MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

MANUAL DE SUSTENTACIÓN DEL CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD UTILIZACIÓN 2006

(ACTUALIZADO A DICIEMBRE DE 2008)

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

MANUAL DE SUSTENTACIÓN
DEL CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD UTILIZACIÓN 2006

ÍNDICE

SECCIÓN	TITULO
010	INTRODUCCIÓN
020	PRESCRIPCIONES GENERALES
030	CONDUCTORES
040	CONEXIONES Y EQUIPO DE CONEXIÓN
050	CARGAS DE CIRCUITOS Y FACTORES DE DEMANDA
060	PUESTA A TIERRA Y ENLACE EQUIPOTENCIAL
070	MÉTODOS DE ALAMBRADO
080	PROTECCIÓN Y CONTROL
090	CIRCUITOS CLASE 1 Y CLASE 2
100	EQUIPOS E INSTALACIONES ESPECIALES
110	LUGARES PELIGROSOS
120	LUGARES DE MANIPULACIÓN DE COMBUSTIBLES
130	LUGARES CON LÍQUIDOS O VAPORES CORROSIVOS O MUY HÚMEDOS
140	HOSPITALES, CLÍNICAS Y SIMILARES
150	INSTALACIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO
160	MOTORES Y GENERADORES
170	INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE ALUMBRADO
180	AVISOS LUMINOSOS
190	INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN
200	ASCENSORES, ESCALERAS ELÉCTRICAS Y EQUIPOS SIMILARES
210	GRÚAS Y POLIPASTOS ELÉCTRICOS
220	SOLDADORAS ELÉCTRICAS
230	INSTALACIONES EN TEATROS
240	SISTEMAS DE EMERGENCIA, EQUIPOS INDIVIDUALES, SEÑALES DE SALIDA Y SISTEMAS DE SEGURIDAD PERIMETRAL – CERCOS ELÉCTRICOS
250	ESTUDIOS DE CINE, SALAS DE PROYECCIÓN DE PELÍCULAS, INTERCAMBIO DE PELÍCULAS –INCLUYENDO DEPÓSITOS DE PELÍCULAS Y LOCALES DE ALMACENAMIENTO DE PLÁSTICOS DE

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ÍNDICE

	PIROXILINA Y PELÍCULAS DE NITRATO DE CELULOSA PARA RAYOS X Y PELÍCULAS FOTOGRÁFICAS
260	INSTALACIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES
270	SISTEMAS DE CALEFACCIÓN
280	PARQUES DE DIVERSIONES Y SIMILARES
290	PISCINAS, BAÑERAS Y FUENTES
300	INSTALACIONES PREFABRICADAS
310	AEROPUERTOS
320	INSTALACIONES TEMPORALES
330	EMBARCADEROS
340	SISTEMAS ELÉCTRICOS DE COMUNICACIONES
350	SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS
360	SISTEMAS DE TELEVISIÓN POR CABLE E INSTALACIONES DE RADIO Y TELEVISIÓN.
370	SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIO Y BOMBAS CONTRA INCENDIO
380	INSTALACIONES EN TÚNELES
390	CABLES DE FIBRA ÓPTICA
400	PARQUES PARA CASAS MÓVILES Y VEHÍCULOS RECREACIONALES
410	PROTECCIÓN CATÓDICA
420	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA EN LAZO CERRADO Y LAZO PRE CERRADO
430	INTERCONEXIÓN DE FUENTES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
440	SISTEMA PARA CARGAR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 010

INTRODUCCIÓN

Este Manual de Sustentación, llamado en adelante Manual, proporciona la información del ¿Por qué? un requisito ha sido incluido en el Código Nacional de Electricidad – Utilización (en adelante llamado Código); asimismo, expone el propósito de cada una de las reglas, esperando obtener una mejor y más clara comprensión de los requisitos o requerimientos de seguridad establecidos en el Código.

Es importante reconocer que el Sustento y el Propósito de cada una de las reglas que se presentan en este Manual, no pretenden formar un Código de requisitos obligatorios; en tal sentido, cabe señalar que el mismo término obligatorio ("debe" o "deberá"), usado en el Código, se ha empleado en este Manual con el propósito de reiterar y efectuar mayor aclaración al usuario.

Las reglas del Código están divididas en dos grupos, las Secciones de la 010 a la 090 y la Sección 150 son consideradas las Secciones Generales, y las otras Secciones Suplementarias complementan o enmiendan las Secciones Generales. Por consiguiente un requisito de las Secciones Suplementarias toma prioridad sobre un requisito de las Secciones Generales.

Con el objeto de contar con algunas aplicaciones prácticas de la reglas, en el presente Manual también se han considerado ejemplos aplicativos.

Objetivo

Sustento de la Regla 010-000. Para ayudar a aclarar las reglas o alguna Sección de interés del Código, siempre se debe leer y comprender el objetivo del Código, o el Alcance de la Sección involucrada.

El objetivo del Código es especificar claramente los requerimientos para la instalación, operación y mantenimiento de equipos eléctricos; cuando son seguidos tales requerimientos se provee una instalación eléctrica esencialmente segura.

Propósito de la Regla 010-000. No es el propósito del Código dar las especificaciones cuando se requiere un equipo eléctrico en una instalación (por ejemplo, bombas contra incendio, alumbrado de emergencia, etc.), sino establecer reglas preventivas de seguridad para la instalación, operación y mantenimiento del equipo eléctrico, cuando sea necesario.

En el Código, se consideran las siguientes cuatro grandes áreas:

(a) Prevención de daños ocasionados por incendios;

(b) Prevención de peligros de electrocución;

(c) Adecuado mantenimiento de instalaciones y equipos eléctricos; y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(d) Adecuada operación de las instalaciones y equipos eléctricos.

El Código recomienda que los diseñadores y el personal de campo, al ejecutar las instalaciones eléctricas, tomen previsiones para atender futuros cambios en la instalación, que pudieran requerirse como resultado del crecimiento de la carga. Si no se toma en cuenta el crecimiento futuro, una instalación eléctrica puede sobrecargarse, dando lugar a una condición peligrosa.

Generalidades

Sustento y Propósito de la Regla 010-002. Estas reglas son necesarias para establecer los criterios de uso del Código y otros aspectos de carácter general de las instalaciones eléctricas de utilización.

Alcances y Obligatoriedad de Uso

Sustento de la Regla 010-004. Los Alcances establecen la extensión y lo que cubren los requerimientos del Código, tanto como sus limitaciones y excepciones.

Propósito de la Regla 010-004. El Código se aplica a todos los niveles de tensión, porque aún cuando las tensiones son suficientemente bajas como para no causar un efecto de electrocución, por efecto de pánico puede producirse un daño o puede ocurrir una condición que pueda causar daño por efecto térmico.

El Código no tiene aplicación en las instalaciones eléctricas utilizadas por las empresas eléctricas, de telecomunicaciones o de sistemas de distribución de televisión por cable, en sus funciones como una empresa que presta tales servicios, pero se aplica al sistema de alambrado y a los equipos utilizados en sus edificaciones destinadas a oficinas en general y similares. Una edificación utilizada como una estación receptora/transmisora de un sistema de televisión por cable, la edificación de una central telefónica de una empresa de telecomunicaciones, o una planta generadora utilizada por una empresa eléctrica, y partes o porciones de sus edificaciones que están cerradas al público y sean usadas básicamente para este propósito, no están incluidas en los alcances.

No es el propósito que los requerimientos del Código se apliquen a las instalaciones eléctricas que están ubicadas en zonas con derecho de vía o vías pública destinadas a una empresa de servicios.

El Código se aplica a partes del alambrado eléctrico y los equipos eléctricos tales como alumbrado y circuitos de fuerza conectados a una fuente externa de energía, por ejemplo en una casa rodante o un vehículo recreacional. Las luminarias, independientemente de su tensión nominal, pueden dar lugar a peligros por efecto térmico, por lo cual no deben ser excluidas de los requerimientos del Código. La intención de la palabra "predios" en los alcances, es incluir una casa o edificación con sus patios y aledaños.

Los generadores o alternadores utilizados para suministrar energía a herramientas portátiles y/o unidades de iluminación, deben ser aprobados, tal como se especifica en las correspondientes Secciones del Código.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El Código no se aplica a las partes de las instalaciones de los ferrocarriles eléctricos usadas en su operación y alimentadas desde un circuito que suministra su propia fuerza motriz.

El Código no se aplica a las instalaciones y equipos eléctricos utilizados para la señalización y para fines de comunicación de los sistemas de ferrocarriles, localizados en exteriores, o en edificaciones, o en la parte de las edificaciones utilizadas exclusivamente para tales instalaciones eléctricas. Sin embargo, las partes de las edificaciones utilizadas como oficinas o similares, sí están cubiertas por el Código.

El Código no se aplica a aeroplanos de ningún tipo.

El Código no se aplica a embarcaciones marítimas autopropulsadas, a menos que las embarcaciones permanezcan estacionarias por periodos mayores de 5 meses y estén conectados a un suministro eléctrico de embarcadero aún por periodos cortos. Por ejemplo, una embarcación anclada en una bahía durante 6 meses, siendo alimentada desde el embarcadero.

Autoridad

Sustento de la Regla 010-006. Se requiere establecer los criterios de Autoridad competente para cada caso.

Propósito de la Regla 010-006. La Subregla (1) señala en términos generales a la Autoridad competente para aprobar proyectos, autorizar construcciones y/o recepciones de obras e/o instalaciones eléctrica. En muchos de los casos señalados la Autoridad competente serían los Gobiernos Locales, Gobiernos Regionales o el OSINERGMIN, de acuerdo a las atribuciones que les compete.

La Subregla (2) aclara que la Dirección General de Electricidad es la Autoridad competente en el ámbito nacional en todos los aspectos normativos que concierne el Código.

La Subregla (3) señala que la Dirección General de Electricidad podrá exonerar de manera previa y específicamente para cada caso, la aplicación de alguna regla para una instalación eléctrica o ampliación de alguna existente.

La Subregla (4) señala que las Municipalidades Provinciales y Distritales, es decir los Gobiernos Locales deben fiscalizar la estricta observancia o cumplimiento del Código, de acuerdo a su competencia.

Información a los Usuarios

Sustento y Propósito de la Regla 010-008. Las instalaciones eléctricas siempre deben contar con un esquema unifilar, el plano de emplazamiento y trazado, que estén al alcance de los usuarios o personal a cargo de la operación y/o mantenimiento. Estos esquemas y planos deben estar permanentemente actualizados considerando las modificaciones y/o ampliaciones que se efectúen en las instalaciones eléctricas.

Por ejemplo, en cada tablero debe indicarse la parte controlada o protegida por el dispositivo de protección y/o control, así como el correspondiente esquema unifilar. Cuanto más información se dé, será de mayor provecho para el usuario.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Inspecciones Iniciales y Periódicas de las Instalaciones Eléctricas

Sustento de la Regla 010-010. Todas las instalaciones eléctricas son sujetas a ser inspeccionadas por la Autoridad competente de a acuerdo a sus facultades.

Propósito de la Regla 010-010. En la Subregla (1) se precisa que todas las instalaciones eléctricas deben ser inspeccionadas antes de entrar en servicio y periódicamente, por la Autoridad competente.

En la Subregla (2) se precisa que dichas inspecciones iniciales y periódicas deben ser efectuadas por personal calificado, debidamente registrado y acreditado por la Autoridad competente.

En la Subregla (3) se precisa que las instalaciones eléctricas deben ser instaladas, operadas y mantenidas de manera oportuna y adecuadamente, con personal calificado y debidamente registrado y acreditado.

En las Subreglas (4), (5), (6) y (7) se establece la periodicidad de las inspecciones. En la Subregla (6) se precisa que las viviendas que se encuentran ubicadas en edificios mixtos, junto con locales comerciales, oficinas y otros similares, deben ser inspeccionadas cada dos (02) años.

En la Subregla (7) se precisa que las instalaciones eléctricas viviendas deben ser inspeccionadas cada cinco (05) años; y las instalaciones eléctricas de servicios generales o de áreas comunes, para los casos de edificios de viviendas, condominios, conjuntos habitacionales y similares deben ser inspeccionadas cada dos (02) años.

El D.S. N° 104-2005-PCM establece que la responsabilidad por las instalaciones interiores de los locales con acceso permitido al público, corresponde a los que realizan actividad en su interior, quienes anualmente deberán presentar ante la concesionaria el extracto del informe de inspección técnica de seguridad relativo a la evaluación de las condiciones de seguridad de las instalaciones eléctricas, que será expedido/entregado por el órgano componente del Sistema Nacional de Defensa Civil, en el marco normativo de las inspecciones técnicas de seguridad de defensa civil. Es decir el ente Certificador será alguno de los órganos competentes Sistema Nacional de Defensa Civil.

También el D.S. N° 104-2005-PCM señala que, en lo referente a la competencia y responsabilidades de los Gobiernos Locales sobre esta materia, será de aplicación lo establecido en la Ley Nº 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades.

Mediante D.S. N° 034-2007-PCM se establecen los procedimientos técnico-legales para la verificación de condiciones de seguridad en establecimientos públicos, disposiciones aplicables ante riesgos eléctricos graves y modifican el Reglamento General del OSINERGMIN.

Mediante D.S. N° 066-2007-PCM se aprobó el Nuevo Reglamento de Inspecciones Técnicas de Seguridad en Defensa Civil - ITSDC, que tiene como objeto establecer y regular los procedimientos técnicos y administrativos referidos a las ITSDC.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Reporte de Inspecciones e Informe

Sustento y Propósito de la Regla 010-012. La Subregla (1) establece que las inspecciones, pruebas y el correspondiente informe, considerados en la Regla 010-010, deben sujetarse a las Normas Técnicas Peruanas, tales como:

- NTP 370.304 “Instalaciones eléctricas en edificios. Verificación inicial previa a la puesta en servicio”.
- NTP 370.310 “Certificación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en viviendas unifamiliares con una potencia contratada hasta 3 kW”.

La Subregla (2) señala que todas las Autoridades competentes para aprobar proyectos, autorizar la construcción y/o recepción de obras e/o instalaciones eléctricas, llámese Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, u otros, de acuerdo a su ámbito de competencia, cuando encuentren casos especiales que amerite la mejora o modificación del Código, deben informar anualmente a la Dirección General de Electricidad.

Reporte de Accidentes Eléctricos

Sustento de la Regla 010-014. Todos los accidentes eléctricos deben ser reportados, para fines estadísticos, de evaluación y mejora de la normatividad.

Propósito de la Regla 010-014. Cuando ocurre un accidente eléctrico, el propietario, el representante legal o el responsable de la edificación, debe dar aviso a la Autoridad competente. Para estos casos la Autoridad competente puede ser el OSINERGMIN, Gobiernos Locales o algún órgano componente del Sistema Nacional de Defensa Civil, los mismos que deben establecer el correspondiente procedimiento.

Sanciones

Sustento y Propósito de la Regla 010-016. La no observancia o incumplimiento del Código está sujeto a sanciones, las mismas que serán establecidas de acuerdo a la legislación de la correspondiente Autoridad competente, ya sea el OSINERGMIN, Gobiernos Locales o algún órgano componente del Sistema Nacional de Defensa Civil.

Definiciones

Sustento y Propósito. Las definiciones son una parte muy importante del Código y deben ser revisadas a menudo, puesto que ayudan a aclarar el propósito de los requerimientos. Las palabras o términos definidos en esta Sección, se aplican igualmente en toda la extensión del Código. Las palabras o términos definidas en una sección individual, se aplican únicamente en esa sección. Cuando se utiliza una palabra o término definido, debe aplicarse el significado atribuido a tal palabra o término en el Código, y no el que pueda encontrarse en un diccionario. Se entiende que puede utilizarse la acepción comercial o la obtenida de un diccionario para los términos que no sean explícitamente definidos en el Código.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 020

PRESCRIPCIONES GENERALES

Administrativas

Sustento y Propósito de la Regla 020-000. Los Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, Defensa Civil y otros entes encargados de velar por la seguridad de las personas, en la jurisdicción que sea de su competencia, son los entes encargados de exigir el cumplimiento del Código, ejerciendo las funciones que le correspondan.

Sustento de la Regla 020-002. Es necesario habituar a los usuarios del Código con los requerimientos que éste impone desde la etapa inicial del proyecto hasta su ejecución, ya sea para nuevas instalaciones como para ampliación de las existentes.

