta, siempre que el controlador este marcado con un rotulo de advertencia que indique la ubicación del medio de desconexión.

Excepción No.2: Se permitirá un solo medio de desconexión para un grupo de controladores coordinados que accionan varias partes de una sola maquina o pieza de un aparato. El medio de desconexión y los controladores deben estar ubicados al alcance de la vista desde la maquina o aparato

(b) Motor. Se debe ubicar un medio de desconexión independiente, al alcance de la vista desde donde esta ubicado el motor y desde donde esta ubicada la maquinaria accionada. Se permitirán los medios de desconexión exigidos de acuerdo con 420.10(E)(1) para que sirvan como los medios de desconexión para el motor si este esta localizado a la vista desde la localización del motor y del lugar de la maquinaria accionada.

Excepción: No se exigirá que los medios de desconexión se encuentren a la vista desde el lugar del motor y de la maquinaria accionada bajo una de Las condiciones (a) o (b), dado que los medios de desconexión exigidos de acuerdo con 420.10(E)(2) son individualmente capaces de estar bloqueados en La posición abierta. Los dispositivos para poner candado o agregar un candado a los medios de desconexión deberán estar permanentemente instalados en ellos o en el conmutador o interruptor automático utilizado como el medio de desconexión.

(a) Cuando tal localización de los medios de desconexión es impractica o introduce peligros adicionales o mayores a las personas o las propiedades.

(b) En instalaciones industriales, con escritos procedimientos de seguridad, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión asegurar que solo personas calificadas atenderán los equipos.

NLM: Algunos ejemplos de peligros mayores o adicionales incluyen, pero no están limitados a: motores con valor nominal en exceso de 100 hp, equipos multimotores, motores sumergibles, motores asociadas con accionamientos de frecuencia variable y motores localizados en logares (clasificados como) peligrosos.

(c) El medio de desconexión debe tener indicado claramente si esta en la posición abierta (desconectado, off) o cerrada (conectado, on).

(d) fácilmente accesible. Uno de los medios de desconexión debe ser fácilmente accesible.

(e) Motores servidos por un solo medio de desconexión. Cada motor debe estar dotado de un medio de desconexión individual.

Excepción: Se permitirá que un solo medio de desconexión sirva a un grupo de motores, si se cumple alguna de Las siguientes condiciones:

(a) Cuando varios motores accionan distintas partes de una sola maquina o pieza de aparato, como: Maquinas herramientas para el trabajo del metal o de la madera, grúas y polipastos electricos.

(b) Cuando un grupo de motores este protegido por un conjunto de dispositivos para proteccion de circuito ramal.

(c) Cuando un grupo de motores este ubicado en un solo cuarto, al alcance de la vista, desde el lugar donde se encuentren los medios de desconexión

(f) Proteccion contra sobrecarga para motores y circuitos ramales. Los dispositivos de proteccion tienen el propósito de proteger: los motores, los aparatos de control de motores, y los conductores de los circuitos ramales de motores, contra calentamiento excesivo debido a sobrecargas en el motor, y a fallas en el arranque. La sobrecarga en los aparatos electricos, es una sobrecorriente de operación, que cuando persiste durante un tiempo suficientemente largo, podría causarle daños o sobrecalentamiento peligroso al aparato. Esto no incluye cortocircuitos o fallas a tierra. Estas disposiciones no se deben interpretar como que se exige proteccion contra sobrecarga cuando esta puede generar peligros adicionales o mayores, como en el caso de las bombas para combatir incendios.

(g) Resguardo de partes energizadas. Todos los Voltajes. Las partes energizadas de los equipos electricos que funcionen a 50 V o mas, deben estar protegidas contra contactos accidentales por medio de encerramientos aprobados o por cualquiera de los siguientes medios:

(1) Ubicándolas en: un cuarto, bóveda o encerramiento similar, accesible solo a personal calificado.

(2) Ubicándolas en un balcón, galería o plataforma, elevados y dispuestos de tal modo que impida la entrada de personas no calificadas.

(3) Ubicándolas a una altura de 2.5 m (8 ft) o mas por encima del nivel del piso u otra superficie de trabajo.

Excepción a (g): Las partes energizadas de motores que operen a mas de 50 voltios entre terminales no requerirán salvaguardas adicionales para motores fijos que tienen: Conmutadores, colectores y aparejo de escobillas, localizadas dentro de soportes de motores y no conectados conductivamente a circuitos de alimentación que operen a mas de 150 voltios a tierra.

(h) Salvaguardia para los operarios. Cuando las partes vivas de los motores o controladores que operan a mas de 150 voltios a tierra esta salvaguardados contra contacto accidental solo mediante su ubicación, y cuando pueda ser necesario hacer ajustes y /o requieran otro operario durante la operación del aparato, adecuadas aisladas mallas o plataformas se deben proveer, para que el operario no pueda tocar fácilmente las partes energizadas a menos que este de pie sobre las mallas o plataformas.

(F) Transformadores.

(1) General. Las secciones 420.10(F)(2) a 420.10(F)(8) cubren la instalación de todos los transformadores. Los siguientes transformadores no están cubiertos par 420.10(F):

(1) Transformadores de corriente

(2) Los transformadores tipo seco que formen parte de otro aparato y cumplan los requisitos de ese aparato

(3) Transformadores que formen parte integral de aparatos de rayos X, de alta frecuencia o de recubrimiento electrostatico.

(4) Transformadores utilizados con circuitos Clase 2 y Clase 3

(5) Transformadores utilizados para anuncios luminosos y luces de contorno

(6) Transformadores de equipos de alumbrado de descarga

(7) Transformadores utilizados para circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada

(8) Transformadores utilizados para investigación, desarrollo o ensayos, cuando se hayan tomado las medidas necesarias para proteger a las personas del contacto con sus partes energizadas

(2) Advertencia de tensión. Se deberá indicar la tensión de operación de las partes energizadas de instalaciones con transformadores que operan a 50 voltios o mas mediante señales o marcas visibles puestas sobre los equipos o estructuras.

(3) Transformadores tipo seco instalados en interiores. Los transformadores tipo seco instalados en interiores y con tensión nominal superior a 35 kV se deben instalar en una bóveda.

(4) Transformadores aislados con aceite, instalados en interiores. Los transformadores aislados en aceite, instalados en interiores, se deberán instalar en una bóveda.

(5) Transformadores aislados con aceite instalados en exteriores. Los materiales combustibles, los edificios combustibles, partes de edificios, escapes de incendio, puertas y aberturas de ventanas, se deberán resguardar de los incendios que se originen en transformadores aislados con aceite, instalados sobre tejados, anexos o adyacentes a un edificio o material combustible.

(6) Entradas. Las entradas a las bóvedas para transformadores se deben proteger de acuerdo con 420.10(F)(6) (a), 420.10(F)(6) (b) y 420.10(F)(6)(c):

(a) Tipo de puerta. Todas las entradas que conducen desde el interior de una edificación hasta la bóveda de transformadores, deben estar equipadas con una puerta de cierre hermético, que posea una resistencia mínima de fuego de 3 horas. Cuando las condiciones lo requieran se permitirá que la autoridad con jurisdicción exija una puerta de este tipo en la abertura de la pared exterior.

Excepción: Cuando Los transformadores estén protegidos por rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halon, se permitirá una construcción con una capacidad nominal de resistencia al fuego de 1 hora.

(b) Umbrales. Las puertas deben tener un umbral o bordillo de altura suficiente para confinar el aceite del mas grande de los transformadores, dentro de la bóveda. En ningún caso la altura debe ser inferior 100 mm (4 in.).

(c) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras, se deben mantener cerradas, y se permitirá el acceso solo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia afuera y deben estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos, que las mantengan normalmente cerradas, pero que se abran con mínima presión.

(7) Tuberías de agua y accesorios. En las bóvedas para transformadores, no deben entrar ni atravesar sistemas de conductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica. No se deben considerar ajenas a la instalación eléctrica, las tuberías u otros elementos para la protección de las bóvedas contra incendios o para el enfriamiento de los transformadores.

(8) Almacenamiento en bóvedas. Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenar materiales.

(G) Condensadores.

(1) Conmutación: Corriente de carga. Para la conmutación de los condensadores se deben utilizar interruptores operados en grupo, que tengan capacidad para:

(1) Portar continuamente no menos del 135% de la corriente nominal de la instalación de condensadores.

(2) Interrumpir la corriente de carga máxima permanente de cada condensador, banco o instalación de condensadores, que se controle como una unidad.

(3) Soportar la máxima corriente de interrupción, incluidas las contribuciones de las instalaciones adyacentes de condensadores.

(4) Transportar las corrientes debidas a fallas en el lado del interruptor de los condensadores.

(2) Aislamiento.

(a) General. Se debe instalar un medio para independizar todos: los condensadores, bancos de condensadores, o instalación de condensadores que se puedan sacar de servicio como una unidad, de todas las fuentes de tensión. El medio para independizar debe establecer una separación visible en el circuito eléctrico, adecuada para la tensión de funcionamiento.

(b) Interruptores de Independización o desconexión sin Capacidad Nominal de interrupción. Los interruptores de independización o desconexión (sin capacidad nominal de interrupción) deben ir enclavados con el dispositivo de interrupción de carga o deben estar dotados de señales de advertencia bien visibles, para evitar la interrupción de la corriente de carga.

(3) Requisitos adicionales para condensadores instalados en serie. Se debe asegurar la secuencia de conmutación apropiada, mediante el uso de uno de los medios siguientes:

(1) Conmutadores de independización y derivación de secuencia mecánica

(2) Enclavamientos

(3) Un procedimiento de conmutación que este claramente explicado en el lugar de los interruptores.

(H) Baterías de acumuladores. Se deberán hacer las provisiones para la suficiente difusión y ventilación de los gases de las baterías para impedir la acumulación de una mezcla explosiva.

ARTICULO 430

Equipos e instalaciones de propósito específico

430.1 Avisos luminosos e iluminación de contorno.

(A) Medios de desconexión. Todos los sistemas de avisos luminosos e iluminación de contorno o circuito

del alimentador o ramal, que alimenten un sistema de avisos luminosos o iluminación de contorno, deben estar controlados por un interruptor o interruptor automático operable desde el exterior que abra todos los conductores no puestos a tierra. Los medios de desconexión para avisos luminosos y sistemas de iluminación de contorno deberán ser accesibles y a la vista desde su equipo.

Excepción No.1: No son necesarios medios de desconexión para los indicadores de salida ubicados en el interior de un edificio.

Excepción No.2: No son necesarios medios de desconexión para Los avisos luminosos que se conecten con cordón y clavija de conexión.

(B) Ubicación.

(1) A la vista del aviso luminoso. El medio de desconexión debe estar al alcance de la vista desde el aviso luminoso o iluminación de contorno, que controle. Cuando el medio de desconexión este fuera del alcance de la vista desde cualquier parte que pueda estar energizada, el medio de desconexión se debe poder bloquear en la posición abierto.

(2) A la Vista del controlador. Los siguientes se aplicaran a avisos luminosos o a sistemas iluminación de contorno operados mediante controladores electrónicos o electromecánicos localizados fuera del aviso luminoso o el sistema de iluminación de contorno:

(1) Se permitirá que los medios de desconexión estén localizados a la vista del controlador o en el mismo encerramiento que el controlador.

(2) Los medios de desconexión deberán desconectar los avisos luminosos o los sistemas de iluminación de contorno y el controlador de todos los conductores de alimentación no puestos a tierra.

(3) Los medios de desconexión se deberán diseñar de tal manera que ningún polo pueda accionarse independientemente y serán capaces de estar con candado en la posición abierto.

430.2 Grúas y polipastos electricos.

(A) Medios de desconexión.

(1) Medios de desconexión del conductor de carrilera. Entre los conductores de contacto de la carrilera y la fuente de alimentación se debe instalar un medio de desconexión. Ese medio de desconexión deberá estar conformado por el interruptor del circuito del motor, interruptor automático o interruptor en caja moldeada. El medio de desconexión deberá ser como se indica a continuación:

(1) fácilmente accesible y operable desde el suelo o desde el nivel del piso.

- (2) Capaz de quedar bloqueado en la posición abierta
- (3) Que abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra
- (4) Ubicado al alcance de la vista desde los conductores de contacto de la carrilera

(2) Medios de desconexión de las grúas y polipastos mono-riel.

(a) En las terminales que vienen de los conductores de contacto de la carrilera u otra fuente de alimentación para las grúas y polipastos mono-riel, se debe instalar un interruptor o interruptor automático del circuito del motor que se pueda bloquear en la posición abierto. Se debe instalar un interruptor, interruptor automático o de caja moldeada, del circuito del motor, que se pueda bloquear en la posición abierto.