Propósito de la Regla 020-002. El cumplimiento de las reglas del Código debe ser asumido por los proyectistas e instaladores y exigido por los propietarios o administradores del proyecto.

Sustento y Propósito de la Regla 020-004. Es necesario que los procedimientos relacionados con la aplicación del Código, ya sea por ejemplo la obtención de permisos o aprobaciones, sean cumplidos desde la etapa inicial del proyecto hasta su ejecución. Los propietarios o administradores del proyecto deben cumplir y exigir el cumplimiento de los procedimientos establecidos.

Sustento de la Regla 020-006. Todo documento relacionado con instalaciones a las que sean aplicables las reglas del Código debe cumplir con las Normas “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”, con el objeto de facilitar la comunicación entre los usuarios y mejorar las condiciones de una correcta interpretación de la documentación técnica en beneficio de la seguridad.

Propósito de la Regla 020-006. Se debe asegurar que las Normas “Terminología en Electricidad” y “Símbolos Gráficos en Electricidad”, sea de aplicación entre los usuarios del Código.

Sustento y Propósito de la Regla 020-008. Para el caso de instalaciones eléctricas especiales o que tienen carácter particular, cuando en la sección correspondiente no se señalan tales aspectos particulares, las reglas para las instalaciones eléctricas ordinarias o normales son de aplicación.

Sustento de la Regla 020-010. Ningún conjunto práctico de medidas relacionadas con cualquier instalación eléctrica garantiza la seguridad absoluta de la misma; por consiguiente, las reglas que norman su diseño, ejecución y operación deben ser complementadas con medios de mitigación de eventuales accidentes que pongan en peligro la vida y la salud de los usuarios e integridad de la propiedad.

Propósito de la Regla 020-010. Donde sea exigible por la Autoridad competente, las instalaciones eléctricas deben contar con el equipo y personal entrenado en la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

prevención y mitigación de los efectos de eventuales accidentes eléctricos, en relación con las características de dicha instalación.

En el Anexo A-2 se encuentran los tópicos relacionados con la Prevención de los Peligros de la Electricidad.

Sustento y Propósito de la Regla 020-012. Las instalaciones eléctricas de utilización desde su concepción deben prever el cumplimiento de las prescripciones de protección del medio ambiente.

Las instalaciones eléctricas de utilización durante su construcción, operación y mantenimiento, deben cumplir las prescripciones dadas en el Anexo C, las mismas que contemplan los siguientes aspectos:

- Residuos peligrosos.
- Control de ruido.
- Valores máximos de exposición a campos eléctricos y magnéticos a 60 Hz .

Sustento y Propósito de las Reglas 020-014 a 02016. Las instalaciones eléctricas de utilización están sujetas a ser inspeccionadas y reinspeccionadas, por parte de la Autoridad competente para estos casos, para tal efecto, el usuario debe dar las facilidades necesarias.

Las inspecciones y reinspecciones deberán ser de acuerdo a la Regla 010-008 del Código.

Sustento y Propósito de las Reglas 020-018 a 02022. Estas numeraciones de reglas han sido dejadas en blanco de manera expresa para incorporar futuras reglas.

Sustento de la Regla 020-024. Con el fin de asegurar que los equipos eléctricos no originen riesgos potenciales de incendio o de electrocución, es necesario que tales equipos y el método de instalación y operación, se sujeten a la normatividad vigente.

Propósito de la Regla 020-024. Se requiere asegurar que los equipos eléctricos utilizados en las instalaciones eléctricas sean aprobados. Este es un término definido y se refiere a que los equipos eléctricos sean sometidos a exámenes y pruebas por el ente de certificación reconocido.

Sustento y Propósito de la Regla 020-026. Los materiales o equipos no aprobados deben ser rechazados. Los equipos eléctricos aprobados no deben originar riesgos de incendio o electrocución. Cualquier equipo eléctrico aprobado pueda ser rechazado por el ente de inspección, si no cumple con las normas de la muestra aprobada, o si el equipo está siendo utilizado en una ubicación o de una manera tal que no está aprobada, o cuando los requerimientos para la aprobación no están siendo cumplidos. Una Nota en el Anexo B propone que, para ciertos tipos de equipos eléctricos, el instalador debe seguir estrictamente las instrucciones de instalación suministradas por el fabricante para cumplir los términos del acuerdo de aprobación.

Sustento y Propósito de la Regla 020-028. Las instalaciones eléctricas deben ser inspeccionadas antes de ser culminadas, especialmente las partes de la instalación que van enterradas o debajo de algún acabado que no se puede remover.

Sustento y Propósito de la Regla 020-030. Las reglas en casos particulares pueden ser exoneradas, bajo un sustento técnico. Para ello se debe solicitar a la Dirección

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

General de Electricidad justificando técnicamente la exoneración a una regla en particular.

Sustento y Propósito de la Regla 020-032. Ninguna persona puede dañar ni interferir las instalaciones eléctricas o cualquier componente, ya sea de su propiedad o de un tercero. Y cuando necesario desplazar o desconectar una instalación eléctrica, por razones constructivas, es de responsabilidad del quien efectúa los trabajos, dar aviso al propietario de la instalación eléctrica y éste debe autorizar; excepto los casos de urgencia donde se vea comprometida la vida o la integridad de la instalación. Luego de efectuar los trabajos las instalaciones eléctricas deben quedar seguras.

Sustento de la Regla 020-034. La incompatibilidad puede presentarse en varios aspectos, tanto en baja como en media tensión, tales como: valor nominal de la tensión, configuración de los sistemas, máxima tensión a tierra, conexión a tierra o neutro flotante, etc.; así como en las formas y medios de protección que éstos impliquen o requieran.

Propósito de la Regla 020-034. Los sistemas eléctricos de utilización deben tener valores de tensión nominales iguales, y se debe tomar en cuenta la configuración del sistema eléctrico, la máxima tensión a tierra, el neutro flotante y otros aspectos relacionados. Es claro de los sistemas eléctricos de suministro deben cumplir el Código Nacional de Electricidad – Suministro.

Los sistemas de utilización deben cumplir, dependiendo del sistema eléctrico de suministro, con los esquemas de puesta a tierra descritos en el Anexo A-3 del Código.

Generalidades Técnicas

Sustento de la Regla 020-100. Se requieren varias categorías o parámetros que deben ser marcados para proveer al usuario o al instalador, información adecuada acerca de la calidad de un producto, incluyendo las limitaciones que sean pertinentes, para asegurar una adecuada instalación y un comportamiento satisfactorio.

Propósito de la Regla 020-100. Se debe proveer el marcado indicado en las Subreglas (1)(a) a (1)(l). Esto asegura que un dispositivo satisface los valores adecuados de la tensión, corriente, frecuencia, etc. del circuito en el que está o en el que debe ser conectado. La Subregla (1)(m) incluye otros marcados como aquellos que se especifican en la Sección 110 para Lugares Peligrosos. El lugar destinado para el marcado debe mantenerse adecuadamente alejado de materiales combustibles o conductores.

La Subregla (1)(l) requiere un marcado de identificación de certificación del ente encargado de la aprobación, para asegurar que el equipo eléctrico ha sido probado de acuerdo a una norma específica. El procedimiento de marcado deberá ser efectuado de acuerdo a la normatividad correspondiente.

Se dan las Subreglas (2) y (3) para coordinar la capacidad de los circuitos y la de los dispositivos de sobrecorriente, de manera que los conductores y los equipos eléctricos no queden expuestos a corrientes que den lugar a temperaturas que excedan sus limites.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

La Subregla (3) también provee una rápida y fácil identificación de que interruptor, interruptor automático o fusible controla un circuito específico, lo cual puede ser vital en casos de emergencia. La Subregla (4) hace referencia a la Regla 020-024, que requiere el uso de equipos aprobados para el propósito específico para el cual deben ser utilizados, y debe ser considerada de ayuda para el cumplimiento de esa Subregla.

Sustento y Propósito de la Regla 020-102. Cuando se reconstruyen equipos eléctricos, las características nominales originales pueden ser cambiadas. Es importante por ello que cualquier cambio en las características nominales de un equipo como resultado de la reconstrucción quede claramente marcado en la placa de características.

Sustento y Propósito de la Regla 020-104. Esta regla permite, bajo ciertas circunstancias, el uso de equipos eléctricos de mayor capacidad cuando no se encuentran disponibles equipos de una capacidad específica. Sin embargo, se estipula que debe obtenerse una excepción, de acuerdo a la Regla 020-030, antes de utilizar un equipo de menor capacidad al especificado.

Sustento y Propósito de la Regla 020-106. Se considera necesario y deseable el restringir el nivel de tensión en instalaciones residenciales a no más de 250 V contra tierra, para proteger a las personas sin experiencia o no calificadas de peligros de electrocución, con mayores niveles de tensión.

Sustento y Propósito de la Regla 020-108. Se indica que la mano de obra en una instalación eléctrica sea de buena calidad, por tanto se prevé el rechazo de una instalación en donde se encuentre mala calidad de mano de obra.

Sustento y Propósito de la Regla 020-110. La experiencia indica que la madera utilizada para anclajes en mampostería o concreto se deteriora por putrefacción, resecado o encogimiento, dando lugar finalmente a un punto sin soporte. Por tanto, se ha insertado esta regla en el Código, para excluir el uso de madera o cualquier otro material no adecuado.

Sustento y Propósito de la Regla 020-114. Esta regla es una aplicación particular de la Regla 020-112. Si la pasta de soldar corroe el cobre, se tendrá como resultado una instalación eléctrica insegura. Con el decreciente uso de soldadura, esto es cada vez un problema menor.

Sustento y Propósito de la Regla 020-116. Se aclara que, por efectos de facilidad, cuando la sección del conductor es especificada sin indicar el tipo de material, se debe considerar que es de cobre.

Sustento y Propósito de la Regla 020-118. Se requiere que las placas de características y las partes que puedan requerir mantenimiento, queden accesibles después de la instalación, para facilitar reemplazos y para permitir la identificación de componentes.

Sustento y Propósito de la Regla 020-120. No se deben instalar o almacenar materiales combustibles demasiado cerca de equipos eléctricos, particularmente a aquellos que producen calor. Se debe evitar obstruir el acceso a aquellas partes de la instalación que puedan requerir mantenimiento.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 020-122. Se propone correlacionar la instalación de aislamiento térmico con la instalación de equipos eléctricos, asegurando que la disipación térmica no se reduzca hasta el punto de crear temperaturas excesivas en los componentes eléctricos, ni dar lugar a que se generen riesgos de electrocución.

Sustento y Propósito de la Regla 020-124. Se debe reducir la posibilidad de propagación de incendios. Cuando un tabique contra incendios haya sido perforado, el cierre realizado debe ser efectivo y debe satisfacer los requerimientos mínimos para garantizar la no propagación del fuego.

Consideraciones Prácticas de la Regla 020-124. (Véanse las Figuras 020-124-1, 020-124-2, 020-124-3, 020-124-4, y 020-124-5).

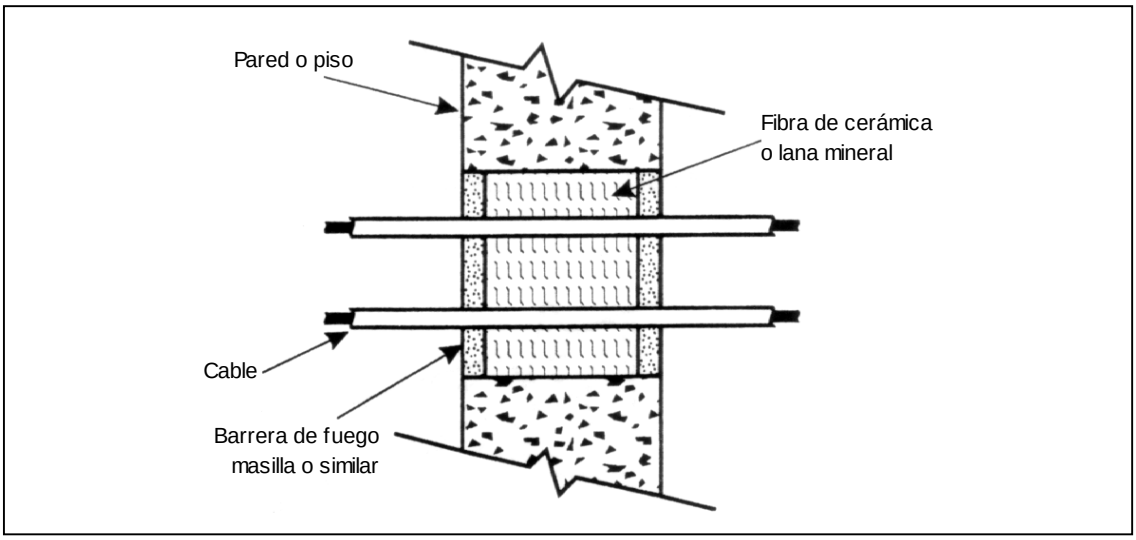


Figura 020-124-1
Barreras de Fuego - Cable Típico con Sistema de Sellado de Masilla o Similar

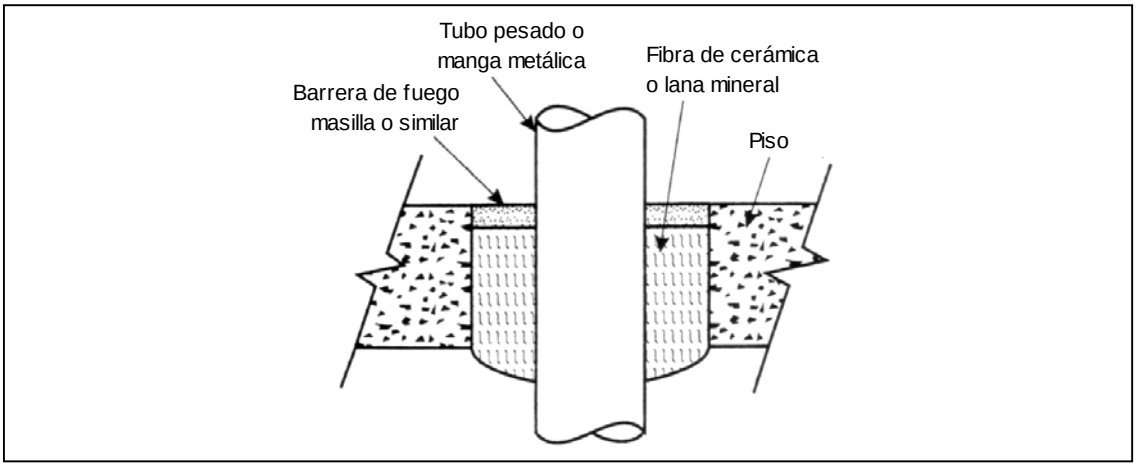


Figura 020-124-2
Conducto con Barrera de Fuego de Cerámica y Fibra o Lana Mineral

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

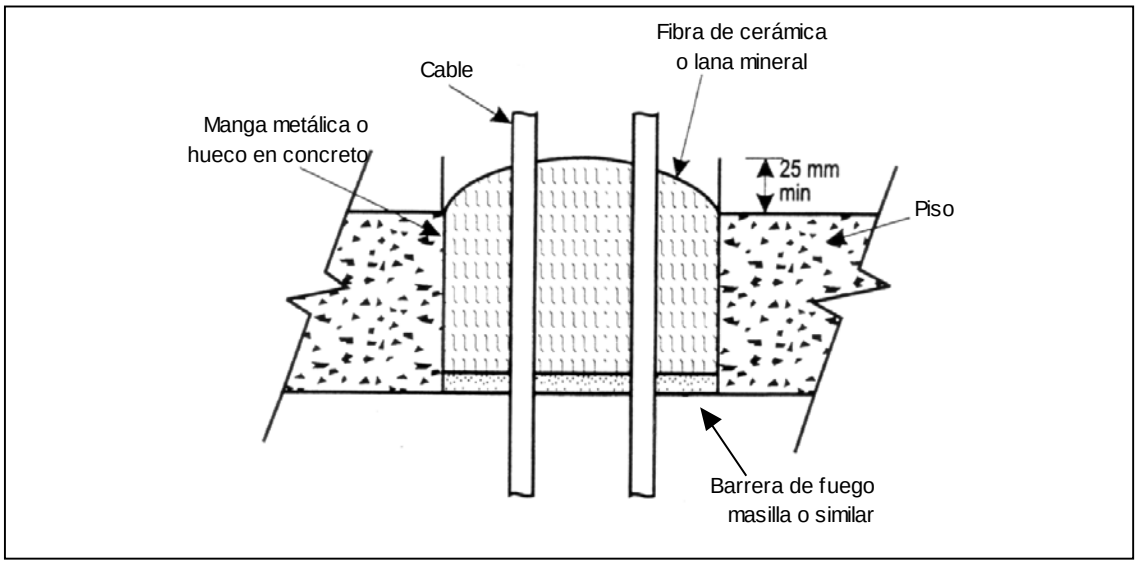


Figura 020-124-3
Cable Típico con Barrera de Fuego de Masilla y Fibra o Lana Mineral

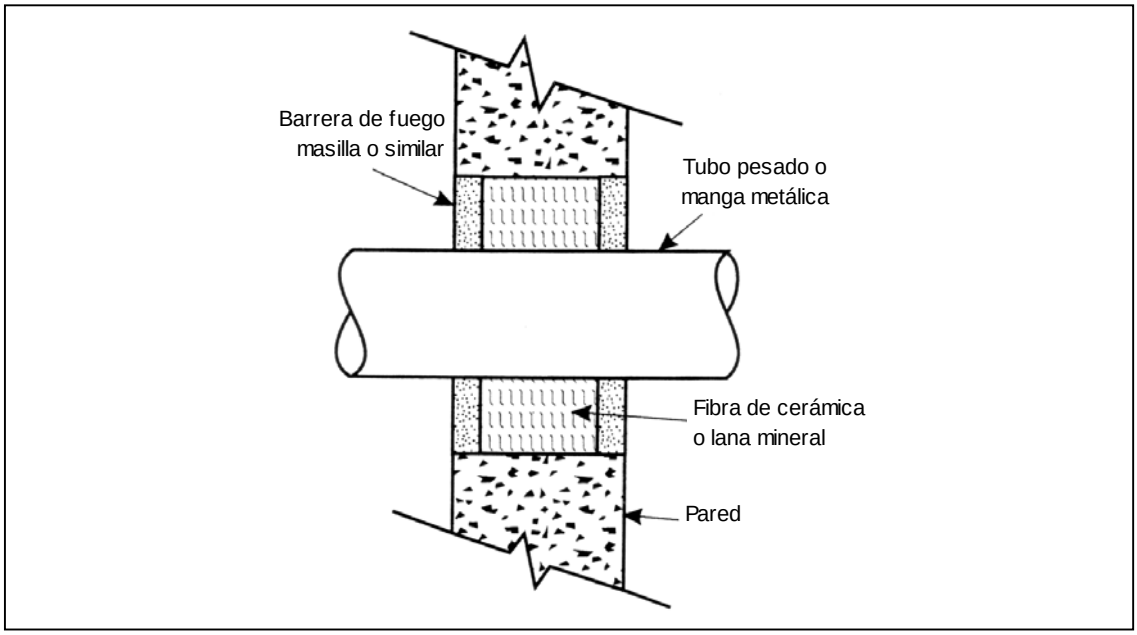
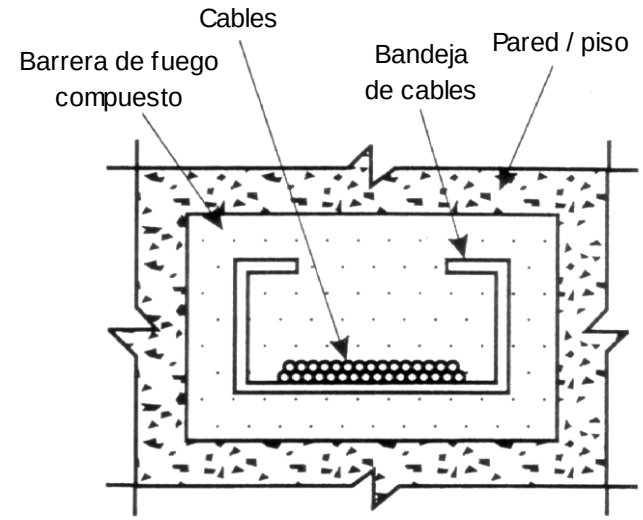


Figura 020-124-4
Barrera de Fuego Típica de Masilla o Relleno para Tubo Pesado

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota:
El compuesto de barrera contra el fuego, debe estar entre
y alrededor de cada cable.

Figura 020-124-5
Barrera de Fuego Típica para Bandeja de Cables

Sustento y Propósito de la Regla 020-126. La Subregla (1) precisa que el alambrado y cableado eléctrico de las edificaciones deben cumplir con los mínimos requerimientos contra la propagación de fuego de los materiales de la edificación, de manera tal que no se incrementen los riesgos de incendio.

La Subregla (2) precisa que los conductores y cables eléctricos en general, es decir todos deben ser del tipo no propagadores de la llama; es decir, aquellos que no contribuyen a la propagación de la llama, sino se autoextinguen. (Véase la definición conductor o cable no propagador de la llama).

La Subregla (3) precisa que los conductores, cables eléctricos y sus canalizaciones, cuando son instalados en locales con afluencia de público – los locales referidos en la Subregla 010-010 (4) – deben ser instalados con protección mecánica para no se dañados y además deben ser del tipo no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Es decir, deben tener las siguientes características:

1. **No propagador de incendio:** Sometido a las condiciones simuladas de un incendio en un horno especial, no desprende productos volátiles inflamables en cantidades suficientes para provocar un foco de incendio secundario y posee las siguientes características:
2. **Libre de halógenos:** Cuando los materiales utilizados en el aislamiento y cubierta entran en combustión, mantiene la propiedad de no propagación del incendio, está exento de componentes halogenados y los gases que pudieran desprenderse no son nocivos, es decir, no generan gases tóxicos y corrosivos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

3. **Baja emisión de humos:** Bajo condiciones de incendio evita la pérdida de visibilidad debida al humo producido por la combustión, por lo que facilita la evacuación de las personas y el trabajo del personal de rescate.
(Véanse las definiciones).

La Subregla (4) precisa que el alambrado debe están cubierto con material incombustible.

Sustento y Propósito de la Regla 020-128. Existe la necesidad de utilizar canalizaciones no metálicas en instalaciones eléctricas para prevenir problemas que podrían ser asociados con canalizaciones metálicas. Para reducir los riesgos de propagación de fuego y humo, cuando se utilizan canalizaciones no metálicas totalmente cerradas, deben cumplirse los mismos requerimientos mínimos contra la propagación de fuego utilizados para cables y conductores con cubiertas combustibles instalados en edificaciones no combustibles.

Sustento y Propósito de la Regla 020-130. Se requiere que el sistema eléctrico debe estar libre de cortocircuitos y de fallas a tierra, debiendo ejercerse cuidado durante las pruebas, para asegurar que ciertos equipos sensibles a la tensión, como pueden ser interruptores de falla a tierra, no queden sujetos a tensiones que puedan dañarlos.

Sustento y Propósito de la Regla 020-132. El interruptor diferencial o interruptor de falla a tierra es un dispositivo de seguridad que provee buena protección contra los peligros de electrocución entre línea y tierra. Es importante aclarar que este dispositivo no reconoce peligros de electrocución que se originen por contactos entre líneas. Un interruptor diferencial o interruptor de falla a tierra, no debe ser utilizado como un sustituto de los medios de protección normalmente provistos, como son aislamiento y conexión a tierra. En las Reglas 060-408(4) y 150-700(9) se cubren excepciones relacionadas con los enlaces equipotenciales a tierra.

En general todas la instalaciones eléctricas deben contar con protección diferencial de 30 mA para la protección de las personas. En lo que respecta a las instalaciones eléctricas de unidades vivienda la protección diferencial debe efectuarse conforme lo indicado en la Regla 150-400 – Tableros en Unidades de Vivienda.

Cuando se trata de instalaciones eléctricas que no son unidades de vivienda, llámense comercios, industria, etc., la protección diferencial debe ser diseñada tomando en cuenta varios criterios, como son la continuidad de servicio, líneas industriales de producción continua, uso doméstico, acceso de personas que no conocen el manejo de la electricidad, etc. Para estos casos los circuitos derivados para usos domésticos o con acceso a personas que no conocen el manejo de la electricidad, deben ser dotados con protección diferencial de 30 mA; el resto de los circuitos derivados deben tener protección diferencial de mayor sensibilidad o que solamente señalicen este tipo de fallas.

Asimismo, cabe señalar que en la Subregla 080-010(a)(iii) Requerimientos de Dispositivos de Protección y Control, se indica que los aparatos eléctricos y los conductores no puestos a tierra, deben estar provistos con dispositivos para abrir automáticamente un circuito eléctrico ante corrientes residuales a tierra que puedan ocasionar daños o electrocución a personas o animales, en instalaciones accesibles.

Consideraciones Prácticas de la Regla 020-132. Debe tenerse en cuenta que el interruptor diferencial o interruptor de falla a tierra, es un dispositivo electromecánico

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

que requiere ser probado periódicamente para asegurar su operación en forma correcta. Para este propósito el interruptor diferencial o de falla a tierra debe estar provisto con un botón de prueba como parte integral del dispositivo.

Protección de las Personas y de la Propiedad

Sustento y Propósito de la Regla 020-200. Se debe poner énfasis en que la seguridad de las personas y de la propiedad, así como la protección de los equipos eléctricos son los más importantes requerimientos del Código.

Sustento de la Regla 020-202. Se considera necesario proteger mecánicamente contra la posibilidad de electrocución por contacto accidental con partes vivas expuestas.

Propósito de la Regla 020-202. Los equipos eléctricos con partes vivas expuestas, deben ser instalados en salas o locales adecuados o en áreas accesibles únicamente a personal calificado, y que sin embargo, sean protegidas mecánicamente contra contacto accidental.

Cuando los equipos eléctricos tienen componentes no eléctricos que requieren atención o mantenimiento por personal no calificado, y están a menos de 900 mm de las partes vivas expuestas, se deben proveer barreras o cubiertas adecuadas para tales partes vivas expuestas o desnudas.

Los accesos a las salas o ambientes protegidos, que contienen partes vivas expuestas, deben ser señalizados con advertencias llamativas, prohibiendo el acceso a personas no calificadas.

Mantenimiento y Operación

Sustento y Propósito de la Regla 020-300. Se debe asegurar que los equipos eléctricos en uso actual o futuro sean mantenidos en condiciones operativas buenas y seguras. Los equipos eléctricos de uso poco frecuente, deben ser completamente revisados antes de ser utilizados. Igualmente los equipos eléctricos defectuosos deben ser desconectados y reparados antes de ser energizados.

Sustento y Propósito de la Regla 020-302. No se debe trabajar en equipos eléctricos con partes vivas, en áreas donde haya o pueda haber presencia de gases o materiales inflamables o explosivos. Las juntas o sellos de los recipientes deben ser mantenidos en condiciones seguras, de modo de asegurar que no sea comprometida su integridad por posible recorrido de la llama.

Sustento y Propósito de la Regla 020-304. Para la seguridad del personal que esté trabajando en equipos eléctricos, estos equipos deben ser desenergizados antes que se realice cualquier trabajo en ellos. Un interruptor de 3 o 4 vías no se considera un medio de desconexión adecuado, ya que por diseño no tienen indicación de las posiciones “prendido” y “apagado”, y el método de alambrado permite accionarlas desde múltiples posiciones. Cuando se trabaja sobre los equipos eléctricos, el medio de desconexión debe ser fijado de manera efectiva en la posición “apagado”, y deben ponerse señalizaciones de advertencia para prevenir la operación no autorizada del medio de desconexión. Son recomendables precauciones mayores, como el retiro de

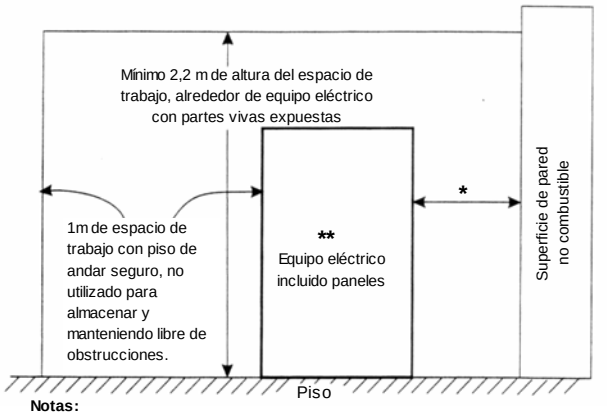
DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

fusibles durante largos periodos de desconexión. Cuando no se pueda realizar una completa desconexión, debe tomarse en cuenta las previsiones de la Regla 020-306.

Sustento y Propósito de la Regla 020-306. Tanto el aislamiento de la instalación así como los materiales aislantes necesarios, tales como tenazas, guantes de jebe, tapetes, etc. deben ser mantenidos en condiciones seguras para su uso, cuando tenga que realizarse trabajos en equipos eléctricos energizados.

Sustento de la Regla 020-308. Se propone asegurar la provisión de adecuado espacio de trabajo alrededor de los equipos eléctricos.

Propósito de la Subregla 020-308(1). (Véase la Figura 020-308). Se debe proveer y mantener como mínimo 1 m de espacio de trabajo alrededor de equipos eléctricos con cubiertas metálicas, con excepción de la parte trasera, en equipos que no tengan partes que requieran reposición, tales como interruptores o fusibles en la parte posterior, y en los cuales todas las conexiones sean accesibles por cualquier otro lado que no sea el posterior.



Notas:

* Espacio mínimo de 150 mm si el equpo eléctrico es un transformador de núcleo seco con ventilación abierta. Si la superficie de la pared es combustible la distancia se incrementa a 300 mm.

** Cuando el equpo eléctrico tiene partes vivas expuestas, ejemplo: tablero de maniobras, paneles de control y control de motores, el espacio mínimo de trabajo se especifica en la Tabla 56.

Figura 020-308
Espacio de Trabajo Alrededor del Equipo Eléctrico

Propósito de la Subregla 020-308(2). El espacio al que se hace referencia en la Subregla (1) debe ser adicional al requerido para la operación de equipos eléctricos tipo extraíble, en las posiciones conectado, prueba o completamente desconectado, y debe ser suficiente para la apertura de las puertas de la cubierta y de los paneles abisagrados a por lo menos 90°.

Propósito de la Regla 020-308(3). Los equipos eléctricos que tengan partes vivas expuestas, tales como tableros, paneles de control y centros de control de motores, deben ser provistos con espacios de trabajo que permitan un desplazamiento seguro, no menores que los especificados en la Tabla 56.

Propósito de la Regla 020-308(4). Se propone que el espacio de trabajo alrededor de tableros y centros de control de motores que tengan partes vivas expuestas en cualquier momento, tenga una altura mínima de 2,2 m .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 020-310. Se ha incluido esta regla para asegurar que el personal tenga una rápida vía de escape de una sala de equipos eléctricos o un espacio de trabajo alrededor de equipos eléctricos, en caso de accidente.

Propósito de la Regla 020-310(1). Cada ambiente o sala de equipos eléctricos y cada espacio de trabajo debe tener una vía de escape libre, ordenada y sin obstrucciones.

Propósito de la Regla 020-310(2). Cada espacio de trabajo o cada ambiente de equipos eléctricos que contenga transformadores, dispositivos de sobrecorriente, interruptores de maniobra o medios de desconexión de 1200 A o más, o de más de 1 000 V de tensión nominal, deben estar dispuestos de modo que el recorrido de la vía de escape no obligue a pasar por el punto potencial de falla del equipo eléctrico. Cuando esto no sea posible, la vía de escape desde el equipo debe tener un ancho mínimo de 1,5 m sin obstáculos. De acuerdo a la Nota dada en el Anexo B, una salida adicional puede proveer la vía de escape requerida.

Propósito de la Regla 020-310(3). Se deja en claro que el punto de falla potencial de un equipo eléctrico puede ser cualquier punto físico en el equipo o sobre el mismo.

Propósito de la Regla 020-310(4). Para proteger a las personas que están trabajando y/o operando equipos, en la eventualidad de falla del equipo o de un accidente, las puertas o accesos del ambiente deben ser fácilmente abiertas desde el lado donde se encuentra el equipo, sin necesidad de hacer uso de alguna llave o herramienta.