(b) Se permitirá suprimir el medio de desconexión, cuando la instalación del polipasto mono-riel o puente grúa de propulsión manual, cumpla todas las condiciones siguientes:

(1) La unidad esta controlada desde el suelo o desde el nivel del piso.

(2) La unidad esta al alcance de la vista desde el medio de desconexión de la fuente de alimentación.

(3) No haya plataforma de trabajo fija, para el mantenimiento de la unidad.

(c) Cuando el medio de desconexión no sea fácilmente accesible desde la estación de control de la grúa o polipasto monorriel, en dicha estación se debe instalar un medio que permita abrir el circuito de potencia para todos los motores de las grúas o polipastos mono-riel.

(B) Interruptor de limite. Se debe instalar un interruptor de limite u otro dispositivo que evite que se bloquee la carga al sobrepasar el limite de seguridad superior de recorrido de todos los mecanismos elevadores.

(C) Distancia de seguridad. La dimensión del espacio de trabajo en la dirección de acceso a las partes energizadas que haya que: examinar, ajustar, revisar o mantener, mientras están energizadas, debe ser de 750 mm (2 1/2 ft) como mínimo. Cuando los controles estén encerrados en los gabinetes, la puerta o puertas, se deben abrir hasta 90 grados o deben ser desmontables.

430.3 Ascensores, pequeños ascensores de carga, escaleras y pasillos mecánicos, ascensores y elevadores para sillas de ruedas.

(A) Medios de desconexión. Se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores de alimentación de fuerza no puestos a tierra de cada unidad, diseñados de modo que no se pueda operar ningún polo independientemente. Cuando: un ascensor, escalera, o pasillo móvil o unidad de bombeo, estén conectados a maquinas de accionamiento múltiple, debe haber un medio para desconectar el motor o motores y solenoides de operación de la válvula de control. El medio de desconexión para los conductores de alimentación de fuerza principal no debe desconectar el circuito ramal requerido. Circuito ramal que alimenta equipos como:

- (1) Iluminación de cabina, tomacorriente (s), ventilación, calefacción y aire acondicionado
- (2) Cuarto de maquinas, iluminación y tomacorriente(s) del lugar de las maquinas
- (3) Iluminación y tomacorriente(s) del foso del ascensor

(1) Tipo. El medio de desconexión debe ser un interruptor con fusibles del circuito de motor, encerrado y operable externamente, o un interruptor automático que se pueda bloquear en posición abierto. El medio de desconexión debe ser un dispositivo listado.

(2) Operación. No se debe poder abrir ni cerrar el medio de desconexión desde cualquier otra parte del predio. Si en el foso del ascensor, cuarto de maquinas o en el sitio de la maquinaria, hay instalados rociadores automáticos, se permitirá que el medio de desconexión abra automáticamente el circuito que suministra corriente al ascensor o ascensores afectados antes de la salida de agua. No se permitirá que el medio de desconexión se cierre automáticamente. La alimentación solamente se debe restablecer manualmente.

(3) Ubicación. El medio de desconexión debe estar ubicado donde sea fácilmente accesible a personal calificado.

(a) En los ascensores sin control de campo del generador, el medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor. Las maquinas de accionamiento o los controladores de movimiento y operación que no estén al alcance de la vista desde el medio de desconexión deben estar dotados de un interruptor operado manualmente, instalado en el circuito del control para evitar el arranque. El interruptor o interruptores operados manualmente se deben instalar adyacentes a estos equipos. Cuando la maquina de accionamiento del ascensor este ubicada en un sitio remoto de la maquinaria, se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra de la alimentación principal y que pueda bloquearse en la posición abierto.

(b) En los ascensores con control de campo del generador. El medio de desconexión debe estar ubicado al alcance de la vista desde el controlador del motor, para el motor de accionamiento del grupo moto generador, en ascensores con control de campo del generador. Las maquinas de accionamiento, grupos moto generadores o controladores de movimiento y operación, que no estén al alcance de la vista desde el medio de desconexión, deben estar dotados de un interruptor de operación manual instalado en el circuito de control para evitar el arranque. El interruptor o interruptores de operación manual se deben instalar adyacentes a estos equipos. Cuando la maquina de accionamiento o el grupo moto generador estén ubicados en un sitio remoto de maquinaria, se debe instalar un solo medio que desconecte todos los conductores no puestos a tierra, del circuito de alimentación principal de fuerza y que pueda quedar bloqueado en posición abierto.

(c) En las escaleras y pasillos mecánicos. En las escaleras y pasillos mecánicos, el medio de desconexión se debe instalar en el espacio donde se ubica el controlador.

(d) En los ascensores y elevadores para sillas de ruedas. En los ascensores y elevadores para sillas de ruedas, el medio de desconexión se debe instalar al alcance de la vista desde el controlador del motor.

(4) Identificación y avisos. Cuando en un cuarto de maquinas haya mas de una maquina de accionamiento, los medios de desconexión deben estar numerados para indicar claramente las maquinas de accionamiento que controlan. Los medios de desconexión deben estar dotados de un aviso que indique la ubicación del lado de la alimentación del dispositivo de proteccion contra sobrecorriente.

(B) Potencia desde mas de una fuente. En las instalaciones de ascensores con una o varias cabinas, los equipos que reciban alimentación eléctrica desde mas de una fuente, deben tener un medio de desconexión para cada fuente de potencia eléctrica. Los medios de desconexión deben estar al alcance de la vista desde el equipo que alimenten.

(C) Aviso de advertencia de varios medios de desconexión.

Cuando existan varios medios de desconexión y haya partes de los controladores que permanezcan energizadas desde fuentes diferentes a la que esta desenergizada, 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

(D) Interconexión de controladores de varias cabinas. Cuando sea necesaria la interconexión entre controladores para la operación de sistemas e instalaciones de varias cabinas, que permanezcan energizadas desde una fuente distinta a la desconectada, se debe instalar un aviso de advertencia de acuerdo con 430.3(C) sobre o al lado de los medios de desconexión.

(E) Medios de desconexión de la iluminación de cabina, tomacorriente(s), ventilación. Los ascensores deberán tener un solo medio de desconexión para desconectar todos los conductores de alimentación de energía no puestos a tierra de iluminación de cabina, tomacorriente (s) y ventilación para la cabina del ascensor. Los medios de desconexión deberán ser un conmutador con fusibles o interruptor automático de circuito de motor encerrados operables desde el exterior capacitados para estar con candado en la posición abierto y deberán estar localizados en el cuarto de maquinas o cuarto de control para esa cabina del ascensor. Cuando no hay cuarto de maquinas o cuarto de control, los medios de desconexión se deberán localizar en el mismo espacio que los medios de desconexión exigidos en 430.3(A) (2). Los medios de desconexión se deberán numerar para que correspondan al numero de identificación de la cabina del ascensor cuya fuente de iluminación controlan. Los medios de desconexión deberán tener un aviso que identifique la localización del lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Cuando no hay cuarto de maquinas o cuarto de control, los medios de desconexión se deberán localizar en el mismo espacio que los medios de desconexión exigidos en 430.3 (A) (2). Los medios de desconexión se deberán numerar para que correspondan al numero de identificación de la cabina del ascensor cuya fuente de iluminación controlan.

(F) Medios de desconexión de calefacción y aire acondicionado. Los ascensores deberán tener un solo medio de desconexión para desconectar todos los conductores de suministro de energía no puestos a tierra de calefacción y aire acondicionado de cabina para esa cabina de ascensor. Los medios de desconexión deberán ser un conmutador con fusibles o interruptor automático de circuito de motor encerrados operables desde el exterior capacitados para estar con candado en la posición abierto y deberán estar localizados en el cuarto de maquinas o cuarto de control para esa cabina del ascensor. Cuando hay equipos para mas de una cabina de ascensor en el cuarto de maquinas, los medios de desconexión se deberán numerar para que correspondan al numero de identificación de la cabina del ascensor cuya fuente de iluminación controlan. Los medios de desconexión deberán tener un aviso que identifique la localización del lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

(G) Medios de desconexión de equipos de utilización. Cada circuito ramal para otros equipos de utilización deberán tener un solo medio para desconectar todos los conductores no puestos a tierra. Los medios de desconexión deben tener la capacidad de estar con candado en la posición abierto y deberán estar localizados en el cuarto de maquinas o cuarto de control / espacio de maquinas o espacio de control. Cuando hay más de un circuito ramal para otros equipos de utilización, los medios de desconexión se deberán numerar para que correspondan con el número de identificación del equipo servido. Los medios de desconexión deberán tener un aviso que identifique la localización del lado del suministro del dispositivo de protección contra sobrecorriente.

(H) Controladores de motores. Se permitirá instalar los controladores de motores fuera de los sitios especificados aquí, siempre que estén en encerramientos con puertas o paneles removibles que se puedan dejar bloqueados en la posición cerrado y que el medio de desconexión este ubicado al lado o forme parte integral del controlador. Se permitirá instalar los encerramientos de los controladores de motores de escaleras o pasillos mecánicos en las barandas laterales al lado del pasillo, pero lejos de los

escalones o tramos móviles. Si el medio de desconexión forma parte integral del controlador, debe ser operable sin abrir el encerramiento.

430.4 Soldadores electricos - medios de desconexión.

(A) Soldadores de arco. En el circuito de alimentación de cada soldador de arco que no este equipado con un medio de desconexión que forme parte integral del soldador, se debe instalar un medio de desconexión. Este medio debe ser un interruptor o interruptor automático, y su capacidad nominal no debe ser menor a la necesaria para ofrecer una proteccion contra sobrecorriente.

(B) Soldadores por resistencia. Se debe proporcionar un interruptor o interruptor automático, que permita desconectar todos los soldadores de arco y sus equipos de control del circuito de alimentación. La capacidad nominal de corriente de ese medio de desconexión no debe ser menor que la de los conductores de alimentación. Cuando un circuito alimenta solo un soldador, se permitirá como medio de desconexión el interruptor del circuito de alimentación.

430.5 Equipos de informática - Medios de desconexión. Se debe instalar un medio que desconecte la alimentación a todos los equipos electrónicos que haya en una sala de equipos de informática. También debe instalarse otro medio similar que desconecte la alimentación de todos los sistemas dedicados de CVAA que alimenten la sala y haga que se cierren todas las necesarias compuertas para humo y fuego. El control de estos medios de desconexión debe agruparse e identificarse y ser fácilmente accesible desde las puertas principales de salida. Se permitirá que un solo medio de desconexión controle tantos los equipos electrónicos como los sistemas de CVAA.

430.6 Equipos de rayos X.

(A) Medios de desconexión. En el circuito de alimentación se debe instalar un medio de desconexión de capacidad adecuada, para mínimo: el 50 % de la corriente necesaria para el régimen momentáneo o el 100 % de la corriente necesaria para el régimen de larga duración del equipo de rayos X, de los dos valores el mayor. El medio de desconexión debe ser operable desde un lugar fácilmente accesible desde el puesto de control del aparato de rayos X. En los equipos conectados a un circuito ramal de 120 V nominales, y de 30 A o menos, se permitirá que el medio de desconexión sea un tomacorriente y una clavija del tipo con polo a tierra de capacidad nominal adecuada.

(B) Control independiente. Cuando desde el mismo circuito de alta tensión se opere más de un aparato de rayos X, cada aparato o grupo de aparatos que formen una unidad, deben estar dotados de un interruptor de alta tensión o medio de desconexión equivalente. Dicho medio de desconexión debe estar construido, encerrado o ubicado, de modo que impida que las personas puedan entrar en contacto con partes energizadas.

(C) Control - Equipos para laboratorios comerciales e industriales.

(1) Equipos radiográficos y fluoroscópicos. Todos los equipos de tipo radiográfico o fluoroscópico deben estar eficazmente encerrados o deben disponer de enclavamientos que desenergicen automáticamente el equipo, para evitar el fácil acceso a las partes energizadas portadoras de corriente.

(2) Equipos de difracción e irradiación. Los equipos de difracción y de irradiación o instalaciones no encerradas eficazmente ni provistas de enclavamientos para evitar el acceso a las partes energizadas portadoras de corriente activas durante el funcionamiento, deben estar dotados de un medio que indique claramente cuando estén energizados. Ese medio debe ser: una luz piloto, un medidor de aguja visible u otro medio equivalente.