Sustento y Propósito de la Regla 020-312. Los pasadizos y los espacios de trabajo alrededor de equipos eléctricos no deben ser usados como almacén y se deben mantener libres de cualquier obstáculo, disponiéndose de forma tal de permitir un fácil acceso al personal autorizado, a todas las partes del equipo que requieran atención.

Sustento y Propósito de la Regla 020-316. Para prevenir la ignición de materiales inflamables, tales materiales no deben ser almacenados o colocados a distancias consideradas peligrosas desde los equipos eléctricos.

Sustento de la Regla 020-318. El espacio de aire alrededor de los equipos eléctricos no debe ser restringido en ninguna forma, en la medida que la ventilación y la radiación juegan un papel importante para mantener la temperatura del equipo eléctrico dentro de sus límites de diseño.

Propósito de la Regla 020-318. Se debe proveer adecuada ventilación alrededor de los equipos eléctricos para prevenir el desarrollo de temperaturas ambiente que pudieran ser excesivas a las normalmente permitidas en equipos eléctricos tales como generadores, motores o transformadores.

Sustento de la Regla 020-320. En caso que la ruta de desfogue de la humedad de un equipo eléctrico sea bloqueada, la humedad puede acumularse en una cantidad tal que llegue a afectar al equipo eléctrico. Por ello, la ruta de desfogue de la humedad debe ser de naturaleza tal, que sea difícil de quedar o ser bloqueada.

Propósito de la Regla 020-320. Cuando se provea un drenaje de humedad que proviene de un equipo eléctrico, sea tal que la ruta de desfogue no quede ni pueda ser obstruida.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 020-322. Se puede presentar una mezcla explosiva cuando se produce una fuga en un medidor de gas o en un dispositivo de purga de gas. Por ello no deben instalarse equipos eléctricos que puedan producir arcos y causar una explosión, a distancias menores que las especificadas de un medidor de gas o de un dispositivo de purga de gas.

Propósito de la Regla 020-322. Los equipos eléctricos que producen arcos para instalación exterior, tal como una unidad central de aire acondicionado para uso exterior, no deben ser instalados a menos de 1 m de un dispositivo de purga de gas combustible o un respiradero. Igualmente cuando se instale en interiores un medidor para gases combustibles, no se deben instalar equipos eléctricos que produzcan arcos, tales como arrancadores o controladores de motores, a menos de 900 mm del medidor de gas.

Cubiertas

Sustento de la Regla 020-400. Las cubiertas pueden ser de varias formas de construcción para servir a varios propósitos y operar en diversos ambientes. Así, los diferentes tipo de cubiertas son divididas en categorías definidas, para permitir su fácil reconocimiento y adecuada aplicación. No se considera dentro de estas categorías, condiciones tales como condensación, congelación, corrosión o contaminación, que pueden ocurrir al interior de la cubierta o entrar a la misma a través de una tubería o una abertura no sellada.

Propósito de la Regla 020-400(1). Las cubiertas para equipos eléctricos, diferentes a las cubiertas para motores o condensadores, deben ser reconocidas en función de su uso propuesto, tal como se especifica en la Tabla 65, o como se lista en la Subregla (1).

Propósito de la Regla 020-400(2). La Tabla 65 lista tipos de cubiertas con un rango de protección más amplio que las listadas en la Subregla (1). Se permite el uso de los tipos de cubiertas de la Tabla 65 en lugar de los listados en la Subregla (1), en la medida que la cubierta utilizada provea el mismo o mayor grado de protección.

Sustento y Propósito de la Regla 020-402. Para distinguir fácilmente un tipo de recinto de otro, las cubiertas referidas en la Tabla 65, excepto el Tipo IP21, deben de ser marcados. Una cubierta sin un tipo o la marca de designación debe ser tratada como del Tipo IP21.

Sustento de la Regla 020-404. Los motores tienen una forma de cubierta que posee su propia nomenclatura durante muchos años, y parece no haber razón, hasta la fecha, para introducir ningún cambio.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Tensiones y Frecuencia

Sustento de la Regla 020-500. Es necesario relacionar las tensiones de una red de servicio público de baja tensión, con las de las instalaciones de utilización alimentadas desde dicha red. No obstante, en instalaciones de utilización privadas, que no sean de vivienda, por razones económicas o por que así lo requieren los procesos de utilización, puede convenir el uso de sistemas y tensiones diferentes a las de una red de servicio público. Este no es el caso de las unidades de vivienda donde por la naturaleza de los usuarios debe limitarse estrictamente las tensiones de los circuitos.

(Referencia: Código Nacional de Electricidad – Suministro)

Propósito de la Regla 020-500. Por las mismas razones de normalización de las redes de baja tensión, las acometidas a los predios de utilización deben tener las tensiones y configuración compatibles con las redes de servicio público de electricidad. Las instalaciones del predio quedan abiertas a la decisión de proyectistas y usuarios el uso de tensiones y sistemas de circuitos que mejor se adapten a sus necesidades, previa aprobación de la autoridad competente; esta aprobación se exige para asegurar la aplicación del Código a cualquier instalación eléctrica. Para las unidades de vivienda se exige el uso exclusivo de la tensión de 220 V en los circuitos derivados con el objeto de limitar las tensiones contra tierra.

Sustento y Propósito de la Regla 020-502. La frecuencia nominal del sistema eléctrico nacional es de 60 Hz .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 030

CONDUCTORES

Sustento y Propósito de la Regla 030-004. (Véanse las Figuras 030-004, 030-004(10), y 030-004(13)). Cuando el número de conductores se incrementa de uno a varios, tanto al aire libre o enterrado en una canalización o cable, en instalación visible o subterránea, el efecto de calentamiento mutuo se vuelve más pronunciado y la radiación menos efectiva; así, la capacidad para conducir corriente es también menos efectiva.

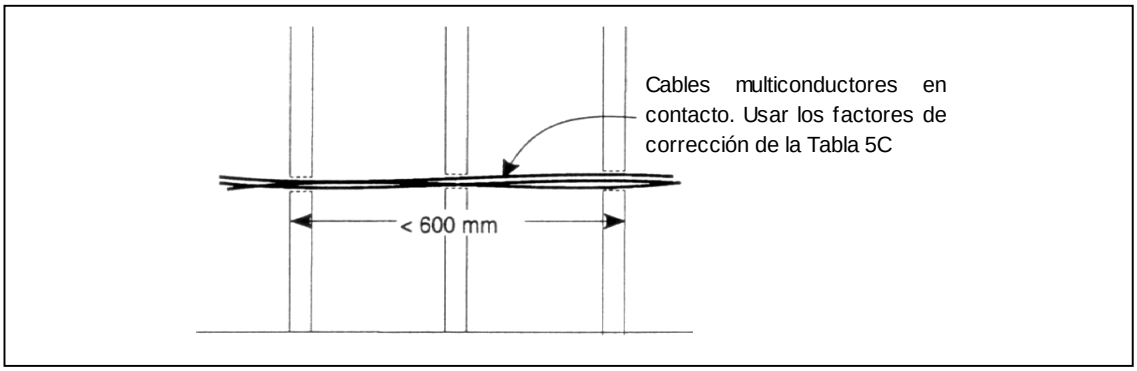
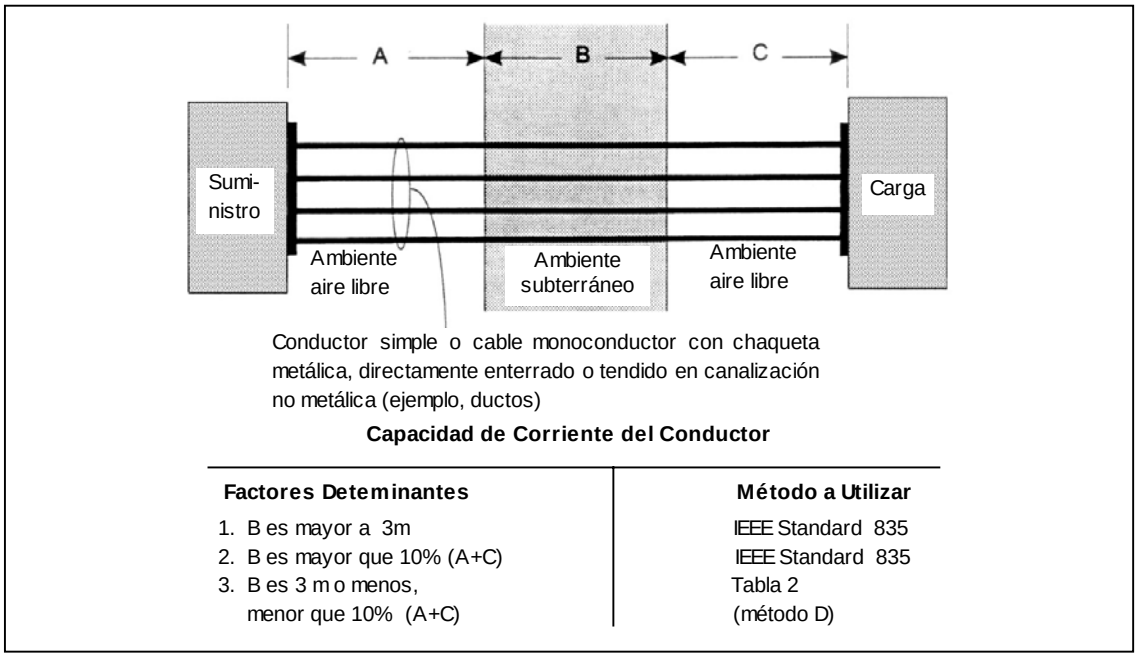


Figura 030-004(10)
Cables Multipolares Tendidos en Contacto



Capacidad de Corriente del Conductor

Factores Deteminantes	Método a Utilizar
1. B es mayor a 3m	IEEE Standard 835
2. B es mayor que 10% (A+C)	IEEE Standard 835
3. B es 3 m o menos, menor que 10% (A+C)	Tabla 2 (método D)

Figura 030-004(13)
Capacidad de Corriente de Conductores Aislados

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

La Subregla (1) provee métodos y factores de corrección para asegurar que la temperatura del conductor permanece dentro de los límites operativos permitidos por el aislamiento de los conductores. En las Tablas 1 y 2 se indican las capacidades de corriente de los conductores, de acuerdo al método de instalación, tipo de aislamiento y cantidad de conductores, teniendo en consideración l a Norma Técnica Peruana NTP 370.301 que hace referencia a la norma IEC 60364-5-523 “Electrical installations of building. Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Section 523: Current-carrying capacities in wiring systems”. Asimismo en el punto d) se indica que el cálculo de la capacidad de corriente de tales instalaciones también se puede basar en la norma americana IEEE Standard 835 “Standard Power Cable Ampacíty Tables”. En el Anexo D se proveen Tablas con capacidades de corriente determinadas usando el método de cálculo del IEEE Standard 835.

Desde que el conductor neutro sólo transporta la corriente de desbalance de los otros conductores, es lógico que en la Subregla (3) se trate a un sistema trifásico de 4 conductores como un circuito balanceado de 3 conductores al evaluar las capacidades de corriente.

Cuando se tienen los 2 conductores de un sistema monofásico y un tercer conductor conectado al neutro de un sistema trifásico de 4 conductores, el conductor común realmente no funciona como un neutro tal como ha sido definido, por lo que, como se plantea en la Subregla (4), se requiere que tal conductor sea tomado en cuenta para la evaluación de la capacidad de corriente.

Dado que un conductor de enlace equipotencial normalmente no transporta corriente, la Subregla (6) indica que no sea tomado en cuenta en la determinación de las capacidades de corriente.

La Subregla (7) enfatiza aún más que los Factores de Corrección de esta regla se aplican únicamente y están determinados para los números de conductores de alumbrado y fuerza en una cable o una canalización.

La Subregla (7) también establece que los conductores instalados en una canaleta auxiliar deben ser exceptuados de la aplicación de los factores de corrección, desde que tales canaletas auxiliares se consideran extensiones del espacio para alambrado eléctrico, que no debe extenderse a más de 6 m del equipo eléctrico. (Véase la Regla 070-1900(2)).

La Subregla (8) se justifica por si misma cuando establece que se requieren factores de corrección adicionales cuando los conductores se instalan en ambientes en los que la temperatura ambiente excede o puede exceder los: 30 °C para conductores al aire libre y 20 °C para conductores en canalización o en cables multipolares, en los que se basan las Tablas 1 y 2. Tales factores de corrección se listan en la Tabla 5A.

La Subregla (10) establece que cuando se tienden circuitos conformados por grupos de conductores o cables unipolares, o grupos de cable unipolar (ya sea con chaqueta metálica o no metálica), en contacto con otros circuitos en longitudes mayores de 600 mm, deben aplicarse los factores de corrección de la Tabla 5C, teniendo en cuenta el número de circuitos o cables multipolares.
La Subregla (11) indica que cuando se tenga en una canalización conductores con diferentes temperaturas nominales, la capacidad de corriente debe ser evaluada basándose en el conductor con menor temperatura nominal.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

La Subregla (12) cubre el caso de conductores añadidos a una canalización existente, y requiere que la capacidad de corriente de cualquiera de los conductores se determine de acuerdo a todas las Subreglas aplicables.

La Subregla (14) provee una excepción cuando la longitud de la zona con menor capacidad de corriente no excede de 3 m o del 10% de la longitud del circuito, lo que sea menor. En este caso se requiere utilizar para todo el conductor la capacidad de la zona de mayor capacidad de corriente (por ejemplo, al aire libre, en una canalización o en una porción de cable). Un beneficio de esta Subregla es permitir la terminación o transición de cables subterráneos de gran capacidad, sin reducir su capacidad calculada.

Determinación de los conductores de acuerdo a su designación:

- Los conductores o cables de uso general, se rigen por la Regla 030-004 y las Tablas 1 y 2;
- Los cordones flexibles o conductores para aparatos, se rigen por las Reglas 030-014 y 030-040 y las Tablas 12 y 12A.

Nota:
(a) Los conductores y cables de uso general se listan en la Tabla 19.
(b) Los cordones flexibles o conductores para aparatos se listan en la Tabla 11.

Para Conductores y Cables de Uso General *

1. Determinar la temperatura nominal del aislamiento del conductor. Si el tipo de aislamiento no está listado en las Tablas 1 y 2, debe verse la Tabla 19.
2. Determinar la sección del conductor.
3. Determinar el material del conductor, debe ser cobre.
4. Determinar los Factores de Corrección aplicables a la capacidad de corriente de acuerdo a la Regla 030-004.
   (a) Cuando existan más de un circuito de fuerza o alumbrado en una canalización o cable, excepto que se utilicen canaletas auxiliares, se debe aplicar el factor de corrección de la Tabla 5C.
   (b) Cuando los conductores son embutidos en ductos y enterrados en el suelo con resistividad distinta de 2,5 K.m/W, se debe aplicar el factor de corrección de la Tabla 5B. (Véase la Subregla 030-004(9)).
   (c) Cuando los conductores, ya sea que estén tendidos al aire libre o en una canalización, y la temperatura ambiente que los rodea exceda o pueda exceder los 30°C, se debe aplicar el factor de corrección de la Tabla 5A-a; y cuando se trata de ductos enterrados a temperatura ambiente en tierra distinta de 20°C, se debe aplicar el factor de corrección de la Tabla 5A-b. (Véase la Subregla 030-004(8)).
5. Cuando se instalan en una misma canalización conductores de diferentes temperaturas nominales, la capacidad de corriente de todos los conductores en la canalización debe ser determinada para la menor temperatura nominal de cualquiera de los conductores instalados.
6. La capacidad de corriente de un conductor añadido a una canalización y las capacidades del resto de conductores existentes en la misma, deben sujetarse a los pasos 1 a 5 mencionados anteriormente.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

7. Cuando los conductores de un circuito son tendidos en diferentes condiciones (por ejemplo, al aire libre, en cables o canalizaciones, en canalizaciones no metálicas subterráneas, etc.), debe utilizarse para todo el circuito la menor capacidad de corriente resultante para cualquiera de los tramos.

Para Cordones Flexibles y Conductores para Aparatos

1. Determinar la sección del conductor
2. Determinar el factor o factores de corrección de la capacidad de corriente aplicables (Véase la Regla 030-014).
   (a) Cuando hay más de 3 conductores en una canalización o un cable, aplique el factor de corrección indicado en la Regla 030-014.
   (b) Cuando los conductores son tendidos en una canalización o un cable, y la temperatura circundante excede 30°C, aplique los factores de corrección de la Tabla 5A.