430.7 Equipo de calentamiento par inducción y calentamiento dieléctrico.

(A) General. Las Secciones 430.7(B) y 430.7(C) tratan sobre la construcción e instalación de los equipos de calentamiento por inducción y dieléctrico y sus accesorios para aplicaciones industriales y científicas, pero no para aplicaciones médicas o dentales, artefactos ni equipos para calentamiento de tuberías y recipientes a la frecuencia de la línea.

(B) Resguardo, puesta a tierra y rotulado.

(1) Encerramientos. Los aparatos de conversión (incluida la línea de c.c.) y los circuitos eléctricos de alta frecuencia (excluidos los circuitos de salida y los de control remoto) deben estar totalmente contenidos dentro de un encerramiento o encerramientos de material no combustible.

(2) Paneles de control. Todos los paneles de control deben ser de tipo de frente muerto.

(3) Acceso a los equipos internos. Se deben emplear puertas o paneles desmontables, para el acceso al interior. Cuando se usen puertas para acceder a tensiones de 500 a 1000 V de c.a. o c.c., se deben instalar cerraduras o enclavamientos. Cuando las puertas den acceso a tensiones superiores a 1000 V de c.a. o c.c., se deben instalar cierres mecánicos con un medio de desconexión que impida el acceso a los equipos hasta que queden sin tensión o dispondrá de puerta con enclavamiento y con cerradura. Los paneles desmontables no utilizados normalmente para el acceso a esas partes, se deben sujetar de modo que resulte difícil desmontarlos.

(4) Avisos o rótulos de precaución. Todos los equipos deben llevar pegadas etiquetas o avisos de precaución con la inscripción "PELIGRO - ALTO VOLTAJE - MANTENGASE ALEJADO" que deben ser claramente visibles para toda persona no autorizada que pueda entrar en contacto con partes energizadas, incluso aunque las puertas estén abiertas o se hayan quitado los paneles de los armarios que contengan equipos a más de 250 V de c.a. 0 c.c;:.

(5) Blindajes de Aplicadores de Calentamiento dieléctrico. Se deberán utilizar cajas protectoras o blindaje adecuado para resguardar los aplicadores de calentamiento dieléctrico. Se deberán utilizar conmutadores de ínter bloqueo en todas las puertas de acceso abisagradas, paneles deslizantes u otros medios de acceso del aplicador. Todos los interruptores de enclavamiento se deben conectar de modo, que cuando se abra uno solo de los paneles o puertas de acceso, interrumpa toda la alimentación desde el aplicador.

(6) Medios de desconexión. Se debe instalar un medio de desconexión fácilmente accesible, que permita independizar cada equipo de su circuito de alimentación. El medio de desconexión debe ubicarse de modo que sea visible desde el controlador, 0 que se pueda bloquear en la posición abierto. La corriente nominal de esos medios de desconexión no debe ser menor a la corriente nominal que conste en la placa de características de los equipos. Cuando el circuito de alimentación alimente un solo equipo, se permitirá que el medio de desconexión del circuito, lo sea también del equipo de calentamiento.

(C) Control remoto.

(1) Múltiples puntos de control. Cuando se utilizan múltiples puntos de control para la energización del aplicador, se deberá proveer un medio e interbloques de tal manera que el aplicador pueda energizarse desde un solo punto de control a la vez. Se deberá proveer en cada punto de control un medio para desenergizar el aplicador.

(2) Interruptores de pedal. Los interruptores accionados por presión del pie, deben estar provistos de un escudo protector, sobre el botón de contacto, para evitar el cierre accidental del interruptor.

430.8 Celdas electrolíticas.

(A) Alcance. Estas disposiciones para celdas electrolíticas se aplicaran a la instalación de los componentes electricos y equipos accesorios de celdas electrónicas, líneas de celdas electrolíticas, y fuentes de alimentación, para los procesos de producción de: aluminio, cadmio, fluor, cloro, cobre, peroxido de hidrogeno, magnesio, sodio, clorato de sodio y zinc. Estas estipulaciones no comprenden las celdas utilizadas como fuentes de energía eléctrica para procesos galvanoplásticos ni las utilizadas para la producción de hidrogeno.

(B) Definiciones. Para los propósitos de 430.8, se aplicaran las siguientes definiciones.

Línea de celdas. Conjunto de celdas electrolíticas interconectadas eléctricamente entre si y alimentadas par una fuente de c.c.

Accesorios y equipos auxiliares de líneas de celdas. Los accesorios y equipos auxiliares de líneas de celdas incluyen, pero no están limitados a: Tanques auxiliares, tuberías de procesos, conductos de trabajo, soportes estructurales, conductores expuestos de líneas de celdas, conduits y otras canalizaciones, bombas, equipos de posicionamiento y dispositivos electricos de desconexión o derivación de celdas. Los equipos auxiliares comprenden: herramientas, maquinas de soldar, crisoles, y otros equipos portátiles, utilizados para el funcionamiento y mantenimiento, dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas electrolíticas. En la zona de trabajo de la línea de celdas, el equipo auxiliar incluye, las superficies conductoras expuestas de las grúas no puestas a tierra y equipos montados en ellas para el mantenimiento de las celdas.

Celda electrolítica. Depósito o tanque, en el que se producen reacciones electroquímicas originadas por el paso de una corriente eléctrica, con el fin de refinación o producción de materiales útiles.

Zona de trabajo de líneas de celdas electrolíticas. Es el espacio en el que se lleva a cabo normalmente el funcionamiento y los trabajos de mantenimiento de las celdas electrolíticas, sobre o en las cercanías de las superficies energizadas expuestas de las líneas de celdas electrolíticas o de sus accesorios.

(C) líneas de celdas electrolíticas. Las líneas de celdas electrolíticas deben cumplir las disposiciones de los Artículos 400, 410, 420 Y 430, excepto como se exime de 430.8(C)(1) a 430.8(C) (4).

(1) Conductores. No se exigirá que los conductores de la línea de celdas electrolíticas cumplan las disposiciones del Artículo 400 y 410.2 y 410.3.

(2) Proteccion contra sobrecorriente. No se exigirá que los dispositivos de proteccion contra sobrecorriente de los circuitos de alimentación de procesos de celdas electrolíticas de c.c. cumplan los requisitos de 410.5.

(3) Puesta a tierra. No se exigirá que los equipos ubicados o utilizados dentro de la zona de trabajo de las líneas de celdas electrolíticas o asociadas con los circuitos de alimentación de c.c. de las mismas, cumplan lo establecido en Sección 410.6.

(4) Zona de trabajo. No se exigirá que: las celdas electrolíticas, los accesorios de la línea de celdas, y el alambrado de los equipos y dispositivos auxiliares, instalados en su zona de trabajo, cumplan lo establecido en Artículo 400, 410.2 Y 410.3.

(D) Medios de desconexión.

(1) Mas de una fuente de alimentación para procesos. Cuando más de una fuente de alimentación de c.c. para procesos de líneas de celdas sirva a las mismas, se debe instalar un medio de desconexión en el lado del circuito de la línea de celdas para cada fuente de alimentación, con el fin de desconectarlas del circuito de la línea de celdas.

(2) Puentes o conductores desmontables. Se permitirá usar como medio de desconexión los puentes o conductores desmontables.

(E) Equipos electricos portátiles.

(1) Equipos electricos portátiles que no se deben poner a tierra. Los bastidores y encerramientos de los equipos electricos portátiles, utilizados en la zona de trabajo de la línea de celdas, no se deben poner a tierra.

Excepción No.1: Cuando la tensión de la línea de celdas no supere los 200 V c.c., se permitirá poner a tierra dichos bastidores y encerramientos.

Excepción No.2: Se permitirá poner a tierra dichos bastidores y encerramientos, cuando estén resguardados.

(2) Marcado. Los equipos electricos portátiles no puestos a tierra, deben estar marcados claramente y tener tomacorrientes y clavijas de una configuración tal que impidan su conexión a tomacorrientes con puesta a tierra y así mismo el intercambio accidental de equipos electricos portátiles puestos y no puestos a tierra.

(F) Circuitos de alimentación y tomacorrientes para equipos electricos portátiles.

(1) Circuitos Independientes. Los circuitos que alimenten tomacorrientes no puestos a tierra para equipos manuales conectados mediante cordón, deben ser independientes eléctricamente de cualquier sistema de distribución que alimente distintas áreas de las de zonas de trabajo de línea de celdas y no deben estar puestos a tierra. La alimentación para estos circuitos debe proceder de transformadores de aislamiento. Los primarios de dichos transformadores no deben funcionar a más de 600 V entre fases y deben estar adecuadamente protegidos contra sobrecorriente. La tensión del secundario de dichos transformadores no debe superar los 300 V entre conductores, todos los circuitos alimentados por dichos secundarios no deben ser puestos a tierra, deben tener instalado en cada conductor un dispositivo de protección contra sobrecorriente aprobado y de capacidad nominal adecuada.

(2) No intercambiables. Los tomacorrientes y clavijas de los equipos no puestos a tierra no deben permitir la conexión para conductor de puesta a tierra y su configuración debe ser tal que impida el uso de equipos que requieran de puesta a tierra.

(3) Marcado. Los tomacorrientes instalados en circuitos alimentados por un transformador de aislamiento con secundario no puesto a tierra, deben tener una configuración distintiva, estar claramente marcados y no se deben instalar en ningún otro lugar de la planta.

(G) Equipos electricos fijos y portátiles.

(1) Equipos electricos a los que no se les exige estar puestos a tierra. No se exigirá poner a tierra los sistemas de c.a. que alimenten equipos electricos fijos y portátiles, que haya dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas.

(2) Superficies conductoras expuestas a las que no se les exige estar puestas a tierra. No se exigirá poner a tierra las superficies conductoras expuestas como: las carcasas de los equipos electricos, los armarios, cajas, motores, canalizaciones, y similares, que se encuentren en la zona de trabajo de la línea de celdas.

(3) Métodos de alambrado. Los equipos electricos auxiliares como: motores, transductores, sensores, dispositivos de control y alarmas, montados en una celda electrolítica o sobre cualquier superficie

energizada, se deben conectar al sistema de alambrado de la propiedad, por alguno de los medios siguientes:

(1) Cordones multiconductores de uso pesado.

(2) Cables o alambres, en canalizaciones adecuadas o bandejas portacables, metálicas o no metálicas. Si la instalación se hace en: conduit metálico, bandejas portacables, cables blindados u otros medios metálicos similares, se deben instalar con separaciones aislantes para que no produzcan una condición eléctrica potencialmente peligrosa.

(4) Protección de los circuitos. No se exigirá proteger los circuitos de los controladores e instrumentos, que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas.

(5) Conexión equipotencial. Se permitirá conectar equipotencialmente los equipos eléctricos fijos, a las superficies energizadas, de la línea de celdas, a sus accesorios o equipos auxiliares. Cuando se monte un equipo eléctrico fijo sobre una superficie conductiva energizada, se debe conectar equipotencialmente a la misma.

(H) Conexiones auxiliares no eléctricas. Las conexiones auxiliares no eléctricas de las celdas electrolíticas, como: Mangueras de aire, mangueras de agua, y similares, sus accesorios o equipos auxiliares, no deben tener continuidad eléctrica mediante: Alambres de refuerzo, pantallas, blindajes y similares. Las mangueras deben ser de material no conductor.

(I) Grúas y polipastos eléctricos.

(1) Superficies conductoras que deben estar aisladas de tierra. No se exigirá poner a tierra, las superficies conductoras de grúas y polipastos eléctricos, que entren en la zona de trabajo de la línea de celdas. Las partes de las grúas o elevadores aéreos que estén en contacto con una celda electrolítica energizada o sus accesorios energizados, deben estar aislados de tierra.

(2) Condiciones eléctricas peligrosas. Los controles remotos de grúas o polipastos eléctricos, que puedan introducir condiciones eléctricas peligrosas dentro de la zona de trabajo de la línea de celdas, deben estar dotados de uno o más de los siguientes sistemas:

(1) Circuito de control independiente y no puesto a tierra, de acuerdo con 430.8(F) (1)

(2) Cuerda no conductora del operador

(3) Pulsador colgante con medias de soporte no conductoras, y con superficies no conductoras o superficies conductoras expuestas no puestas a tierra.

(4) Radio

430.9 Maquinas de riego accionadas o controladas eléctricamente.

(A) Protección contra descargas atmosféricas. Si una maquina de riego tiene un punto fijo, se debe conectar el sistema del electrodo de puesta a tierra a la maquina en el punto fijo, para protección contra descargas atmosféricas.

(B) Medio principal de desconexión. El medio principal de desconexión de la maquina debe protegerla también contra sobrecorriente y estar en el punto de conexión de la maquina de alimentación, o debe estar visible a no más de 50 pies (15.2 m) de la maquina, fácilmente accesible y poderse bloquear en la posición abierto. Este medio de desconexión debe tener una corriente nominal y una potencia nominal, no inferiores a las exigidas por el controlador principal.

430.10 Piscinas, fuentes, e instalaciones similares.

(A) Alcance. Las Secciones 430.10(B) a 430.10(F) se aplicaran a la construcción e instalación de alambrado eléctrico para los equipos y los equipos que hay dentro o al lado de: las piscinas deportivas, recreativas, terapéuticas, y decorativas; fuentes, bañeras termales, spas y bañeras de hidromasajes, ya sea permanentes o portátiles, así como de sus equipos electricos auxiliares como: bombas, filtros y similares. Las piscinas terapéuticas en instalaciones de asistencia medica estarán exentas de estas disposiciones.

(B) Tomacorrientes.

(1) Localización de sistemas de circulación e higienización. Los tomacorrientes que proveen la energía eléctrica para los motores de las bombas de agua para u otras cargas directamente relacionadas con el sistema de circulación e higienización se deberán localizar por lo menos a 3 m (10 ft) de las paredes internas de la piscina o no menos de 1.5 m (5 ft) de las paredes internas de la piscina si cumplen todas las siguientes condiciones:

(1) Son tomacorrientes sencillos

(2) Emplean la configuración de bloqueo

(3) Son del tipo de puesta a tierra

(4) Tienen proteccion GFCI

(2) Localización de otros tomacorrientes. Otros tomacorrientes deberán estar a no menos de 3 m (10 ft) de las paredes internas de la piscina.

(3) Proteccion GFCI. Todos los tomacorrientes de 125 voltios localizados dentro de 6 m (20 ft) de las paredes internas de una piscina o fuente deberán estar protegidos par interruptor automático contra falla a tierra. Los tomacorrientes que suministran motores de bombas de la piscina y que tienen valores nominales de 15 o 20 amperios, 120 voltios a 240 voltios, monofasicos, deberán estar provistos con proteccion GFCI.

(4) Medidas. Al determinar las dimensiones en 430.10 relacionadas con el espacio entre tomacorrientes, la distancia que se debe que medir será la menor trayectoria que el cordón de alimentación de un artefacto conectado al tomacorriente seguiría sin agujerear el piso, pared, cielo raso, puerta de salida con bisagras o deslizante, abertura de ventana u otra efectiva barrera permanente.

(C) Salidas para alumbrado, accesorios de alumbrado y ventiladores de techo (de paletas).

(1) Distancias de seguridad de nuevas instalaciones Exteriores. No se deben instalar salidas para alumbrado, accesorios de alumbrado ni ventiladores de techo (de paleta) sobre las piscinas o sobre el área que se extiende 1.5 m (5 ft) horizontalmente desde las paredes interiores de las mismas, a menos que ninguna parte del accesorio de alumbrado o del ventilador de techo este a menos de 3.7 m (12 ft) de altura sobre el nivel máxima de la superficie del agua.

(2) Distancia de seguridad en interiores. Para instalaciones en áreas de piscinas interiores, las distancias de seguridad serán las mismas que para áreas exteriores, a menos que se modifique en este párrafo. Si el circuito ramal que alimenta los equipos esta protegido par un interruptor automático contra falla a tierra, en cuyo caso se permitirán los siguientes equipos a una altura no inferior a 2.3 m (7 ft 6 in.) par encima del máximo nivel del agua de la piscina:

(1) Luminarias (accesorios o apliques) completamente encerradas

(2) Ventiladores (de paletas) suspendidos del cielo raso identificados para uso bajo estructuras de cielos rasos como las que se proveen en porches o patios.

(3) Instalaciones existentes. Luminarias existentes y salidas de alumbrado localizadas a menos de 1.5 m (5 ft) medido horizontalmente desde las paredes interiores de una piscina estarán a no menos de 1.5 m (5 ft) por encima, de la superficie del máximo nivel del agua, se deberán fijar de manera rígida a la estructura existente y se deberán proteger con interruptor automático contra falla a tierra.

(4) Protección GFCI en áreas adyacentes. Luminarias, salidas de alumbrado, y ventiladores (de paletas) suspendidos del cielo raso instalados en el área que se extiende entre 1.5 m (5 ft) Y 3 m (10 ft) horizontalmente desde las paredes internas de una piscina se deberán proteger con un interruptor automático contra falla a tierra a menos que se instalen a no menos de 1.5 m (5 ft) por encima del máximo nivel del agua y rígidamente fijos a la estructura adyacente a o que encierra la piscina.

(5) Luminarias conectadas con cordón y clavija. Las luminarias conectadas con cordón y clavija (apliques de iluminación) deberán cumplir con 430.10(C)(5) (a) a 430.10(C)(5) (c) cuando estén instaladas dentro de 4.9 m (16 ft) de cualquier punto de la superficie del agua, medida de radio.

(a) Longitud. Para piscinas que no sean de almacenamiento, el cordón no deberá exceder 900 mm (3 ft) en longitud.

(b) Puesta a tierra de equipos. El cordón flexible deberá tener un conductor de puesta a tierra de equipos de cobre de calibre no inferior a 12 AWG. El cordón deberá terminar en una clavija del tipo de puesta a tierra.

(c) Construcción. Los conductores de puesta a tierra de equipos se deberán conectar a una parte metálica fija del conjunto. La parte removible se deberá montar en o conectada equipotencialmente a la parte metálica fija.

(D) Dispositivos de conmutación. Los dispositivos de conmutación se deberán localizar por lo menos a 1.5 m (5 ft) horizontalmente de las paredes internas de la piscina a menos que estén separadas de la piscina por una cerca, pared u otra barrera sólida permanente. Alternativamente, se permitirá un conmutador que este listado *como* aceptable para uso dentro de 1.5 m (5 ft).

(E) Equipos bajo agua.

(1) Diseño de luminarias, operación normal. El diseño de una luminaria, para instalación bajo el agua alimentada directamente o por medio de un transformador desde un circuito ramal, deberá ser tal que cuando la luminaria se encuentra debidamente instalada sin un interruptor automático contra falla a tierra, no hay peligro de choque con cualquier posible combinación de condiciones de falla durante su uso normal.

(2) Protección GFCI, cambio. Se deberá instalar un interruptor automático contra falla a tierra en el circuito ramal que alimenta las luminarias que operan a no mas de 15 voltios, de tal manera que no haya peligro de choque. La instalación del interruptor automático contra falla a tierra deberá ser tal que no haya peligro de choque con cualquier probable combinación de condición de falla que involucre a una persona en una trayectoria conductiva desde cualquier parte no puesta a tierra del circuito ramal o de la luminaria, a tierra. Se dará cumplimiento a esta exigencia al utilizar una luminaria para uso bajo agua, listada y mediante la instalación de un interruptor automático contra falla a tierra en el circuito ramal.

(3) Limitación de la tensión. No se instalaran luminarias para operación con circuitos de alimentación que tengan una tensión superior a 150 voltios entre conductores.

(4) Localización, luminarias de pared (Aplicques). Las luminarias montadas en las paredes se deberán instalar con la parte superior del difusor de la luminaria por lo menos a 450 mm (18 in.) por debajo del nivel normal de agua de la piscina, a menos que la luminaria este listada e identificada para su uso a una profundidad de no menos de 100 mm (4 in.) por debajo del nivel normal de agua de la piscina.

(5) Luminarias montadas en el fondo (Aplicques). Una luminaria que alumbre hacia arriba tendrá el difusor adecuadamente resguardado para evitar que alguna persona llegue a estar en contacto con el.

(6) Dependencia de sumersión. Las luminarias que dependen de estar sumergidas para operar con seguridad deberán estar inherentemente protegidas contra los peligros de sobrecalentamiento cuando no estén sumergidas.

(7) Cumplimiento. Se obtendrá el cumplimiento con estas exigencias al utilizar luminarias bajo agua listadas y mediante la instalación en el circuito ramal de interruptores automáticos contra falla a tierra listados o un transformador listado para luminarias que trabajan a no mas de 15 voltios.

(F) Fuentes: Interruptor de circuito contra fallas a tierra. En el circuito ramal que alimenta los equipos electricos de la fuente, se debe instalar un interruptor de circuito contra fallas a tierra, a menos que el equipo este listado para operar a 15 voltios o menos y este alimentado por un transformador.

430.11 Carnavales, circos, ferias y eventos similares.

(A) Distancias de seguridad de conductores aéreos.

(1) Distancias verticales de seguridad. Conductores deberán tener una distancia de seguridad a tierra de acuerdo con 410.7(B). Estas distancias de seguridad se aplicaran solo al alambrado instalado fuera de tiendas y concesiones.

(2) Distancias de seguridad a los juegos y atracciones. Los juegos y las atracciones de diversión se deben mantener a no menos de 4.5 m (15 ft) en cualquier dirección de los conductores aéreos que operan a 600 voltios o menos, excepto para los conductores que alimentan el juego o la atracción de diversión. Los juegos o atracciones de diversión, no deben estar ubicados par debajo o a menos de 4.5 m (15 ft) horizontalmente de los conductores que operan a mas de 600 voltios.

(B) Proteccion de los equipos electricos. A los equipos electricos y los métodos de alambrado en o sobre: juegos, concesiones, u otras unidades, se les deberán proveer proteccion mecánica cuando esos equipos o métodos de alambrado son objeto de daño físico.

(C) Resguardo - acometidas. El equipo de acometida no se deberá instalar en un lugar que sea accesible a personas no calificadas, a menos que el equipo se pueda cerrar con llave.

(D) Métodos de alambrado

(1) Tipo. Cuando se utilicen cordones o cables flexibles, y no estén expuestos a daño físico, se permitirá que estén listados para uso extra pesado. Cuando se usen en exteriores, los cordones y cables flexibles, también deben estar listados para lugares mojados, y deben ser resistentes a la luz del sol. Se permitirán cordones y cables para uso extra pesado como alambrado permanente sobre los juegos y atracciones de diversión donde no estén sujetos a daño físico.

(2) Conductor sencillo. Solo se permitirán cables de un solo conductor de calibre No.2 o mayor.

(3) Conductores a la vista. Están prohibidos los conductores a la vista, excepto si forman parte de un conjunto o guirnalda de luces, listados e instalados, de acuerdo con la Sección 410.7.

(4) Empalmes. Los cables o cordones flexibles deben ser continuos y sin empalmes ni derivaciones entre las cajas o herrajes. No debe haber conectores de cables en el suelo, a menos que estén listados para lugares húmedos. Los conectores y conexiones de cables, no se deben colocar en pasos de tráfico de público o dentro de áreas accesibles al público, a menos que estén resguardados.

(5) Conectores de cordón. Conectores de cordón no se deberán extender sobre el piso a menos que estén listados, para lugares mojados. Los conectores y las conexiones de los cables no se localizarán en las trayectorias de tráfico del público o dentro de áreas accesibles al público a menos que estén resguardados.

(6) Apoyo. El alambrado de: un juego, atracción, tienda o estructura similar, no debe estar apoyada en ningún otro juego o estructura, a menos que este diseñado específicamente para este propósito.

(7) Protección. Los cordones flexibles o cables accesibles al público, deberán organizarse para minimizar los peligros : de disparo y se les permitirá estar cubiertos con mantas no conductoras, teniendo en cuenta que la cubierta con mantas no constituya un mayor peligro de disparo que los cables no cubiertos. Se permitirá enterrar cables. estar cubiertos por estereras o tapetes aprobados no conductores. Los cables y tapetes, se deben colocar de modo que no presente riesgo de poder tropezar con ellos.

(8) Cajas y herrajes. En cada: punto de conexión, de salida, de interrupción o de unión, se debe instalar, una caja o herraje.

(E) Juegos, tiendas, y concesiones.

(1) Medios de desconexión. Cada juego/s y concesión deberá/n estar provisto/s con un interruptor de desconexión con fusibles o un interruptor automático localizados a la vista y dentro de 1.8 m (6 ft) de la estación del operador. Los medios de desconexión deberán ser fácilmente accesibles al operador, el encerramiento del interruptor o interruptor automático deberá ser del tipo con infraestructura para candado. Se permitirá como método para abrir el circuito una bobina de disparo que abra el desconectador con fusibles o el interruptor automático cuando el conmutador localizado en la consola del operador del juego esta cerrado.