Para Conductores y Cables de Uso General **

1. Determinar de los Diagramas B4-1 y B4-2 de la Regla 030-004 en el Anexo B, el número de detalle correspondiente a la configuración de la instalación, ya sea que se trate de cables unipolares con chaqueta metálica o con blindaje metálico directamente enterrados, o de conductores aislados tendidos en canalizaciones no metálicas subterráneas.
2. Determinar el material del conductor: debe ser cobre (Véanse las Tablas D8 y D9)
3. Determinar la sección del conductor.
4. Determinar la capacidad de corriente del conductor a partir de las Tablas D5 y D9, teniendo en cuenta lo siguiente:
   (a) El material del conductor (cobre)
   (b) El número del detalle de la configuración de acuerdo a los Diagramas B4-1 y B4-2 de la Regla 030-004 del Anexo B, ya sea para conductores directamente enterrados o para canalizaciones no metálicas subterráneas; y
   (c) La sección del conductor.

Nota: *La temperatura nominal mínima del aislamiento de los conductores es de 90°C, y la máxima temperatura del terreno circundante es de 20 °C .*

***** *Para cables unipolares con chaquetas o blindajes metálicos directamente enterrados o en canalizaciones no metálicas subterráneas.*

****** *Para cables unipolares con chaquetas o blindajes metálicos directamente enterrados o en canalizaciones no metálicas subterráneas.*

Sustento y Propósito de la Regla 030-006. En la Tabla 19 se listan los usos para los diferentes tipo de conductores aislados aprobados y debe tenerse en cuenta para determinar que conductores son adecuados para cada aplicación. La Subregla (2) se refiere a los efectos dañinos de varios productos químicos sobre el aislamiento, como en algunos casos el aislamiento puede ser debilitado y como en otros puede perder plastómeros y volverse quebradizo. En ambos casos, la degradación del aislamiento

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

puede dar lugar a la ocurrencia de un incendio o un peligro de electrocución. Si el aislamiento de un conductor no es resistente a los químicos a los que puede estar expuesto, deben tomarse las medidas preventivas necesarias para evitar el contacto del aislamiento con el químico. Esto puede significar el uso de una chaqueta de plomo u otro material resistente a los elementos corrosivos cubriendo el aislamiento del cable.

Sustento de la Regla 030-008. Cuando fluye una corriente alterna en un cable unipolar con chaqueta metálica, se induce una tensión en la chaqueta. Esto da lugar a la aparición de una corriente en la chaqueta en la medida que pueda cerrarse un circuito. La magnitud de la corriente inducida en la chaqueta es proporcional a la corriente circulante en el conductor. Esta corriente inducida debe ser tomada en cuenta para asegurar que no se exceda la temperatura nominal del aislamiento del conductor, ya que la chaqueta metálica no está diseñada como un conductor para transportar corriente.

Propósito de la Regla 030-008. (Véase la Figura 030-008). Se sabe que las corrientes inducidas en las chaquetas metálicas de cables unipolares que transportan 200 A o menos, no constituyen un problema. Cuando los cables unipolares con chaqueta metálica transportan corrientes comprendidas entre 200 y 425 A, y están separados entre sí a una distancia de por lo menos el diámetro del cable, su capacidad de corriente no necesita ser reducida. Para evitar el sobrecalentamiento del aislamiento del conductor, se requiere que cuando los cables unipolares con chaqueta metálica transporten corrientes superiores a 425 A, su capacidad de corriente sea reducida al 70%, o sea reducida de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (lo cual requiere una excepción de acuerdo a la Regla 020-030), o que sea instalado de forma tal de prevenir el flujo de corrientes circulantes en la chaqueta.

Cuando se toman medidas para prevenir la circulación de corriente por la chaqueta, debe hacerse esto no sólo para las condiciones iniciales, sino asegurar que sean prevenidas durante toda la vida de la instalación eléctrica. Una Nota en el Anexo B sugiere que a todos los cables unipolares subterráneos con chaquetas metálicas, se les elimine la corriente circulante por las chaquetas o se les reduzca su capacidad de corriente para evitar sobrecalentamientos del cable. Esto es debido a que a las mayores separaciones empleadas en instalaciones subterráneas de cables unipolares pueden dar lugar a mayores corrientes circulantes en las chaquetas, que las que se producirían en instalaciones al aire libre.

Para prevenir el flujo de corrientes en las chaquetas, es necesario asegurarse que todos los caminos (en los terminales y soportes) a través de los cuales pueden circular, sean eliminados. Todas las chaquetas de los cables deben ser puestas a tierra en el extremo del suministro, y que en el extremo de la carga queden aisladas de tierra mediante una placa de 6 mm de espesor como mínimo. El aislamiento del tendido de los cables unipolares con chaqueta metálica puede ser realizado instalando los conductores o cables en ductos hechas de materiales aislantes, o empleando conductores o cables con chaquetas de PVC u otro material aislante, o montando los conductores o cables sobre soportes aislantes (Véase la Regla 030-008 en el Anexo B para más detalles y métodos para prevenir el flujo de corriente por las chaquetas). Dado que en este caso las chaquetas metálicas de los cables no pueden ser utilizadas para proveer el enlace equipotencial a tierra del sistema eléctrico, es necesario proveer un conductor para enlace equipotencial de dimensiones adecuadas (Véase las Reglas 060-814 y 060-302(2)).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

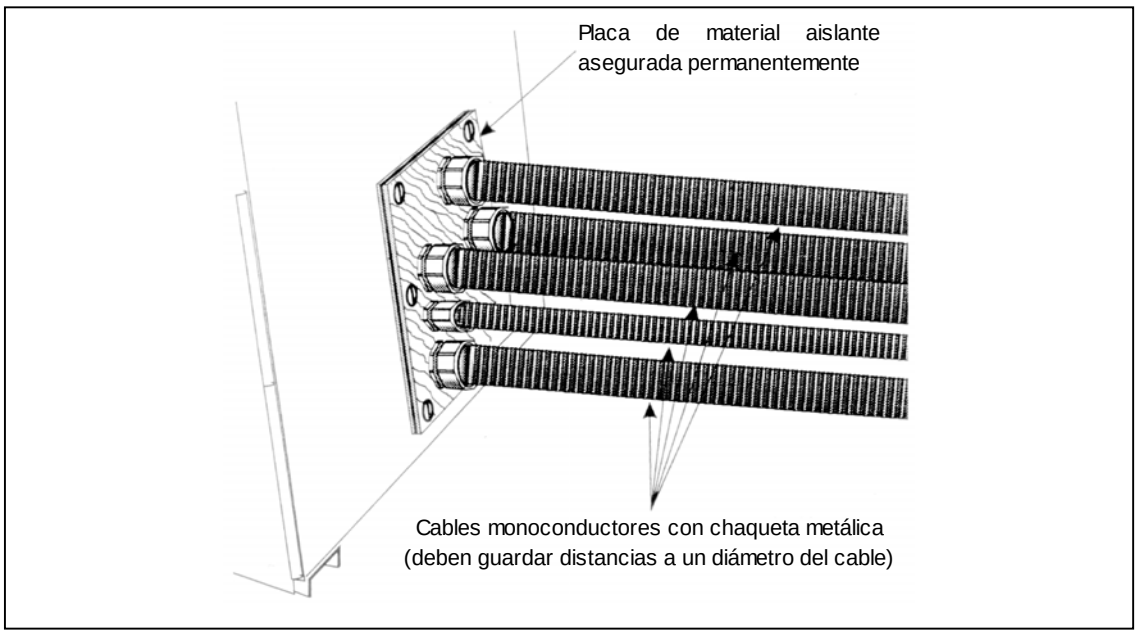


Figura 030-008
Placa de Material Aislante en Lado de Carga para Prevenir Flujo de Corriente en Chaqueta

Sustento y Propósito de la Regla 030-010. Desde que los cordones flexibles son un tipo de producto fácilmente mal utilizados, esta regla provee guías sobre donde pueden ser usados, dando sus limitaciones y el tipo permitido para cada aplicación.

Sustento y Propósito de la Regla 030-012. Esta regla se refiere a las secciones mínimas para los cordones flexibles; no se reconocen cordones flexibles con conductores de aluminio.

Sustento y Propósito de la Regla 030-014. (Véase la Figura 030-004). Esta regla se refiere a la Tabla 12 para las capacidades de corriente de diversos cordones flexibles, de acuerdo al número y sección de sus conductores. La Subregla (1) proporciona los factores de corrección que deben ser utilizados cuando los cordones flexibles tienen más de 3 conductores. De acuerdo a la Regla 030-004 el conductor utilizado para enlace equipotencial del equipo eléctrico y el neutro de un circuito balanceado de 3 o más conductores, no deben ser considerados como conductores portadores de corriente al evaluar las capacidades de corriente.

Sustento y Propósito de la Regla 030-020. Excepto en el caso de cables con neutro portante, y en los cables de acometida, el conductor neutro debe estar aislado. Se requiere que la temperatura nominal del aislamiento del neutro no sea menor que la del aislamiento de los conductores de fase.

Sustento de la Regla 030-022. El conductor neutro de un sistema es un conductor portador de corriente, y debe ser dimensionado para llevar la carga desbalanceada del sistema. En caso del neutro de una acometida, el conductor debe además de transportar la corriente de falla, por lo que la capacidad del neutro de la acometida está acotado por las reglas que dimensionan el sistema de tierra tanto como por las Reglas Generales para los conductores neutros.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 030-022. Fundamentalmente se requiere que el conductor neutro tenga suficiente capacidad para transportar la carga desbalanceada del sistema. Se puede aplicar un factor de demanda del 70% para aquella porción de la carga desbalanceada que exceda los 200 A, pero no se permite la reducción de la capacidad del conductor neutro para la porción de la carga constituida por lámparas de descarga de alumbrado.

Si bien el Código no menciona específicamente a las armónicas, éstas pueden producir calentamiento en el conductor neutro. Las armónicas causadas por cierto tipo de cargas no lineales (por ejemplo computadoras personales, impresoras, controles de motores de velocidad variable, cierto tipo de alumbrado de descarga, etc.), deben tenerse en cuenta al dimensionar el conductor neutro.

Aún más, se requiere que el conductor neutro de acometida no sea menor de 4 mm² , y su capacidad de corriente no debe ser menor que la del conductor de puesta a tierra dimensionado de acuerdo a la Regla 060-812.

Cuando se tiende un conductor neutro desnudo en una canalización con conductores aislados, se requiere que la capacidad de corriente del conductor neutro se limite a la temperatura nominal del aislamiento de los conductores adyacentes. Por ejemplo, si los conductores del circuito fueran de 16 mm² con aislamiento de PVC con una temperatura nominal de 70 °C, entonces la capacidad de corriente del conductor neutro, basada en la Columna 3 de la Tabla 2 debe ser de 56 A . Sí en cambio, los conductores fueran con aislamiento de XLPE-90°C, entonces la capacidad de corriente del conductor neutro debería ser de 73 A, de acuerdo a la Columna 3 de la Tabla 2 para aislamiento de XLPE o EPR.

Sustento y Propósito de la Regla 030-024. Puede utilizarse un neutro común bajo determinadas circunstancias, pero se requiere que todos los conductores de los alimentadores involucrados con el neutro común estén contenidos en la misma caja o cubierta, si la cubierta es de metal, permitiéndose en ese caso un neutro común para un conjunto de dos o tres alimentadores monofásicos de 2 conductores, o para un conjunto de dos alimentadores trifásicos de 4 conductores.

Sustento de la Regla 030-026. (Véase la Figura 030-026). Es deseable que se planteen algunos requerimientos para la instalación eléctrica del conductor neutro, cuando éste sea necesario en un circuito de acometida, alimentador o circuito derivado.

Propósito de la Regla 030-026. Cuando una acometida, un alimentador o un circuito derivado requieran de un conductor neutro, éste debe ser instalado en todas las interruptores e interruptores automáticos cubiertos, y en todos los centros de distribución asociados al circuito. Cuando un conductor neutro entra a un interruptor o centro de distribución, se requiere que todas las conexiones sean realizadas en ese elemento, de manera que cualquier conductor neutro pueda ser desconectado, sin desconectar el resto de conductores neutros del sistema.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

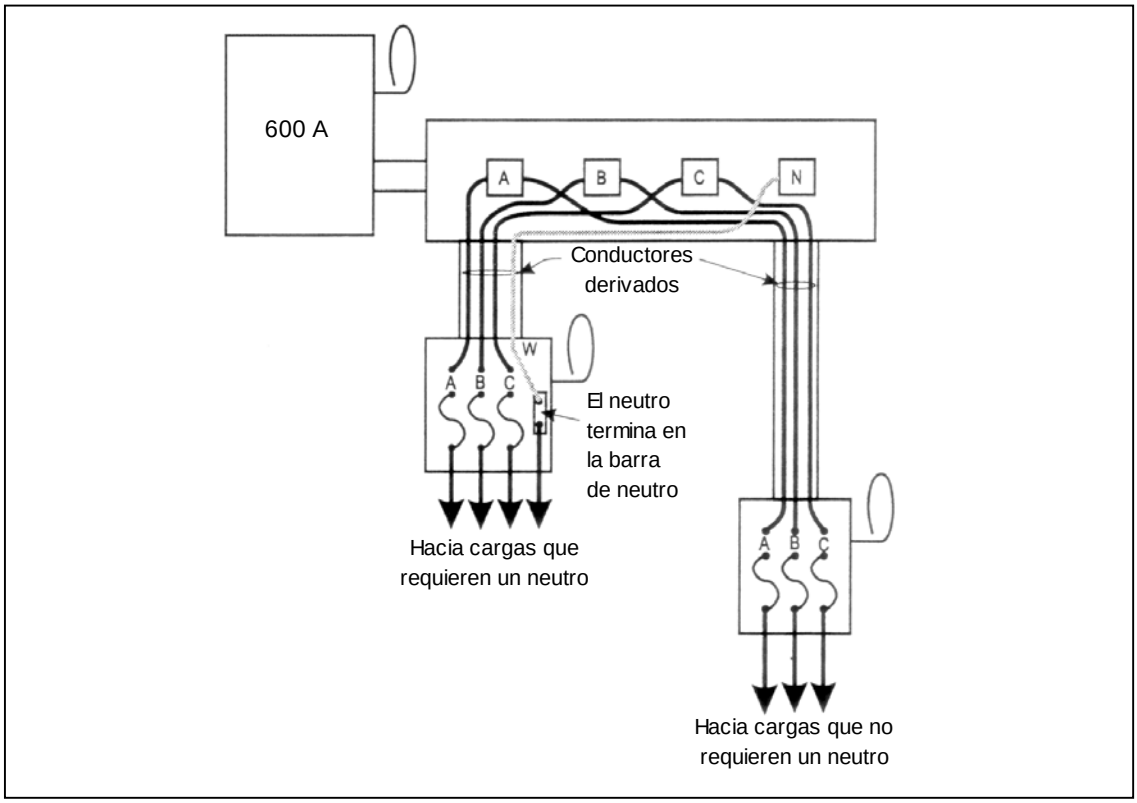


Figura 030-026
Instalación del Conductor Neutro

Sustento de la Regla 030-028. El conductor neutro, que es generalmente conectado a tierra, debe estar identificado, de manera de poder ser fácilmente distinguido. También, cuando se instalan los conductores neutros de diferentes sistemas en la misma canalización, caja o cubierta, el conductor neutro de cada sistema diferente debe ser fácilmente distinguido, de manera de evitar sobrecargas u otras solicitaciones innecesarias.

Propósito de la Regla 030-028. Se requiere que todos los conductores neutros aislados de hasta 35 mm² de sección del mismo sistema, sean identificados mediante una cubierta blanca o gris natural, excepto en el caso de conductores flexibles, en los que uno o más resaltos o lomos en toda su longitud, pueden servir como el medio de identificación.

Se requiere las cubiertas de los otros conductores presenten una coloración continua que contraste con la del conductor identificado, o en el caso de cordones flexibles, no presenten resaltos.

Se requiere igualmente que cuando se instalan en la misma canalización, caja o cubierta de cualquier tipo de conductores neutros de hasta 35 mm² de sección de sistemas diferentes, el conductor neutro de uno de los sistemas debe tener una cubierta blanca o gris natural, mientras que el resto de conductores neutros de los otros sistemas deben tener además de la cubierta blanca o gris natural con una tira coloreada o de color diferente para cada sistema. Para evitar confusiones con los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

conductores de enlace equipotencial y de puesta a tierra, no debe utilizarse el color verde para las tiras coloreadas.

Sustento y Propósito de la Regla 030-030. La Regla 030-030 sirve para el mismo propósito que la Regla 030-028 pero se aplica a conductores con secciones mayores de 35 mm². Se da como alternativa a la identificación continua, que los extremos de cada tramo de conductor sean adecuadamente marcados o etiquetados en el momento de la instalación, para proveer una fácil identificación.

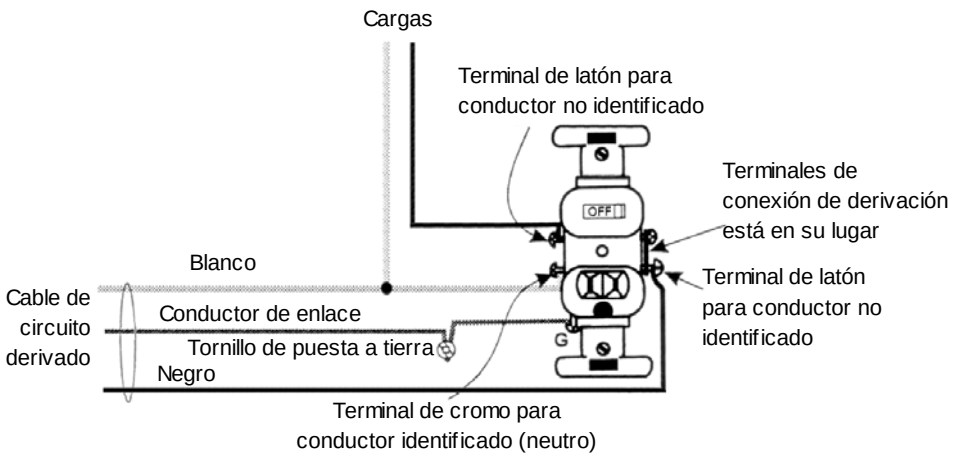
Sustento y Propósito de la Regla 030-032. Desde que no es factible técnicamente hasta la fecha proveer una identificación continua a los cables de tipo MI durante su fabricación, se requiere que los extremos de cada tramo de conductor sean adecuadamente marcados o etiquetados en el momento de la instalación, de manera que puedan ser fácilmente distinguidos.

Sustento de la Regla 030-034. En la medida que un conductor es identificado para indicar que es un conductor puesto a tierra y que usualmente está conectado al neutro del sistema eléctrico, se requieren algunas consideraciones especiales y algunas restricciones en su aplicación.

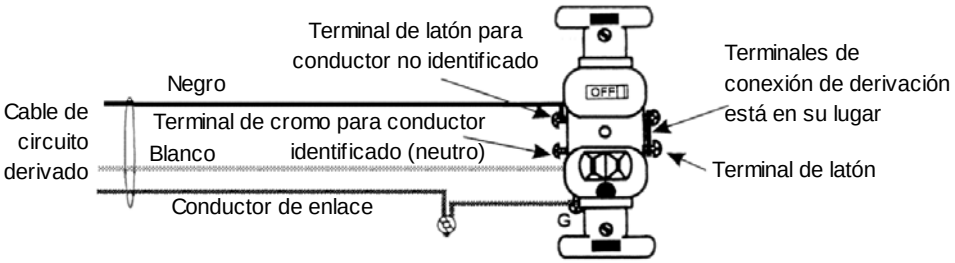
Propósito de la Regla 030-034. En la Subregla (1), se requiere que un conductor identificado no sea utilizado como un conductor no identificado a menos que se trate de instalaciones con cables blindados, cables con chaqueta de aluminio o cables con chaqueta no metálica, en los que el conductor identificado pueda volverse permanentemente no identificado mediante el pintado o tratado por otro medio adecuado, de cada porción del cable en donde los conductores componentes se han vuelto accesibles por la remoción de la cubierta externa del cable.

En la Subregla (2) se requiere que el conductor identificado de un cable blindado, de un cable con chaqueta de aluminio o un cable con chaqueta no metálica, cuando se utiliza como retorno entre el interruptor y la salida que controla, no se necesita volverlo no identificado como se especifica en la Subregla (1), si las conexiones son realizadas de manera que se utilice un conductor no identificado como retorno desde el interruptor a la salida (Véase las Figuras 030-034 y 030-034(2)).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

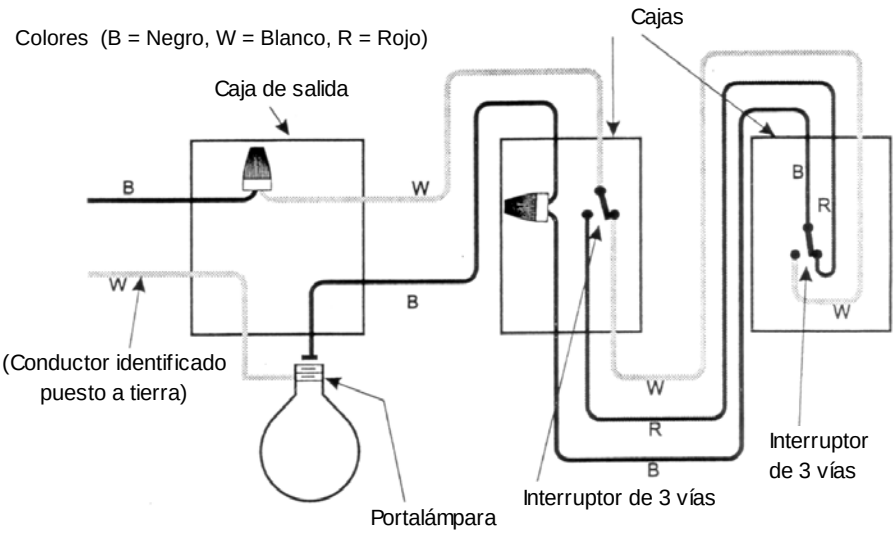


a) Interrutor usado somo como control de carga



b) Interrutor usado para control de tomacorriente

Figura 030-034
Uso de Conductor Identificado – Circuito de Alumbrado



Nota.- *No se muestra el conductor de enlace.*

Figura 030-034(2)
Uso de Conductor Identificado – Interruptor de Tres Vías

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

En la Subregla (4) se requiere que la continuidad de un conductor identificado en un circuito derivado multiconductor, sea independiente de las conexiones de los dispositivos, tales como portalámparas, tomacorrientes o balastos, de manera que los dispositivos puedan ser desconectados o removidos sin interrumpir la continuidad del conductor identificado. Esto implica que los terminales identificados de los tomacorrientes u otros dispositivos no deben ser utilizados como medios de alimentación, y que deben utilizarse elementos de empalme y derivación al terminal del dispositivo (Véase la Figura 030-034(4)).

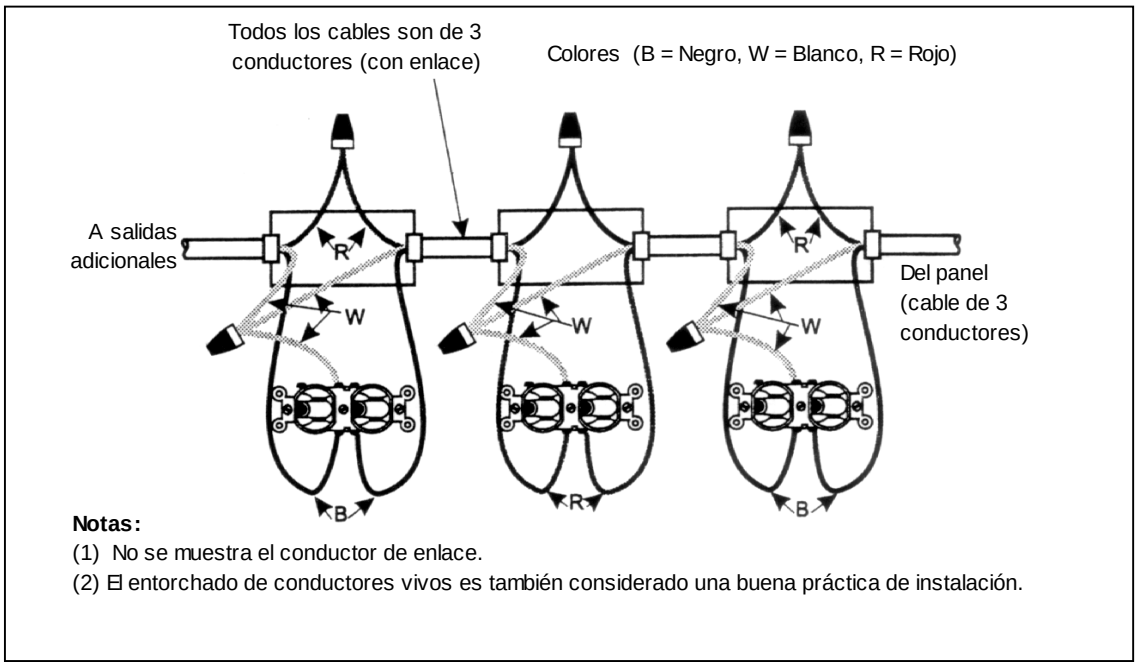


Figura 030-004(4)
Uso de Conductor Identificado – Circuito Multiconductor

Sustento de la Regla 030-036. Es deseable que hubiera un código de colores de conductores de alcance universal, en vez de diversas variaciones, para evitar las confusiones y proveer mayor seguridad.

Propósito de la Regla 030-036. En las Subreglas (1) y (2), se indica que los conductores de puesta a tierra y de enlace equipotencial aislados, tengan un acabado externo continuo ya sea verde o verde con una o más franjas amarillas. Sin embargo, si los conductores tienen secciones mayores de 35 mm² pueden ser etiquetados y marcados de manera permanente con un color verde o verde con una o más franjas amarillas en cada extremos y en cada punto donde el conductor sea accesible o visible. Debe notarse que los conductores coloreados o marcados de la manera mencionada, no deben ser utilizados para otro propósito que para conductores de puesta a tierra o para enlace equipotencial.

En la Subregla (3) se indica que cuando se requieran circuitos codificados por colores, los conductores de la fase A o de la fase R sean de color rojo, los de la fase B o la fase S sean de color negro, los de la fase C o la fase T sean de color azul y los conductores neutros sean de color blanco o gris natural solamente, o con franjas coloreadas cuando haya más de un sistema instalado en la misma canalización, caja o cubierta.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 030-040. Esta regla especifica las capacidades de corriente de varias secciones de cables de fuerza portátiles de acuerdo a los que se especifica en la Tabla 12A. De acuerdo a las Reglas 030-004 y 030-014, se requiere que los conductores para realizar el enlace equipotencial y los conductores neutros de un conjunto de tres o más conductores de un sistema balanceado, no sean considerados como conductores portadores de corriente, al evaluar las capacidades de corriente.

La Tabla 12B proporciona los factores de corrección para temperaturas ambiente entre 10 °C y 50 °C, que deben ser aplicados al determinar la capacidad de corriente de un cable de fuerza portátil. También la Tabla 12A en el Anexo B proporciona los factores de corrección a ser empleados cuando los cables de fuerza portátiles son devanados sobre un carrete con una o más capas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 040

CONEXIONES Y EQUIPO DE CONEXIÓN

Alcance

Sustento de la Regla 040-000. Esta sección es de mayor importancia porque se aplica a la instalación de las conexiones y sus equipos asociados, en todas las instalaciones que operan hasta los 1 000 V . Se considera como alta tensión a tensiones superiores a 1000 V y deben ser instalados como se prescribe en la Sección 190.

Propósito de la Regla 040-000. (Véase la Figura 040-000). El propósito es salvaguardar la seguridad de las personas y la integridad de la instalación eléctrica, sobretodo para aquellos que la operan y la mantienen, ya que puede darse el caso que la instalación de la conexión, equipos de conexión o equipo de medición, puedan estar sin protección y/o estar sujetos a corrientes de falla de magnitudes variables.

Las conexiones eléctricas de baja tensión son cubiertas por las respectivas Normas DGE y de manera complementaria con esta Sección y con el Anexo G. Es decir para el caso de conexiones eléctricas de baja tensión en zonas de concesión de distribución, ésta Sección 040 debe ser tomada en cuenta de manera complementaria con el Anexo G y las correspondientes Normas DGE.

El Anexo G recoge los aspectos técnicos de la Norma DGE “Conexiones Eléctricas en Baja Tensión en Zonas de Concesión de Distribución”, y consta de las siguientes partes:

- **G1.** Disposiciones de seguridad para lo componentes de las conexiones eléctricas en baja tensión.
- **G2.** Distancias de seguridad.
- **G3.** Características técnicas de los elementos comunes de las conexiones eléctricas en baja tensión.

  Normas Gráficas.

Las Normas Gráficas del Anexo G son de gran ayuda, puesto que en ellas se indican los componentes que conforman la conexión, las distancias de seguridad, el emplazamiento de las conexiones y las clases de las conexiones eléctricas.

En la Figura 060-000 se muestra una conexión típica, en la que de acuerdo a sus componentes se indican algunas reglas del Código que deben tomarse en cuenta.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

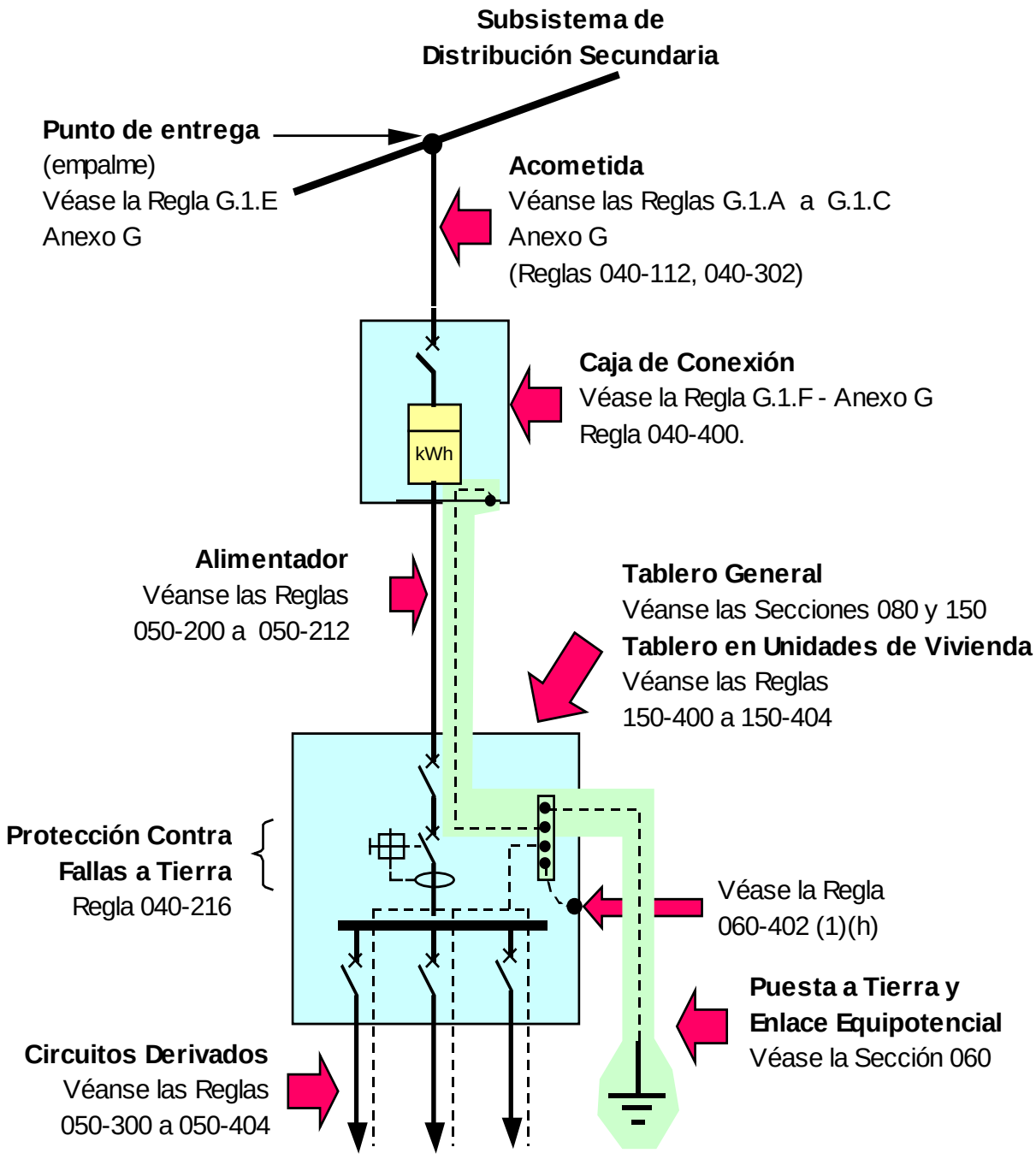


Figura 040-000
Conexión Típica y su Equipamiento

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Generalidades

Sustento de la Regla 040-102. Es importante que sólo un mínimo de acometidas de suministro alimentadas desde más de una fuente sean tendidas en el edificio para evitar peligros eléctricos para el personal que trabaja en el sistema eléctrico, y para permitir la facilidad de desconectarlas durante situaciones de emergencia tales como un incendio. Cuando se tiendan múltiples acometidas, las cajas de conexión deben ser agrupadas, o la localización de todas las otras cajas deben ser identificadas en cada caja de conexión.