(2) Alambrado provisional dentro de tiendas y concesiones. El alambrado eléctrico para alumbrado provisional colocado dentro de tiendas y concesiones, se debe instalar firmemente, y en donde este expuesto a daño físico, debe contar con protección mecánica. Todas las bombillas provisionales para iluminación general, deben estar protegidas de ruptura accidental, mediante un accesorio adecuado o un porta bombillas con protector.

(F) Protección del personal mediante interruptores de circuito contra falla a tierra.

(1) Tomacorrientes de 125 V, a 15A y 20A, para uso general. Todas las salidas de tomacorrientes monofasicos de 125 V, a 15 A y 20 A, usadas por el personal, deben tener protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra, certificados para protección personal. Se permitirá que el interruptor de circuito contra falla a tierra sea una parte integral de la clavija de conexión o este localizada en el cordón de alimentación, a una distancia no mayor de 12 in (305 mm) de la clavija. Para los propósitos de esta Sección, se permitirán juegos de cordones listados, que incorporen protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra. El alumbrado de salida no se debe conectar a las terminales del lado de carga de un tomacorriente con interruptor de circuito contra falla a tierra.

(2) Tomacorrientes para artefactos. Los tomacorrientes que alimentan elementos tales como equipos de cocción y refrigeración, los cuales son incompatibles con interruptores automáticos por falla a tierra, no se les exigirá que tengan protección con interruptores automáticos por falla a tierra.

(3) Otros tomacorrientes. Se permitirá que otras salidas de tomacorriente no tratadas en 430.10(F) (1) y 430.10(F) (2), tengan protección mediante interruptores de circuito contra falla a tierra para el personal, o se deberá contar con un procedimiento escrito cuyo cumplimiento sea exigido en el sitio, por una o más personas designadas para este fin, para garantizar la seguridad de los conductores de puesta a tierra de equipos para todos los conjuntos de cordones y tomacorrientes.

(G) Conexión equipotencial de equipos. Se deben conectar equipotencialmente los siguientes equipos, cuando estén conectados a la misma fuente de alimentación:

(1) Canalizaciones metálicas y cables con forro metálico.

(2) Encerramientos metálicos de los equipos eléctricos.

(3) Estructuras y partes metálicas de los parques de atracciones, concesiones, remolques, camiones u otros equipos que contengan o sirvan de apoyo a equipos eléctricos

(H) Conductor de puesta a tierra de equipos. Todos los equipos que requieran estar puestos a tierra deberán estar puestos a tierra mediante un conductor de puesta a tierra de equipos. El conductor de puesta a tierra de equipos deberá estar conectado equipotencialmente al conductor del sistema puesta a tierra en los medios de desconexión de la acometida o en el caso de un sistema derivado independientemente tal como un generador, en el generador o primer medio de desconexión alimentado por el generador. El conductor del circuito puesto a tierra no se deberá conectar al conductor de puesta a tierra de equipos en el lado de la carga de los medios de desconexión de la acometida o en el lado de la carga de los medios de desconexión de un sistema derivado independientemente.

(I) Aseguramiento de la continuidad del conductor de puesta a tierra. La continuidad del sistema del conductor de puesta a tierra utilizado para reducir los peligros de choque eléctrico se deberá verificar cada vez que se conecten los equipos eléctricos.

ARTICULO 440

Lugares (clasificados como) PELIGROSOS, Clase : I, II y III, Divisiones 1 y 2, y clase I, Zonas 0,1 y 2.

440.1 Alcance. Este artículo trata los requisitos de equipos eléctricos y alambrado en lugares que están clasificados dependiendo de las propiedades de: vapores, Líquidos o gases inflamables; o polvos o fibras que pueden estar presentes ahí y la probabilidad de que una concentración o cantidad inflamable o combustible este presente. Lugares (clasificados como) peligrosos se pueden encontrar en instalaciones tales como, pero no limitadas a: hangares para aeronaves, gasolineras y estaciones de servicio, plantas de almacenamiento a granel para gasolina y otros Líquidos volátiles inflamables, plantas de proceso de terminado de pintura, instalaciones de asistencia médica, instalaciones agrícolas u otras instalaciones, donde pueda estar presente polvos excesivamente combustibles, puertos, embarcaderos, plantas de proceso de petróleo y químicos. Todos los cuartos, secciones o áreas, se deben considerar individualmente al determinar su clasificación. A estos lugares clasificados se les asignaran las seis designaciones siguientes.

440.2 Definición: equipo intrínsecamente segura. Aparatos en los cuales los circuitos no son necesariamente intrínsecamente seguros en si mismos, sino que afectan la energía en los circuitos

intrínsecamente seguros y se depende de ellos para mantener la seguridad intrínseca. Los aparatos asociados pueden ser uno de los siguientes:

- (1) Aparatos electricos con una proteccion de tipo alternativo, para uso en los lugares (clasificados como) peligrosos apropiados
- (2) Equipos electricos no protegidos apropiadamente, de manera que se deben usar en un lugar (clasificado como) peligroso.

440.3 General.

(A) Documentación. Todas las áreas designadas como lugares (clasificados como) peligrosos se deberán documentar apropiadamente. Esta documentación deberá estar disponible a quienes están autorizados para: diseñar, instalar, inspeccionar, mantener u operar los equipos electricos en el lugar.

(B) Aprobación de clases y propiedades.

(1) Identificación de equipos. Los equipos deberán identificarse no solo para la clase del lugar sino también para las propiedades: explosivas, combustibles, incendiables de los específicos: gas, vapor, polvo, fibra o partículas que estarán presentes. Los equipos Clase I no tendrán alguna superficie expuesta que opere a una temperatura superior a la temperatura de ignición del específico gas o vapor.

NLM: Las luminarias y otros aparatos que producen calor, interruptores, interruptores automáticos y clavijas y tomacorrientes son fuentes potenciales de ignición y se investiga si son adecuados en lugares clasificados. Ese tipo de equipo, como también los terminales de cables para la entrada en encerramientos a prueba de explosión, están disponibles como listados para lugares Clase I, División 2. Sin embargo, el alambrado fijo puede utilizar métodos que no son evaluados con respecto a lugares clasificados. Por lo tanto, productos de alambrado tales como: cables, canalizaciones, cajas y accesorios, no están marcados como adecuados para lugares Clase I, División 2. Lo adecuado de equipos identificados se determinara por cualquiera de los siguientes:

- (1) Listado y etiquetado de equipos
- (2) Evidencia de la evaluación del equipo por parte de un laboratorio de pruebas calificado o una agencia de inspección que tenga que ver con evaluación de productos.
- (3) Evidencia aceptable por la autoridad con jurisdicción tal como auto evaluación del fabricante o un concepto de ingeniería de propietario.

(2) Lugar de división. Los equipos identificados para el lugar División 1 se permitirán en el lugar División 2 de la misma clase y grupo.

(3) Lugar de propósito general. Cuando este permitido específicamente, se permitirán equipos de propósito general o equipos en encerramientos de propósito general se permitirán instalarse en lugares División 2 si el equipo no constituye una fuente de ignición bajo condiciones normales de operación.

(4) Equipos que requieren medios para sello. Equipos, independientemente de la clasificación del lugar en el que se encuentran instalados, que dependen de un solo sello de compresión, diafragma, o tubo para impedir que fluidos inflamables o combustibles entren en los equipos se deberán identificar para el lugar Clase I, División 2. Los equipos instalados en el lugar Clase I, División 1 se deberán identificar para lugar clase I, División 1.

(5) Condiciones normales de operación. A menos que se establezca de otra manera, las condiciones normales de operación para los motores se deberán asumir con valores nominales de plena carga continua.

(6) Gases y polvos inflamables. Cuando gases inflamables o polvos combustibles están o pueden estar presentes al mismo tiempo, la presencia simultánea de ambos se deberá considerar cuando se determine la temperatura segura de operación del equipo eléctrico.

NLM: Las características de diversas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos dependen del material específico presente.

(C) Conduits. Todos los conduits deben ser roscados y se deben apretar con llave. Cuando no es posible hacer una unión de roscada hermética, se deberá utilizar un puente de conexión equipotencial.

(D) Marcado. Todos los equipos se deberán marcar para mostrar la clase, grupo, y temperatura de operación o clase de temperatura referida a la temperatura ambiente de 40 °C (104 °F).

Excepción No.1: A Los equipos del tipo no productores de calor; tales como: cajas de empalme, conduits, accesorio, y equipos del tipo productor de calor y que tienen una temperatura no superior a 100 °C (212 °F) no se les exigirá tener marcada la temperatura de operación o la clase de temperatura.

Excepción No.2: Las luminarias fijas marcadas para uso solo en lugares Clase I, División 2 o Clase II División 2 no se les exigirá estar marcadas para indicar el grupo.

Excepción No.3: Los equipos fijos de propósito general en los lugares Clase I, diferentes de luminarias fijas, que son aceptables para uso en lugares Clase I, División 2 no se les exigirá estar marcados con: la clase, grupo, división o temperatura de operación.

Excepción No.4: Los equipos herméticos al polvo, diferentes de luminarias fijas, que son aceptables para uso en lugares Clase II, División 2 y Clase III no se les exigirá estar marcados con: la clase, grupo, división o temperatura de operación.

Excepción No.5: Equipos eléctricos adecuados para temperaturas ambiente que exceden 40 °C (104 °F) deberán estar marcadas tanto con la máxima temperatura ambiente como también la temperatura de operación o clase de temperatura a la temperatura ambiente. ,

440.4 Lugares Clase I, Zona 0, 1, Y 2.

(A) Alcance. Este Artículo trata los requisitos para el sistema de clasificación por zonas, como una alternativa al sistema de clasificación por divisiones, para equipos eléctricos y electrónicos, y alambrado a todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos en Clase I, Zona 0, Zona 1 y Zona 2, en donde pueden existir riesgos de incendio o explosión debido a inflamables: gases, vapores, líquidos.

NLM: Las exigencias para equipos eléctricos y electrónicos y alambrado para todas las tensiones en lugares (clasificados como) peligrosos: Clase I, División 1 o División 2; Clase II, División 1 o División 2; y Clase III, División 1 o División 2 donde puedan existir peligros de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, líquidos inflamables, polvos o fibras combustibles, se encuentran en los Artículos 500 a 504 de NFPA 70-2002, Código Eléctrico Nacional

(B) Roscado. Todos los conduits de rosca, de los que trata , aquí, deben tener una rosca normalizada NPT, hecha con un troquel de terraja que produzca una conicidad de $\frac{3}{4}$ de pulgada por pie. Estos conduits se deben apretar firmemente con llave para: evitar las chispas, cuando a través del sistema de conduit, fluya una corriente de falla y asegurar la integridad a prueba de explosiones o llamas del sistema de conduit, donde sea aplicable. El equipo provisto con entradas de rosca para conexiones de alambrado en sitio, se debe instalar de acuerdo con 440.4 (B) (1) o 440.4(B) (2).

(1) Equipo dotado con entradas roscadas para herrajes o conduit con rosca NPT. Para los equipos provistos con entradas roscadas para conduit o herrajes con roscas tipo NPT, se debe utilizar: conduit, herrajes para conduit, o herrajes para cables, todos ellos listados.

(2) Equipo dotado con entradas de rosca para herrajes o conduit con rosca métrica. Para equipos con entradas de rosca métricas, esas entradas se deberán identificar como métricas o como adaptadores listados para permitir la conexión al conduit o herrajes con rosca NPT. Para la conexión a conduit o herrajes con rosca NPT, se deben usar adaptadores. Se permitirá usar herrajes certificados para cable, que tengan rosca métrica.

NLM: Las especificaciones de roscado para las entradas de roscas métricas, se encuentran en las normas ISO 965/1-1980, Metric Screw Threads, and ISO 965/3-1980, Metric Screw Threads.

(C) Precaución especial. El Artículo 440 exige que los equipos se construyan y se instalen, de tal manera, que garanticen su desempeño seguro, bajo condiciones apropiadas de uso y mantenimiento.

NLM No. 1: Es importante que la autoridad de , inspección y los usuarios, presten atención mayor que la normal, con respecto a la instalación y mantenimiento de equipos eléctricos en lugares (clasificados como) peligrosos.

NLM No.2: Las bajas condiciones ambientales requieren consideración especial. Los equipos eléctricos que dependen de las técnicas de protección son posibles que no sean adecuados para uso a temperaturas inferiores a 20°C (-13 °F), a menos que estén aprobados para uso a esas bajas temperaturas. No obstante, es posible que a bajas temperaturas ambiente no se produzcan concentraciones inflamables de vapores en lugares Clase I, Zonas 0, 1 o 2 a temperatura ambiente normal.