Propósito de la Regla 040-102. (Véase la Figura 040-102). En la Subregla (1), Se propone lograr que no más de una acometida de la misma tensión y características sea tendida a un edificio. Más de una conexión pueden ser permitidas para las bombas contra incendio, sistemas de emergencia, establecimientos grandes, establecimientos industriales, o edificios tales como centros comerciales o complejos ocupacionales. En la Subregla (2), Se propone que cuando más de una conexión, sin importar la tensión o características, sean instaladas para un edificio, las cajas de conexión deben ser instaladas en la mismo zona o área. En la Subregla (3), Se propone, que donde no sea práctico que haya agrupamientos de cajas de conexión (véase la Subregla 020), un esquema permanente sea publicado en o al costado de cada caja de conexión del edificio indicando la localización de todas las otras cajas de conexión en el edificio.

Sustento de la Regla 040-104. Muchas cajas de conexión que alimentan a un edificio hacen difícil el abrir todas las cajas en situaciones de emergencia y podría crear un peligro de electrocución al personal de mantenimiento del sistema eléctrico.

Propósito de la Regla 040-104. (Véase la Figura 040-104). Se propone limitar el número de acometidas de consumo de la misma tensión y características, a un máximo de cuatro, que terminen en una acometida, tendida hacia, sobre o en cualquier edificación, a no ser que lo permita una excepción según la Regla 020-030. No hay ningún requerimiento para que estas cajas de conexión sean agrupadas. Cuando más de una acometida son tendidas para un edificio, se quiere que todas las cajas de conexión en el edificio sean agrupadas, donde sea práctico, según la Regla 040-102.

Consideraciones de Campo para la Regla 040-104. Es recomendable que donde sea práctico todas las cajas de conexión en el edificio sean agrupadas, sin importar el número de acometidas. Donde esto no sea práctico, la Regla 040-102(3) requiere que se publique un esquema permanente en o cerca de cada caja de conexión indicando la localización de todas las otras cajas de conexión que alimenten al edificio de energía.

Sustento de la Regla 040-106. Cuando una instalación eléctrica es alimentada desde más de un sistema eléctrico, es esencial que la energía de un suministro no pueda ser conectada si es que el otro suministro aún se encuentra energizado.

Propósito de la Regla 040-106. Se propone lograr esto mediante el uso de:

(a) un interruptor de transferencia; o

(b) un interruptor de doble posición: o

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(c) un sistema de enclavamiento con llaves.

Sustento de la Regla 040-108. Debido a que sistemas de ferrocarriles eléctricos usan el retorno por tierra para sus sistemas en corriente continua y los sistemas en corriente alterna usan un conductor de tierra en común, no sería prudente mezclar estos sistemas de tierra.

Propósito de la Regla 040-108. Se propone solamente permitir a un edificio asociado con el ferrocarril eléctrico tener un servicio de corriente continua instalado usando retorno por tierra. Sólo equipos eléctricos y sus facilidades usadas en la operación de un ferrocarril eléctrico y alimentados exclusivamente desde circuitos que suministran energía motriz cumplen estos criterios. La mayoría de sistemas de ferrocarriles eléctricos son alimentados con 550 V de corriente continua, y es por esta razón que no se debe permitir los dos sistemas en el mismo edificio.

Sustento de la Regla 040-112. La combinación del peso de los conductores y cualquier carga de nieve o hielo en la acometida podría causar que los conductores jalen los aisladores de la pared, o doblen el mástil de acometida. El punto de fijación de conductores debe ser de una altura adecuada y deberá estar mecánicamente fijado para proteger a las personas y a los vehículos de hacer contacto con los conductores aéreos. El punto de fijación de conductores no debe de estar por encima de un máximo especificado para poder dar mantenimiento a los conductores aéreos de acometida del suministro. Cuando los conductores de acometida estén expuestos y se encuentran a una altura no mayor que aquella de las ventanas, puertas y porches deberá mantenerse a una distancia de seguridad para prevenir que las personas hagan contacto con los conductores. Cuando el punto de fijación para los conductores aéreos de acometida no pueden ser fijados a la estructura por falta de espacio libre del piso terminado debe usarse, un mástil de acometida.

Propósito de la Regla 040-112. Para proveer protección a las personas y a los vehículos de hacer contacto con los conductores aéreos Se propone establecer requerimientos mínimos de instalación mediante la localización de los puntos de fijación de los conductores aéreos de acometida. La Nota en el Apéndice B da mayor claridad a estos requerimientos. Se propone que el punto de fijación para el suministro o los conductores de acometidas no sean más de 9 m sobre el piso terminado. La altura mínima sobre el piso terminado para el punto de fijación para el suministro o los conductores de acometidas depende de que es lo que crucen los conductores (por ejemplo, carreteras, calles, estacionamientos).

Sustento de la Regla 040-114. El propósito de esta regla es el proteger de la infiltración de agua a los equipos de conexión, cables, y las tuberías pesadas. Si se permite que el agua ingrese a los cables o a las tuberías pesadas y luego se congela, el cable, las tuberías pesadas y los conductores podrían ser dañados y/o podrían causar un corto circuito. Así mismo, si es que el agua ingresara al equipo de conexión, podría corroer el recinto de protección y/o causar un incendio o peligro de un corto circuito.

Propósito de la Regla 040-114. (Véase la Figura 040-114). Se desea asegurar que el agua no ingrese a la canalización o al cable, haciendo uso de cabezas terminales de acometida apropiadas y métodos de sellado de cable. Se propone que los materiales usados para sellar los cables de la acometida (por ejemplo, cable remate adecuado para trabajar a la intemperie, tubería termo restringente, cinta termoplástica auto selladora resistente a la intemperie) no sean afectados por la intemperie. Se propone

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

que el cable que emerge del punto sellado apunte hacia abajo, para evitar que el agua baje por el aislamiento e ingrese a la envoltura del cable. También Se propone que los conductores de diferente polaridad deberán tener un orificio con boquilla en la fibra o en baquelita del cabezal de acometida para mantener a los alambres de las diferentes fases separados. Se propone que los conductores de acometida terminen por encima de los conductores aéreos de acometida del suministro de las entidad suministradora. También Se propone que sean suficientemente largos para prevenir que el agua ingrese al cable o a las tuberías pesadas y para que se pueda hacer una conexión apropiada a los conductores aéreos de la acometida de la entidad suministradora.

Sustento de la Regla 040-116. La cabeza terminal de la acometida no debe de ser colocada en una posición que presente peligro de incendio o de choque eléctrico. Debe ser accesible para la entidad suministradora para que pueda hacer y mantener las conexiones.

Propósito de la Regla 040-116. (Véase también la Figura 040-116). Se propone que la localización de la cabeza terminal de acometida cumpla con los requerimientos de las entidades suministradoras. Se propone que el soporte de fijación de los conductores aéreos esté a un mínimo de 150 mm y de un máximo de 300 mm debajo del punto de emersión de los conductores de la cabeza de terminal de la acometida (por ejemplo, cabezas de terminal de la acometida herméticas a la lluvia).

Equipos de Control y Protección

Sustento de la Regla 040-200. Se deben proveer medios para desconectar todos los conductores desde la acometida en un edificio o en cualquier otra estructura. Se debe proveer una caja de conexión para poder desconectar los conductores en un edificio desde la acometida para facilitar las necesidades de las entidades suministradoras y del consumidor.

Propósito de la Regla 040-200. (Véase la Figura 040-200). Se propone que cada acometida termine en una sola caja de conexión, con una excepción. La excepción es un dispositivo de montaje múltiple o dual localizado a la intemperie con una característica nominal máxima de 600 A y 250 V de tensión a tierra. Para la aplicación de la Regla 040-104 cada subdivisión del dispositivo para el montaje múltiple debe ser considero como una sola acometida.

Sustento y Propósito de la Regla 040-206. Cuando el personal de la entidad suministradora, los trabajadores y los ocupantes dan servicio, operan y dan mantenimiento al equipo de conexión, deben tener un espacio de trabajo seguro y adecuado. Se propone que el local sea limpio y ambientalmente apropiado para el equipo eléctrico que se va a instalar. Locales ambientalmente inapropiados son áreas con alta humedad y áreas corrosivas, tales como establos de ganado y caballos, lecherías, plantas de embotellamiento, almacenes de sal y fabricas de fertilizantes. En este caso, los equipos eléctricos de distribución pueden ser instalados en la parte exterior del local, en una estructura o sobre un poste, mientras que este esté protegido de la intemperie y no esté sujeto a daño mecánico, ya sea por altura o por barreras. Los conductores de la acometida no tienen fusibles ni protección hasta que ingresen a la caja principal de acometida. Ya que los conductores sin protección pueden ser un peligro potencial de incendios y electrocuciones, se propone que la distancia entre la pared exterior y la caja toma sea aceptable, pero a su vez tan cerca como sea posible

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

al punto de entrada. Se propone que el local escogido sea fácilmente accesible y de la satisfacción de las entidades suministradoras. Locales no deseados son almacenes de carbón, roperos (por peligro de incendios), baños (por su humedad), áreas desniveladas (por ejemplo, escaleras), ambientes peligrosos, áreas con temperatura elevada, locales donde la altura libre sea menor a 2 m, y cualquier otro local no recomendable con ubicaciones similares.

Se propone que el equipo de conexión esté situado en el edificio al que está alimentando. Según una variante de la Regla 020-030, cuando las condiciones ambientales del interior del local no sean adecuadas, se puede situar el equipo de conexión del consumidor en la parte exterior del edificio o en un poste. Se propone que cuando el equipo de conexión es instalado fuera del edificio o en un poste, este sea a prueba de intemperie o protegido de ella y contra daños mecánico, si es que se encuentra a menos de 2 m del suelo. Cuando existe la posibilidad de que personas no autorizadas puedan operar el equipo, los medios de desconexión de la acometida serán inaccesibles por medio de un dispositivo integral de bloqueo empotrado o por una cubierta exterior de bloqueo, o situadas en una construcción separada, habitación o recinto de protección aparte. Se propone que la distancia entre la pared exterior y la caja de suministro se mantenga tan corta como sea práctico.

Sustento de la Regla 040-208. Las entidades suministradoras no proveen el mismo grado de protección contra sobrecarga a los conductores del suministro situados afuera, como lo estipula el Código para conductores situados adentro del local. Una de las razones es que la protección de lado de la línea de suministro del transformador puede estar alimentando a varios clientes. No sería práctico escoger el tamaño de los conductores de suministro según el tamaño del dispositivo de protección del transformador. Ya que los conductores de acometida están conectados a los conductores de suministro, se les debería tratar como si no estuvieran protegidos y como si presentaran un posible peligro de incendio si fuesen dañados.

Propósito de la Regla 040-208. Se propone que los conductores de acomedida del suministro sean ubicados fuera del edificio para que no sean un peligro para el edificio o los ocupantes. Se propone reconocer métodos de alambrado que permitirían que los conductores de acometida no protegidos sean tendidos dentro del edificio en una distancia ilimitada antes de terminar en la caja de conexión que no presentara peligro de incendio. Los métodos reconocidos son: el alambrado empotrado o cubierto por no menos de 50 mm de concreto o mampostería de acuerdo a lo establecido en la Sección 070, o el alambrado directamente enterrado y ubicado debajo de una losa de concreto con mínimo de 50 mm de grosor, o instalados en un sótano o pasadizo situado debajo de la estructura/edificio, siempre y cuando el espacio no exceda 1,8 m de altura entre la parte más baja y la parte más alta, que sea de construcción no combustible, y que no sea usado para almacenar material inflamable. A esto no se le considera un problema, siempre y cuando la distancia que los conductores de acometida sean extendidos hasta el edificio sin protección de sobrecorriente sea tan corta como sea posible.

Sustento de la Regla 040-210. Para proteger a los trabajadores de electrocución se instalan interruptores de aislamiento en el lado de la alimentación, enclavadas con el interruptor de aceite. Se deben instalar suficientes bobinas de disparo para poder detectar cualquier situación de sobrecorriente.

Propósito de la Regla 040-210. Se propone poner del lado de la alimentación, un interruptor de aislamiento que este enclavado con el interruptor automático, que es

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

usado como interruptor en la conexión del consumidor. Es necesario aislar el interruptor de la fuente de energía para poder controlarlo y darle mantenimiento. Se supone que para que sea posible detectar un problema de sobrecorriente en cada fase de un sistema de 3 fases, se debe instalar en cada conductor de línea una bobina de disparo (similar al arrancador de un motor). En un sistema de 2 fases, el alternador esta diseñado para alimentar dos tensiones, y cada circuito está completamente separado el uno del otro. Por lo tanto, sólo es necesario una bobina de disparo en cada circuito para controlar el interruptor de aceite.

Sustento de la Regla 040-212. En los interruptores de circuito y en las cubiertas de los interruptores con fusibles el calor es un problema; podría afectar la sensibilidad misma de la corriente que pasa a través de los dispositivos de sobrecorriente. Normalmente se diseña un recinto de seguridad operado externamente por una interruptor con fusibles o por un interruptor de circuito por cada conductor de cada fase terminal.

Propósito de la Regla 040-212. Se supone que se restringirá el uso del espacio de aire libre en una cubierta de interruptor con fusible o de un interruptor de circuito debido al problema del calor. Sólo se permitirá el ingreso a la cubierta a los conductores para ese interruptor o ese interruptor de circuito. Cubiertas específicamente diseñadas pueden tener dispositivos para control de corriente instalados en ellos.

Métodos de Alambrado

Sustento de la Regla 040-300. El suministro de alimentación o los conductores de acometida deben ser protegidos de daño, ya sea por medio de instalaciones de conducto rígido, o de tubería eléctrica no metálica, solamente para la parte subterránea, o utilizando un cable según la Tabla 19. El conducto o canalización de la acometida subterránea que ingresa al edificio deberá ser drenada para evitar que el agua ingrese al equipo de conexión. El sistema subterráneo de la acometida deberá ser sellado para prevenir el ingreso de gases subterráneos a la edificación.

De vez en cuando, los cables subterráneos tendidos sufren daños o necesitan ser alargados para facilitar la reubicación de equipos terminales tales como: transformadores, cajas de conexión y postes.

Propósito de la Regla 040-300. (Véanse las Figuras 040-300 y 040-300(1)). En la Subregla (1) Se propone que el suministro subterráneo o los conductores de acometida sean protegidos por medio de instalaciones de tubería metálica pesada, o no metálica permitida sólo para la porción subterránea, o con cables unipolares o de conductores múltiples, que están aprobados para las condiciones de uso de acuerdo con la Tabla 19. Cuando esté permitido se instalarán cables unipolares o de conductores múltiples de acuerdo con la Regla 070-012; se utilizará conducto rígido para proteger mecánicamente al cable que esté expuesto a daños mecánicos; y se propone que los cables no tengan empalmes o uniones desde el punto de conexión con la red de distribución hasta los terminales en la caja de conexión.