(1) Supervisión de trabajos. La clasificación de áreas, y la selección de equipos y métodos de alambrado, deben estar bajo la supervisión de un calificado ingeniero profesional registrado.

(2) clasificación dual. En casos de áreas dentro de la misma instalación clasificada separadamente, se permitirá que los : lugares Clase I, Zona 2, linden pero no se superpongan con lugares Clase I, División 2. Los lugares Clase I, Zona 0 o Zona 1, no deben lindar con lugares Clase I, División 1 o División 2.

(3) Reclasificación permitida. Se permitirá que un lugar de Clase I, División 1 o División 2, se reclasifique como lugar de Clase I, Zona 0, Zona 1, o Zona 2, siempre que todo el espacio que esta clasificado debido a la presencia de una fuente de un solo gas o vapor inflamable, sea reclasificado bajo los requisitos de la sección.

(D) Temperatura Clase I . El marcado de temperatura especificado no debe exceder la temperatura de ignición del gas o vapor específico, que se pueda encontrar.

NLM: Para información relacionada con las temperaturas de ignición de gases y vapores, se pueden consultar las normas: NFPA 497-1997, Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, and IEC 79-20-1996, Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres, Data for Flammable Gases and Vapours, Relating to the Use of Electrical Apparatus.

(E) Equipos.

(1) Adecuados. Si los equipos identificados son adecuados se determinara por uno de los siguientes:

(1) Listado o etiquetado de equipos

(2) Evidencia de evaluación de equipos hecha por un laboratorio de pruebas o agencia de inspección calificados.

(3) Evidencia aceptable por la autoridad con jurisdicción tal como una auto evaluación del fabricante o un concepto de ingeniería del fabricante.

(2) Listado.

(a) Equipos que están listados para lugares Zona 0 se permitirán en lugares Zona 1 o Zona 2 del mismo gas o vapor. Los equipos que están listados para el lugar Zona 1 se permitirán en lugares Zona 2 del mismo gas o vapor.

(b) Se permitirá que los equipos estén listados para un gas o vapor específico, mezclas específicas de gases, vapores o cualquier combinación específica de gases o vapores.

(3) Marcado. El equipo deberá estar marcado de acuerdo con 440.3 (E) (3) (a) o 440.3 (E) (3) (b).

(a) Equipos de división. Se permitirá que equipos aprobados para Clase I, División 1 o Clase I, División 2, además de estar marcados, estén marcados con todo lo siguiente:

(1) Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2 (según sea aplicable)

(2) Grupo(s) de clasificación de gas aplicable

(3) clasificación de temperatura

(b) Equipo de zona. El equipo que cumple una o más de las técnicas de protección, se debe marcar con la siguiente información, en el orden presentado:

(1) Clase

(2) Zona

(3) Símbolo "AEx"

(4) Técnica(s) de protección

(5) Grupo(s) de clasificación de gas, aplicable

(6) clasificación de temperatura

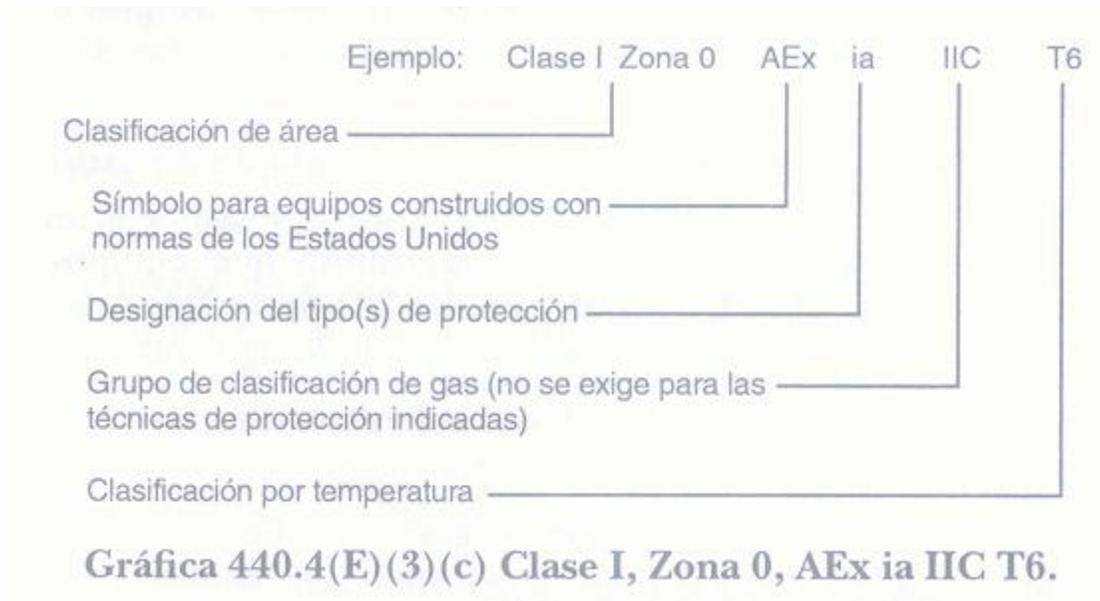
Excepción: Se exigirá que los aparatos asociados intrínsecamente seguros están marcados solamente con los ítem (4), (5) Y (6).

(c) Marca de grupo y zona equipos de zona. El equipo eléctrico con tipo de protección "e," "m," "p" o "q" se debe marcar como Grupo II. El equipo eléctrico con tipo de protección "d," "ia," "ib," "[ia]" o "[ib]" se deberá marcar como Grupo IIA, IIB, IIC o para un gas o vapor específico. El equipo eléctrico con tipo de protección "n" se debe marcar como Grupo II, a menos que contenga: dispositivos de corte encerrados, componentes no incendiarios, o equipos o circuitos de energía limitada, en cuyo caso se debe marcar como Grupo IIA, IIB, IIC o para un gas o vapor específico. Los equipos eléctricos con otros tipos de protección se deben marcar como Grupo II, a menos que el tipo de protección utilizado por el equipo requiera que se deba marcar como Grupo IIA, IIB, IIC o para un gas o vapor específico. [Consultar la Gráfica 440.4 (E)(3)(c).]

NLM: Un ejemplo de esa marca exigida es "Clase I, Zona 0, AEx ia IIC T6."

(F) Documentación para inmuebles industriales. Todas las áreas en inmuebles industriales designados (clasificados como) peligrosos, deben estar documentados apropiadamente. Esta documentación debe estar disponible para quienes están autorizados para: diseñar, instalar, inspeccionar, prestar mantenimiento u operar el equipo eléctrico en el lugar.

(G) Puesta a tierra y conexión equipotencial. Puesta a tierra y conexión equipotencial deberán cumplir con las exigencias siguientes u, otras aplicables.



(1) Conexión equipotencial. No se deberá depender de los contactos tipo tuerca de seguridad de buje y doble tuerca de seguridad para los propósitos de conexión equipotencial, sino de puentes de conexión equipotencial con accesorios apropiados o se utilizarán otros medios apropiados de conexión equipotencial. Tales medios de conexión equipotencial se deberán aplicar a todas: las canalizaciones, accesorios, cajas, encerramientos y similares, que se encuentren instalados entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra para el equipo de acometida o punto de puesta a tierra del sistema derivado independientemente.

Excepción: Los medios de conexión equipotencial específicos solo se exigirán al punto más cercano donde el conductor de circuito puesto a tierra y el electrodo de puesta a tierra se conectan entre sí en el lado del suministro de los medios de desconexión de la edificación o estructura, dado que la protección de sobrecorriente del circuito ramal se encuentre en el lado del suministro de los medios de desconexión.

(2) Conduit metálico flexible. Cuando conduit metálico flexible o conduit metálico flexible hermético al agua se utilicen y se dependerá completamente de ellos para la trayectoria de puesta a tierra de equipos, estos se deberán instalar con puentes de conexión equipotencial internos o externos en paralelo con cada conduit.

Excepción: En lugares Clase I, Zona 2, se permitirá eliminar el puente de conexión equipotencial cuando se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (a) Se utiliza conduit metálico flexible hermético a los líquidos listado de longitud igual a 1.8 m (6 ft) o menos, con herrajes para puesta a tierra listados.
- (b) La protección contra sobrecorriente en el circuito está limitada a 10 amperios o menos.

(c) La carga no es una carga de utilización de fuerza.

ARTICULO 450

Sistemas especiales

450.1 Sistemas con tensión nominal superior a 600 V.

Las secciones 450.1 (A) hasta 450.1 (I) comprenden los requisitos generales para equipos que funcionan con tensión nominal superior a 600 voltios.

(A) Métodos de alambrado sobre la tierra. Los conductores sobre la tierra, se deben instalar: en conduit metálico rígido, en conduit metálico intermedio, en tubería metálica eléctrica, en conduit no metálico rígido, en bandejas portacables, como barras canalizadas, grupos de cables, en otras canalizaciones identificadas o como tendidos a la vista de cable revestido de metal, adecuado para este uso y propósito. En lugares accesibles solamente a personal calificado, también se permitirán: tendidos a la vista de cables tipo MV, conductores desnudos y barras colectoras desnudas. También se permitirán barras colectoras, ya sean de cobre o aluminio.

(B) Conductores aislados con cubierta trenzada - instalaciones a la vista. Los tendidos a la vista de conductores aislados con cubierta trenzada, deben tener una malla retardante a la llama. Si los conductores usados no tienen esta protección, después de la instalación se debe aplicar a la cubierta trenzada, un saturante retardante de llama. Esta cubierta de malla tratada se debe retirar hacia atrás hasta una distancia segura en los terminales del conductor, de acuerdo con la tensión de operación, esta distancia no debe ser inferior a 25 mm (1 in.) por cada kilovoltio de tensión a tierra del conductor del circuito, en donde sea viable.

(C) Blindaje del aislamiento. Los componentes metálicos y semiconductor, del apantallamiento del aislamiento de los cables apantallados, se deben retirar por una distancia que depende de la tensión del circuito y del aislamiento. Se deben suministrar medios de reducción del esfuerzo dieléctrico, en las terminaciones del apantallamiento aplicado en fábrica. Los componentes de apantallamiento metálico, tales como: cintas, alambres, mallas o una combinación de ellos y sus componentes conductores o semiconductores asociadas, se deben poner a tierra.

(D) Protección mecánica contra la humedad o para los cables con forro metálico. Cuando los conductores del cable, salen del forro metálico, y es necesario la protección contra humedad o daño físico, el aislamiento de los conductores se debe proteger mediante un dispositivo terminal del forro del cable.

(E) Dispositivos de interrupción de circuitos.

(1) Interruptores automáticos. Ubicación.

(a) Los interruptores automáticos instalados en interiores se deben montar en unidades encerradas metálicamente o en unidades montadas en celdas resistentes al fuego o se permitirá que estén al aire libre en lugares accesibles solo a personas calificadas.

(b) Los interruptores automáticos utilizados para el control de transformadores aislados en aceite se deberán o localizar fuera de la bóveda del transformador o poderse operar desde afuera de la bóveda.

(c) Interruptores automáticos aislados en aceite se deberán disponer o localizar de tal manera que estructuras o materiales adyacentes fácilmente combustibles se encuentren salvaguardados de una manera aprobada.

(2) Fusibles y portafusibles de potencia - uso. Cuando se utilicen fusibles para proteger conductores y equipos, se deberá instalar uno en cada conductor no puesto a tierra. Se permitirá utilizar dos fusibles de potencia en paralelo para proteger la misma carga, si ambos fusibles tienen valores nominales idénticos y ambos fusibles están instalados en un montaje identificado como común con conexiones eléctricas que dividirán la corriente en partes iguales. Los fusibles de potencia del tipo venteado no se utilizarán: en interiores, subterráneo o en encerramientos metálicos, a menos que estén identificados para el uso.

(3) Cortacircuitos de distribución y fusibles - tipo expulsión.

(a) instalación. Los cortacircuitos se deberán localizar de tal manera, que se puedan operar e instalar los fusibles fácilmente y con seguridad, y de tal manera que la expulsión de los fusibles no ponga en peligro a las personas. Los cortacircuitos de distribución no se deben usar en: interiores, subterráneos o en encerramientos metálicos.

(b) Funcionamiento. Cuando los cortacircuitos de fusibles, no son adecuados para manualmente interrumpir el circuito mientras que transporta la carga total, se deberá instalar un medio aprobado para interrumpir toda la carga. A menos que los cortacircuitos de fusibles estén enclavados con el conmutador para impedir la apertura del cortacircuito bajo carga, se deberá ubicar una señal identificando que dichos interruptores (cortocircuitos) no deberán operar bajo carga.

(4) Cortacircuitos en aceite - encerramiento. Se deberán instalar adecuados barreras o encerramientos, para impedir el contacto con cables no blindados o partes energizadas, de cortacircuitos en aceite.

(5) Interruptores bajo carga. Se permitirán conmutadores interruptores bajo carga, si se utilizan adecuados fusibles o circuitos, junto con estos dispositivos para interrumpir corrientes de falla. Cuando estos dispositivos se utilizan combinadas, se deberán coordinar eléctricamente, de tal manera que ellos resistan de manera segura los efectos de: cierre, transporte o interrupción, de todas las corrientes posibles hasta el máximo valor nominal estimado de cada circuito. Cuando se instale más de un conmutador con terminales de carga, interconectado para suplir la conexión alterna a diversos conductores alimentadores, cada conmutador deberá tener una señal llamativa identificando este peligro.

(F) Medios de independización. Se deberán proveer los medios para independizar completamente una unidad de equipo. No se exigirá el uso de conmutadores de independización donde existen otras maneras de desenergizar los equipos para inspección y reparación, tales como unidades de maniobra tipo extraíble en encerramientos metálicos y paneles removibles. A los conmutadores de independización, no enclavados con aprobados dispositivos de interrupción de circuitos, se les deberá proveer una señal de advertencia para no abrirlos bajo carga. El porta fusible y el fusible, diseñados para el propósito, serán permitidos como interruptor que aísla.

(G) Accesibilidad a partes energizadas.

(1) Equipos de alta tensión. Las puertas que puedan permitir el acceso a partes energizadas a alta tensión a personas no calificadas deberán estar con candado.

(2) Equipos de control de baja tensión. Equipos de control de baja tensión, relés, motores, y similares, no se deberán instalar en compartimientos con partes energizadas a alta tensión expuestas o alambrado a alta tensión, a menos que se cumpla una de las dos condiciones siguientes:

(1) Los medios de acceso se encuentran interbloqueados con el interruptor de alta tensión o los medios de desconexión para impedir que los medios de acceso se abran o retiren.

(2) El interruptor de alta tensión o los medios de desconexión se encuentran en la posición separada.

(3) Instrumentos o transformadores de control de alta tensión y calentadores de espacio. Se permitirá que instrumentos o transformadores de control y calentadores de espacio se instalen en el compartimiento de alta tensión sin restricciones de acceso adicionales a las que se aplican generalmente al compartimiento de alta tensión.

(H) Equipos móviles y portátiles.

(1) Encerramientos. Todas las partes energizadas de conmutación y control, se deberán encerrar en gabinetes o encerramientos efectivamente puestos a tierra. Estos gabinetes o encerramientos deberán tener la marca "PELIGRO - ALTO VOLTAJE - MANTENGASE ALEJADO" y debe tener candado para que solo puedan entrar personas autorizadas y calificadas. Los interruptores automáticos y el equipo de protección deberán tener los medios de operación saliendo a través del gabinete o encerramiento metálico para que estas unidades puedan volverse a graduar sin tener que abrir las puertas que están con candado. Se debe proveer acceso razonablemente segura para la operación normal de estas unidades, con las puertas cerradas.

NLM: Para mayores información sobre señales y etiquetas de peligro, consultar ANSI Z535-4, Product Signs and Safety Labels.

(2) Conexiones de cables de potencia a maquinas móviles. Se deberá proveer un encerramiento metálico sobre las maquinas móviles para encerrar los terminales de los cables de potencia. El encerramiento deberá estar provisto para la conexión sólida para el(los) terminal(es) del conductor de tierra para poner a tierra de manera efectiva la estructura de la maquina. Los conductores no puestos a tierra se deberán fijar a aisladores o terminarse con acopladores de cables de alta tensión aprobados (los que incluyen conectores del conductor de tierra) de valores nominales apropiados de tensión y corriente. El método utilizado de terminación del cable deberá evitar cualquier esfuerzo o tensión mecánica sobre el cable que genere esfuerzo a las conexiones eléctricas. El encerramiento deberá tener la provisión para candado de tal manera que solo personas autorizadas y calificadas lo puedan abrir, y deberá tener la marca

"PELIGRO - ALTO VOLTAJE - NO SE ACERQUE."

NLM: Para mayor información sobre señales y etiquetas de peligro, consultar ANSI Z5354, Product Signs and Safety Labels.

(I) Instalaciones en túneles.

(1) General. Se deberán aplicar las estipulaciones de 450.1(H) a la instalación y uso a equipos de distribución y utilización de potencia de alta tensión que sea portátil y /o móvil, tales como: subestaciones, remolques, carros, palas móviles, polipastos electricos, taladros, dragas, compresores, bombas, transportadores, escavadores subterráneos y similares.

(2) Conductores. Los conductores de alta tensión en túneles se deberán instalar en: conduit metálico u otra canalización metálica, cable tipo MC u otro cable multiconductor aprobado. Se permitirá que cable portátil multiconductor alimente equipos móviles.

(3) Protección contra daño físico. Los conductores y los cables en túneles se deberán ubicar por encima del piso del túnel y de tal manera localizados o resguardados, para protegerlos del daño físico.

(4) Conductores de puesta a tierra de equipos. Se deberá instalar un conductor de puesta a tierra de equipos. Junto con los conductores de circuito dentro de la canalización metálica o dentro de la

chaqueta del cable multiconductor. Se permitirá que el conductor de puesta a tierra de equipos este aislado o desnudo.

(5) Partes energizadas. Las terminales desnudas de: transformadores, conmutadores, controles de motores I y otros equipos, se deberán encerrar para impedir el contacto accidental con partes energizadas.

(6) Encerramientos. Los encerramientos en túneles serán: a prueba de goteo, a prueba de intemperie o sumergibles, de acuerdo a como lo requieran las condiciones ambientales. Los encerramientos de conmutadores o contactores, no se deberán utilizar como cajas de empalme o como canalizaciones para los conductores que alimentan por medio de o derivando de otros conmutadores, a menos que se usen diseños especiales para proveer espacio adecuado para este propósito.

(7) Medios de desconexión. Se deberá instalar un medio de conmutación en cada lugar de transformador o motor, para desconectar el transformador o el motor. El dispositivo de conmutación deberá abrir simultáneamente todos los conductores del circuito no puestos a tierra.

(8) Puesto a tierra y conectado equipotencialmente. Todas las partes metálicas no portadoras de corriente de equipos electricos, y todas las canalizaciones y forros de cables, metálicos, se deberán poner a tierra y conectar equipotencialmente, de manera efectiva, a todas las tuberías metálicas y elementos metálicos en la entrada y a intervalos que no excedan 1000 pies (305 m) a lo largo del túnel.

450.2 Sistemas de emergencia.

(A) Alcance. Las disposiciones de esta sección se aplican a los sistemas de emergencia que consisten en circuitos y equipos destinados a: alimentar, distribuir, y controlar electricidad, para iluminación o potencia, o ambos, a instalaciones que lo requieren cuando se interrumpe el suministro o sistema eléctrico normal. Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas legalmente exigidos y clasificados como de emergencia por las autoridades: municipales, estatales, de distrito, departamentales o por otros códigos u otros organismos gubernamentales competentes. Estos sistemas están proyectados para suministrar automáticamente energía eléctrica a sistemas: de alumbrado, de fuerza o ambos, para áreas y equipos determinados, en caso de falla del suministro normal, o en caso de accidente en los componentes de un sistema proyectado para: suministrar, distribuir y controlar, la potencia y alumbrado, esenciales para la seguridad de la vida humana.

(B) Alambrado. El alambrado de dos o mas circuitos de emergencia alimentados desde la misma fuente en la misma canalización, cable, caja o gabinete. El alambrado desde una fuente de emergencia o proteccion de sobrecorriente de una fuente de emergencia a cargas de emergencia se deberá mantener completamente independiente de todos los otros alambrados y equipos, a menos que se permita de otra manera en (1) a (4):

(1) Alambrado desde la fuente normal de potencia localizado en los encerramientos del equipo de transferencia

(2) Alambrado alimentado desde dos fuentes en luminarias de salida o emergencia

(3) Alambrado desde dos fuentes en una caja de empalme común, adherida a las luminarias de salida o emergencia

(4) El alambrado dentro de una caja común de empalme adherida al equipo unitario, que contiene solo el circuito ramal que alimenta el equipo unitario y el circuito de emergencia alimentado por el equipo unitario.

(C) iluminación de emergencia. La iluminación de emergencia debe incluir todos los medios necesarios para: la iluminación de las salidas, las luces indicadoras de las salidas y todas las demás

luces específicas necesarias para proveer la iluminación exigida. Los sistemas de alumbrado de emergencia deben estar diseñados e instalados de modo que el daño de un elemento particular de alumbrado, como una bombilla fundida, no pueda dejar en completa oscuridad los espacios que requieren alumbrado de emergencia. Cuando el único medio de alumbrado normal consista en bombillas de descarga de alta intensidad, como las de vapor de sodio o mercurio de alta y baja presión, o las de haluros metálicos (metal halide), el sistema de alumbrado de emergencia debe estar proyectado para que funcione hasta que se restablezca totalmente el alumbrado normal.

Excepción: Se aceptaran medios alternativas que permitan asegurar que se mantenga el nivel de iluminación del alumbrado de emergencia.

(D) Señales.

(1) Fuentes de emergencia. Se debe instalar una señal en los equipos de la entrada de la acometida que indique el tipo y la ubicación de las fuentes de potencia de emergencia en ese sitio.

Excepción: No se exigirá la señal para equipos unitarios individuales.

(2) Puesta a tierra. Cuando el conductor de circuito puesto a tierra conectado a la fuente de emergencia esta conectado al conductor del electrodo de puesta a tierra, en un lugar remoto de la fuente de emergencia, deberá haber una señal en el lugar de puesta a tierra que identifique todas las fuentes de emergencia y normales conectadas en el lugar.

450.3 Circuitos: Clase 1, Clase 2 y Clase 3: de control remoto, de sena1izacion y de potencia limitada.

(A) Clasificación. Los circuitos: Clase 1, Clase 2 o Clase 3: de control remota, señalización, o de potencia limitada, se deberán caracterizar por su uso y por la limitación de potencia eléctrica, que los diferencia de los circuitos de alumbrado y potencia.

(1) Circuitos Clase 1.

(a) Circuitos de potencia limitada clase 1. Estos circuitos deben estar alimentados por una fuente con salida nominal de no mas de 30 V y 1000 VA.

(b) Circuitos de control remoto y señalización de clase 1. Estos circuitos no deben exceder los 600 V. No se exigirá limitar la potencia de salida de la fuente de alimentación.

(2) Fuente de alimentación. La fuente de alimentación para un circuito clase 2 o clase 3, debe ser como se especifica en (1) a (5):

(1) Un transformador listado para clase 2 o 3

(2) Una fuente de alimentación listada para clase 2 o 3

(3) Otros equipos listados y marcados para identificar la fuente de alimentación de clase 2 o de clase 3

Excepción a (3): No se exigirá que los termopares estén listados como fuente de alimentación para circuitos Clase 2.

(4) Los equipos listados de procesamiento de datos (computadoras) de potencia limitada

(5) Una batería seca se debe considerar una fuente de alimentación clase 2 intrínsecamente limitada, siempre que tenga 30 V o menos y que su capacidad sea igual o menor a la disponible de celdas No.6 de zinc y carbón conectadas en serie.

(3) Separación de los conductores de circuito de iluminación eléctrica, potencia, Clase 1, alarma de incendio de potencia no limitada y cables de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red. Los cables y conductores de circuitos Clase 2 y Clase 3 no se deberán ubicar en algún: cable, bandeja porta cables, compartimiento, encerramiento, cámara, caja de salida, caja de dispositivo; canalización o accesorios similares, con conductores de circuito de iluminación eléctrica, potencia, Clase 1, alarma de incendio de potencia no limitada y cables de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red.

(4) Identificación de circuitos Clase 1, Clase 2 y Clase 3. Los circuitos Clase 1, Clase 2, y Clase 3 se deberán identificar en los lugares terminales y de empalme de tal manera que la interferencia no intencional con otros circuitos durante pruebas o servicio.

450.4 Sistemas de alarmas contra incendios.

(A) Clasificaciones. Los circuitos de alarmas contra incendios se clasificaran como: de potencia no limitada o potencia limitada.

(B) Fuentes de alimentación. Las fuentes de alimentación para uso con circuitos de alarmas contra incendios serán: de potencia limitada o de potencia no limitada como requerido en 450.4(B) (1) y 450.4(B) (2).

(1) Requisitos de las fuentes de alimentación de circuitos de alarmas contra incendios de potencia no limitada (NPLFA). La fuente de alimentación de circuitos de alarmas contra incendios de potencia no limitada tendrá una tensión nominal de salida no superior a 600 voltios. Estos circuitos no se alimentaran a través de interruptores automáticos contra falla a tierra.

(2) Fuentes de alimentación para circuitos de alarmas contra incendios de potencia limitada (PLFA). La fuente de potencia para un circuito de alarmas contra incendio de potencia limitada deberá ser como se establece en los siguientes (1) a (3).

(1) Transformadores. Un transformador listado para PLFA o para clase 3.

(2) Fuentes de alimentación. Una fuente de alimentación listada para PLFA o para clase 3.

(3) Equipos listados. Equipos listados marcados para identificar la fuente de alimentación PLFA

(C) Conductores de diferentes circuitos en el mismo: cable, encerramiento, o canalización: Clase 1 con circuitos NPFLA. Se permitirá que los circuitos clase 1 y de alarma contra incendio de potencia no limitada ocupen el mismo: cable, encerramiento, o canalización, sin tener en cuenta si los circuitos particulares son de corriente alterna o de corriente continua, dado que todos los conductores estén aislados para la máxima tensión de cualquier conductor en el encerramiento o en la canalización.

(D) Separación de conductores de circuitos de iluminación eléctrica, potencia, Clase I, alarma de incendio de potencia no limitada y cables de sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media. Los cables y conductores de circuitos de potencia limitada, no deben instalarse en: cables, bandejas portacables, compartimientos, encerramientos, cajas de salida, canalizaciones, o accesorios de salida, con conductores: de iluminación eléctrica, de fuerza, de clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media.

(E) Otras aplicaciones. Los conductores de los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, deben estar separados como mínimo, 50 mm (2 in.), de los conductores de circuitos: De alumbrado eléctrico, de fuerza, de clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada o de

circuitos de comunicaciones de banda ancha de una red de potencia media, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

(1) 0 (a) todos los conductores de circuito de iluminación eléctrica, potencia, Clase 1, alarma contra incendio de potencia no limitada y sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media, o, (b) todos los conductores de circuito de alarma contra incendio de potencia limitada están en una canalización o en cables con forro metálico, recubrimiento metálico, forro no metálico o tipo UF.

(2) Todos los conductores de circuito de iluminación eléctrica, potencia, Clase 1, alarma contra incendio de potencia no limitada, y sistemas de comunicaciones de banda ancha alimentados por una red de potencia media están permanentemente separados de todos los conductores de circuito de alarma de incendio de potencia limitada por medio de un no conductor continuo y firmemente instalado, tal como tubos de porcelana o tubería flexible, además del aislamiento de los conductores.

(F) Circuitos clase 2 con circuitos PLFA. Se permitirá instalar los conductores de uno o más circuitos clase 2 en el mismo: cable, encerramiento o canalización, con conductores de circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada, siempre que el aislante de los conductores de los circuitos clase 2 que haya en: el cable, encerramiento o canalización, sea por lo menos el exigido por los circuitos de alarma contra incendios de potencia limitada.

(G) Identificación de los circuitos de alarma contra incendios. Los circuitos de alarma contra incendios se deberán identificar en las terminales y en los lugares de empalme, de una manera que impida la interferencia no intencional con el circuito de señalización durante su ensayo y mantenimiento.

450.5 Sistemas de comunicaciones.

(A) Alcance. Estas estipulaciones para sistemas de comunicaciones se aplicaran a: los sistemas telefónicos, telegráficos (exceptuando radiocomunicaciones), alambrado exterior para sistemas de alarma contra incendios y/o contra robos, sistemas de estaciones centrales similares y sistemas telefónicos no conectados a un sistema de estación central, pero que utilizan similares: clases de equipos, métodos de instalación y de mantenimiento.

(B) Dispositivos de protección: Aplicación. En cada circuito que vaya total o parcialmente, en un alambre o cable aéreo no confinado dentro de una manzana, se debe instalar un protector primario listado. También se debe instalar un protector primario listado en cada circuito aéreo o subterráneo, que este situado dentro de la manzana a la que pertenezca la edificación alimentada, que pueda estar expuesto a contacto accidental con conductores de alumbrado o de fuerza que operen a más de 300 V a tierra. Además, cuando haya exposición a descargas atmosféricas, cada circuito que conecta las edificaciones de un predio se debe proteger con un protector primario listado, instalado en cada extremo del circuito de interconexión.

(C) Conductores de protección contra descargas atmosféricas. Siempre que sea posible, se debe mantener una separación mínima de 1.8 m (6 ft) entre los alambres y cables de comunicaciones de las edificaciones y los conductores de los dispositivos de protección contra descargas atmosféricas.

(1) Cables y alambres de comunicaciones aéreas: En postes y en vanos. Cuando los cables y alambres de comunicaciones y los conductores eléctricos de alumbrado o fuerza, estén sostenidos por el mismo poste o vayan paralelos entre sí en los vallas, se deben cumplir las siguientes condiciones:

(1) Ubicación relativa. Siempre que sea posible, los cables y alambres de comunicaciones se deben instalar debajo de los conductores eléctricos de alumbrado y fuerza.

(2) Sujeción a crucetas. Los cables y alambres de comunicaciones, no se deben sujetar a ninguna cruceta que porte conductores electricos de alumbrado o fuerza.

(2) Otras aplicaciones. Los cables y alambres de comunicaciones, deben estar separados como mínimo 50 mm (2 in.) de los conductores de cualquier circuito: De alumbrado, de fuerza, de clase 1, de alarma contra incendios de potencia no limitada y de comunicaciones de banda ancha alimentados par una red de potencia media.

(D) Puesta a tierra de cables y protectores primarios. Cuando se exija que los miembros metálicos del forro metálico y los protectores primarios estén puestos a tierra, se deberán poner a tierra como se especifica en 450.5(D) (1) a 450.5(D) (4). El forro metálico de los cables de comunicaciones que entran a las edificaciones se deberá poner a tierra tan cerca como sea posible del punto de entrada o se deberá interrumpir tan cerca como sea posible del punto de entrada par medio de una unión aislante o dispositivo equivalente.

(1) Conductor de puesta a tierra.

(a) Aislamiento. El conductor de puesta a tierra deberá ser aislado y deberá estar listado como adecuado para el propósito.

(b) Material. El conductor de puesta a tierra deberá ser de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, trenzado o sólido.

c) Calibre. El conductor de puesta a tierra no deberá ser inferior a 14 AWG.

(d) Longitud. El conductor de puesta a tierra del protector primario deberá ser lo mas corto posible.

(e) Tendido en línea recta. El conductor de puesta a tierra deberá tenderse al electrodo de puesta a tierra en línea recta como sea posible.

(f) Daño físico. Cuando sea necesario, el conductor de puesta a tierra deberá resguardarse contra daño físico. Cuando el conductor de puesta a tierra esta tendido en una canalización metálica, los dos extremos de la canalización se deberán conectar equipotencialmente al conductor de puesta a tierra o al mismo terminal o electrodo al cual esta conectado el conductor de puesta a tierra.

(2) Electrodo. El conductor de puesta a tierra se deberá conectar como sigue:

(1) Al lugar accesible mas cercano en los siguientes:

a. Sistema del electrodo de puesta a tierra de la edificación o estructura

b. El sistema de tubería metálica de agua interior puesto a tierra, dentro de 1.5 m (5 ft) de su punto de entrada a la edificación

c. Los medios de la acometida de potencia accesibles exteriores a los encerramientos.

d. La canalización metálica de la acometida de potencia

e. El encerramiento del equipo de acometida

f. El conductor del electrodo de puesta a tierra o el encerramiento metálico del conductor del electrodo de puesta a tierra.

g. Al conductor de puesta a tierra o el electrodo de puesta a tierra de la edificación o estructura de los medios de desconexión que esta puesta a tierra a un electrodo.

(2) Si el edificio o estructura servidos no tienen medios de puesta a tierra, como se describe en el ítem (1):

a. A cualquiera de los electrodos individuales

b. Si la edificación o estructura servidos no tienen medios de puesta a tierra, como se describe en 450(D) (1) o 450(D) (2), a una estructura metálica puesta a tierra de manera efectiva o a una varilla o tubo de tierra de no menos de 1.5 m (5 ft) de longitud y 12.7 mm (1/2 in.) de diámetro, enterrados, cuando sea posible, en tierra permanentemente húmeda y separados de los conductores de descargas atmosféricas y por lo menos 1.8 m (6 ft) de los electrodos de otros sistemas. Tuberías de vapor o agua caliente o conductores de terminales de aire (conductor de varillas de descargas atmosféricas) no se deberán utilizar como electrodos para protectores.

(3) Conexión del electrodo. Conectores, pinzas, accesorios o bornes utilizados para la conexión de conductores de puesta a tierra y puentes de conexión equipotencial a electrodos de puesta a tierra o entre ellos que no se encuentran recubiertos de concreto o enterrados en la tierra deberán ser adecuados para su aplicación.

(4) Conexión equipotencial de electrodos. Se deberá conectar un puente de conexión equipotencial de calibre no inferior al cobre 6 AWG o equivalente entre el electrodo de puesta a tierra de comunicaciones y el sistema del electrodo de puesta a tierra de potencia en la edificación o estructura servida cuando se utilicen electrodos independientes. Se permitirá la conexión equipotencial de todos los electrodos independientes.

NLM: La conexión equipotencial de todos los electrodos independientes limita las diferencias de potencial entre ellos y entre sus sistemas de alambrado asociados.

450.6 Sistemas solares fotovoltaicos.

(A) General. Las disposiciones de esta sección se deberán aplicar a sistemas de energía eléctrica solar fotovoltaica, incluidos el(los) circuito(s) , inversor(es) y controlador(es) de esos sistemas. Los sistemas solar fotovoltaicas cubiertos por esta sección pueden interactuar con otras fuentes de producción de energía eléctrica u operar independientemente, con o sin almacenamiento de energía eléctrica tal como baterías. Estos sistemas pueden tener salida de c.a. 0 c.c. para utilización.

(B) Conductores de diferentes sistemas. Los circuitos de las fuentes fotovoltaicas y los circuitos de salida fotovoltaica, no deben instalarse en las mismas: canalizaciones, bandejas portacables, cables, cajas de salida o de empalme o accesorios similares, como alimentadores o circuitos ramales de otros sistemas, a menos que los conductores de los distintos sistemas estén conectados entre sí o separados por una barrera.

(C) Medios de desconexión.

(1) Todos los conductores. Se deben instalar medios que desconecten todos los conductores portadores de corriente de una fuente de energía fotovoltaica de todos los demás conductores en una edificación u otra estructura. Cuando la conexión de puesta a tierra de un circuito no este diseñada para que se abra automáticamente como parte del sistema de protección contra falla a tierra, el interruptor o interruptor automático utilizado como medio de desconexión, no debe tener un polo conectado al conductor puesto a tierra.

(2) Interruptor o interruptor automático. Cuando todos Las terminales de los medios de desconexión se puedan energizar estando en la posición abierto, se debe instalar, en el medio de desconexión o lo mas cerca posible del mismo, un letrero claramente visible que diga o equivalente:

PRECAUCION

**PELIGRO DE DESCARGA ELECTRICA
NO TOQUE LOS TERMINALES
TANTO EN EL LADO DE LINEA
COMO EN EL DE CARGA
PUEDEN ENERGIZARSE EN LA
POSICION ABIERTA**

450.7 Sistemas electricos integrados.

(A) Alcance. Esta sección comprende los sistemas electricos integrados, distintos de los equipos tipo unidad, en los que es necesaria una parada ordenada (programada) para lograr una operación segura. Como se utiliza en esta sección, un sistema eléctrico integrado, es un segmento unitario de un sistema de alambrado industrial, que cumple todas las condiciones siguientes:

- (1) Se requiere una parada ordenada para reducir al mínimo los riesgos a las personas y daños a los equipos.
- (2) Sus condiciones de supervisión y mantenimiento aseguran que solo personas calificadas se encargaran del mantenimiento del sistema.
- (3) Se han establecido y se mantienen sistemas eficaces de proteccion, aceptables para la autoridad con jurisdicción.

(B) Ubicación de dispositivos de proteccion contra sobrecorriente en la propiedad. Se permitirá que sea accesible la ubicación de los dispositivos de proteccion contra sobrecorriente que sean críticos para los sistemas electricos integrados, con las alturas de montaje permitidas que garanticen la seguridad cuando sean operados par personas no calificadas.