Se permitirán hacer uniones en la porción subterránea de una acometida que ha sido dañada o donde se necesite acondicionar un poste o reubicar una acometida, siempre y cuando se usen empalmes subterráneo aprobados. No es la intención permitir

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

uniones en un instalación subterránea nueva para usar pedazos cortos de cable, o para agregar un pedazo de cable al cable nuevo porque este no era del largo correcto. En la Subregla (2) se propone que cuando la tubería subterránea pesada de la acometida ingresa al edificio deberá tener un drenaje adecuado, antes de que atraviese la pared del edificio, para prevenir que el agua ingrese al equipo de conexión.

En la Subregla (3) Se propone que cuando la tubería subterránea pesada de la acometida ingresa al edificio deberá ser sellada con un compuesto adecuado para prevenir que gases ingresen al equipo de conexión.

Sustento de la Regla 040-302. Las personas deben estar protegidas del contacto con los conductores expuestos de las acometidas; el edificio de un falla de los conductores de una acometida; y los conductores de acometida de daño mecánico cuando estos estén conectados a una acometida aéreo, instalándolos en canales o en cables. También tienen importancia el tamaño del conductor, el tipo de aislamiento del conductor, y el largo que se deje para la conexión de los conductores con los de las entidades de suministro.

Propósito de la Regla 040-302. La Subregla (1) requiere que cuando los conductores de acometida son conectados a una acometida aéreo, ellos sean instalados en un canal o que sean parte de un cable para proveer protección mecánica, prevenir contacto con partes expuestas, y limitar el daño a la estructura o al edificio si es que una falla ocurriese en los conductores. Los tipos aprobados de canalizaciones o cables están mencionados en la Subregla (1). Se propone que los cables expuestos y que las canalizaciones se protejan de daño mecánico hasta 2 m por encima del suelo como está estipulado en la Reglas 040-306 y 070-932.

La Subregla (2) propone que donde los conductores de una acometida del lado de la alimentación de los cabezas terminales de la acometida son instalados sobre las paredes exteriores de un edificio entre el punto de unión de la acometida y el cabezal de la acometida, el tipo de conductores utilizados deberán ser apropiados para la exposición a la intemperie.

La Subregla (3) requiere que el largo del conductor después de la salida de la cabeza terminal para conexión, deberá ser de 750 mm como mínimo, para permitir que la entidad suministradora pueda formar senos colgantes para el goteo y pueda hacer conexiones. La porción de los conductores de acometida expuestos a la intemperie deben de ser de un tipo y de temperatura nominal adecuada para las condiciones del clima local.

La Subregla (4) requiere que los conductores de una acometida, en el lado del consumidor, deberán tener una sección no menor de 6 mm^2 .

La Subregla (5) propone que las marcas de baja temperatura en los conductores esté de acuerdo con la marca de temperatura de la prueba hecha en la fábrica, pero no implica que sea adecuado para la instalación en esa temperatura.

Sustento de la Regla 040-304. Cuando se utilizan cables con aislamiento mineral o con chaqueta de aluminio para las acometidas, se necesitan requerimientos especiales para prevenir daño al cable.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 040-304. En la Subregla (1) se propone que los cables con aislamiento mineral o con chaqueta de aluminio usados para las acometidas sean del tipo especificado en la Regla 040-302. Se propone que la sección del conductor sea mayor que de 25 mm^2 cuando se usan cables con aislamiento mineral o con chaqueta de aluminio.

En la Subregla (2) se propone que cuando se instale un cable con aislamiento mineral o con chaqueta de aluminio directamente sobre cualquier superficie, el cable deberá ser protegido de daño mecánico como se estipula en la Regla 040-306(b).

Sustento de la Regla 040-306. Para proteger a los clientes de cargas incorrectas de los medidores, sólo un grupo de conductores de la acometida es permitida en una canalizaciones de la acometida. La canalización debe tener un tamaño mínimo. Las canalizaciones sujetas a daños mecánicos deben ser protegidas.

Propósito de la Regla 040-306. Se propone proteger la canalización de daño mecánico de acuerdo a la Regla 070-932. También Se propone que la canalización tenga un diámetro interno no menor de 20 mm . Se propone que la canalización de la acometida contenga solamente los conductores de acometida de consumidor de una sola acometida, salvo cuando se permita una excepción de acuerdo con la Regla 020-030.

Sustento de la Regla 040-310. Si es que la continuidad del conductor neutro o identificable se rompe (por ejemplo, conexión abierta o de alta resistencia), podría causar fluctuaciones en la tensión de la línea al neutro. Este cambio en la tensión de línea al neutro puede dañar el equipo eléctrico y crear peligros potenciales de electrocución e incendios. Tal vez sea necesario instalar uniones en el conductor neutro para la re- ubicación de postes, la re- ubicación de acometidas, y repara un daño a una acometida subterránea del consumidor ya existente.

Propósito de la Regla 040-310. Se propone no permitir uniones en el neutro de acometida entre el punto de conexión del suministro de la entidad suministradora y los terminales de la caja de toma o el equipo de conexión equivalente a ella. Sólo se permitirá excepciones a esta regla cuando la unión está hecha mediante una grapa o una unión empernada hecha en el dispositivo de montaje del medidor; en la cabeza terminal de acometida si se usa alambrado expuesto que esté de acuerdo con la Regla 40-302(2); o en la porción subterránea de la acometida cuando esta unión sea necesaria para reparar un daño en la instalación subterránea ya existente o para acondicionar un mástil de acometida o para reubicar la acometida.

Sustento de la Regla 040-312. El agua podría crear problemas si es que se permite que ingrese y drene adentro de la caja de conexión o la de toma, en la medida que se condense en la canalización de la acometida, en una localidad con un clima frío que ingresa a un edificio cálido desde el frío de la intemperie.

Propósito de la Regla 040-312. Se propone impedir el ingreso de la condensación o el agua en la Caja Toma por medio del drenaje de la canalización de la acometida hacia el exterior o sellando la canalización para impedir que el movimiento del aire cause condensación. Se propone que la canalización de la acometida no debe ingresar por la parte superior de la Caja Toma, a menos que la canalización esté debidamente drenada y/o sellada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Equipo de Medición

Sustento de la Regla 040-400. Esta regla estipula en qué consta el equipo de medición eléctrica.

Propósito de la Regla 040-312. Se podrían considerar como equipo de medición eléctrica a los transformadores de corriente y de tensión y cualquier dispositivo de medición asociados. Esto incluiría medidores de vatios hora, medidores de demanda, y cualquier otro tipo de medidor utilizado para la medición y el registro de la cantidad o magnitud de electricidad consumida por el consumidor.

Sustento de la Regla 040-402. Los conductores entre la caja de conexión o caja toma y el medidor deben ser accesibles sólo al personal autorizado para reducir la posibilidad de robo de la energía eléctrica. Se debe proveer una caja toma adecuada con un medidor con placa de apoyo y los conductores deben ser lo suficientemente largos para poder ser conectados a los transformadores de corriente y de tensión. Se deben de seguir requerimientos específicos para los equipos de medición para evitar lesiones a las personas que instalan un equipo de medición eléctrica antes de la caja toma.

Propósito de la Regla 040-402. (Véase la Figura 040-402). Se propone que los conductores entre la caja toma y el equipo de medición sea accesible sólo al personal autorizado; el método de alambrado debe ser como estipulado en la Subregla (1)(b); se debe dejar una reserva de conductores no menor de 450 mm . en los puntos de conexión del medidor o de los transformadores de corriente; y se debe proveer un accesorio apropiado o una caja toma con placa de apoyo para su empalme con el medidor.

Se propone que cuando el equipo de medición se conecta en el lado de la línea de la caja toma, el equipo de medición no tenga partes expuesta con tensión; que tensión de línea a línea no exceda 400 V, que el suministro sea de corriente alterna; y la corriente nominal de la acometida no sea mayor de 200 A, para un solo dispositivo de montaje de medido, o de 600 A, para un dispositivo de montaje de medidores con transformadores ubicados en el exterior.

Sustento de la Regla 040-404. Se debe proveer seguridad eléctrica al publico evitando que hagan contacto con los transformadores de los instrumentos utilizados con los medidores. Si es que la entidad suministradora lo requiere, se deberán proveer cubiertas metálicas para los transformadores de corriente, al igual que los medios para asegurar los transformadores, tales como placas de apoyo.

Propósito de la Regla 040-404. Se propone que la entidad suministradora tenga un espacio adecuado para la instalación eléctrica de transformadores de corriente y de tensión, junto con los medidores asociados para todas las acometidas con corriente nominal superior a 200 A . Estos recintos de seguridad pueden ser parte del equipo principal de maniobras del consumidor o ser parte de un recinto separado de metal con candado para asegurar los transformadores dentro del recinto.

Sustento de la Regla 040-408. El propósito de esta regla es proteger a los trabajadores dándoles un desplazamiento seguro dentro del lugar mientras dan mantenimiento al equipo eléctrico de medición. Este lugar a su vez deberá ser limpio y ambientalmente adecuado para el equipo que se está instalando.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 040-408. Se propone que el lugar escogido sea adecuado, que cumpla con los requerimientos de la entidad suministradora, y que sea fácilmente accesible. Lugares no deseadas son: almacenes de carbón, closets de ropa, baños, áreas desniveladas (por ejemplo, escaleras), locales inseguros o locales peligrosos, áreas con temperatura elevada, y otras localidades con condiciones similares.

Se propone que los medidores y el equipo de medición se instalen tan cerca como sea posible a la caja toma, y se agrupen cuando esto sea práctico. Si los medidores y el equipo de medición son de construcción resistente a la intemperie o se encuentra en cubiertas a prueba de la intemperie pueden ser instalados en el exterior.

Cuando se instalan los transformadores para los instrumentos fuera del predio del consumidor y el medidor se instala dentro del predio, se propone que sean continuos los conductores de salida del secundario, entre los transformadores de los instrumentos y la caja terminal del medidor o los eslabones de prueba. También se propone que los conductores de salida del secundario se instalen de la misma manera que los conductores de la acometida, con la excepción que no se requiere una caja de toma con interruptor de desconexión.

Sustento de la Regla 040-412. Las diferentes entidades suministradoras usan varios métodos distintos para medir los sistemas puestos a tierra a través de una impedancia. En un sistema puesto a tierra a través de una impedancia el neutro está conectado a tierra a través de un dispositivo neutra puesta a tierra. Se debe tener cuidado en asegurar que el dispositivo neutro de puesta a tierra sea puenteado por la entidad suministradora.

Propósito de la Regla 040-412. (Véase la también la Figura 060-1100). Se propone que el equipo y el alambrado que es utilizado por la entidad suministradora para medir los sistemas puestos a tierra a través de una impedancia deberán de estar de acuerdo con los requerimientos de la misma.

También se propone que el conductor utilizado como referencia del punto neutro sea aislado para la tensión del sistema, sea separado de tierra, y que se permita que esté en la misma canalización o cable que los conductores de acometida e ir a través o extendido desde la caja toma hasta el equipo de medición.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

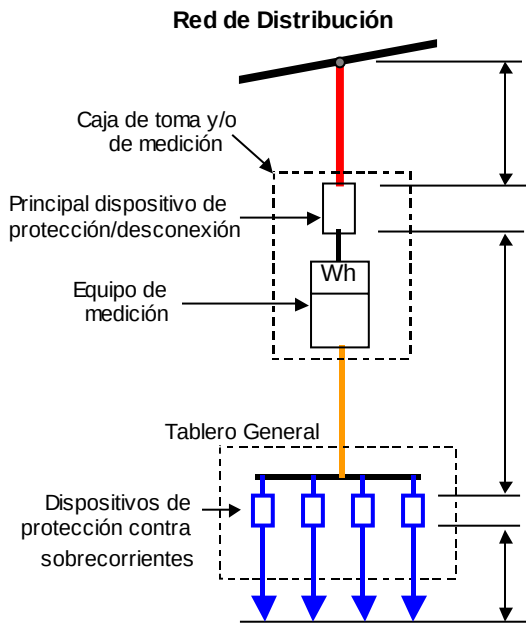
SECCCIÓN 050

CARGAS DE CIRCUITOS Y FACTORES DE DEMANDA

Introducción (*Véase la Figura 050-(1)*). La Sección 050 se considera como una Sección General y debe ser leída en conjunto con otras secciones que son suplementarias o modificatorias de las Secciones Generales. En cuanto concierne a la Sección 050, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

(a) Para el cálculo de los alimentadores donde existan motores deben tomarse en cuenta las Reglas 160-110 y 160-204, y deben añadirse los requerimientos de otras cargas, con las demandas calculadas según lo estipulado en la Sección 050.

(b) Para dimensionar los conductores y la protección, cuando se van a conectar transformadores y condensadores, los requerimientos de la Sección 150 tienen prioridad sobre los de la Sección 050.



Acometida:
Transporta la energía desde el punto de conexión con la red de distribución hasta el principal dispositivo de protección y/o control.
El número y dimensionamiento de los conductores de acometida se determinan de acuerdo a las características del sistema y los factores de demanda aplicables.

Alimentador:
Transporta la energía desde el lado de carga del principal dispositivo de protección hasta la entrada de los dispositivos de protección de los circuitos derivados.
El número y dimensionamiento de los conductores del alimentador, se determina de acuerdo a las características del sistema y los factores de demanda aplicables.

Circuitos Derivados:
Transportan la energía desde el último dispositivo de protección hasta las salidas para los aparatos o equipos eléctricos.

Figura 050(1)
Identificación de los Circuitos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Alcance

Sustento de la Regla 050-000. Esta sección especifica los valores nominales para los equipos eléctricos que alimentan a diversos tipos de cargas. Específicamente, cubre la capacidad de conducción de los conductores para las acometidas, los alimentadores y los circuitos derivados, al igual que los valores nominales de los conductores de alimentación o que alimentan equipos eléctricos.

Propósito de la Regla 050-000. Si es que se diseñan las instalaciones eléctricas sólo según los valores nominales de las placas de características de los equipos, simplemente se tomaría la suma de las corrientes nominales y se ignoraría el tipo de equipo eléctrico y el ambiente en donde se van a instalar. En algunos casos, esto resultaría en una instalación inferior (ejemplo, un circuito derivado de una estufa eléctrica central) y en otros superior al necesario (ejemplo, en una acometida comercial con un sistema de calefacción ambiental eléctrica). En algunas instalaciones eléctricas no podemos utilizar valores tangibles, ya que la carga final conectada no se conocerá hasta que la estructura esté completada y la acometida instalada (por ejemplo, centros comerciales). La Sección 050 procura tratar una variedad de situaciones y ambientes, y atribuye valores de demanda a ciertas cargas, tomando en cuenta que debido su diversidad operacional, no deben alcanzar cargas máximas al mismo tiempo que otras cargas (por ejemplo, calefacción ambiental eléctrica y aire acondicionado). Algunos tipos de cargas son cubiertos en secciones individuales (por ejemplo, la Sección 160 para motores y Sección 220 para soldadoras).

Esta sección no sólo aplica factores de demanda menores que las de los valores nominales de las placas de características (por ejemplo, una cocina eléctrica de 12 kW en una unidad de vivienda es evaluada a 6 kW), también permite que otras demandas sean aplicadas sobre demandas existentes (por ejemplo, sí esta misma cocina eléctrica está en un bloque de departamentos, la demanda de 6 kW para un departamento pequeño en una serie de viviendas de más de 20 se toma al 10%, de modo que la cocina eléctrica de 12 kW según la placa, ahora tiene una demanda de 0,6 kW).

La Regla 050-000(b) advierte que la Sección 050 también se refiere a las cantidades mínimas de posiciones en los tableros de los circuitos derivados para unidades de vivienda. En esta Sección se debe tener cuidado para entender la diferencia entre una vivienda unifamiliar y una unidad de viviendas. Poniéndolo simplemente:

(a) cada vivienda unifamiliar es una unidad de vivienda (ejemplo, dúplex, triplex, bungaló); pero

(b) cada unidad de vivienda no es una vivienda unifamiliar (ejemplo, un departamento pequeño en un bloque de departamentos).

Sin embargo, los dos son inmuebles residenciales.

Generalidades

Sustento y Propósito de la Regla 050-100. La Sección 160 considera los diversos tipos de cargas en watts o volt-amperes, para los diversos tipos de empleos. Esta regla propone establecer una base de tensión estándar con la cual todos los cálculos de corrientes, a partir de las cargas expresadas en watts o volt-amperes, deben ser efectuados. Al aumentar o disminuir las cargas en el sistema de utilización puede afectarse la tensión del sistema. Usando las tensiones estandarizadas sin tener en

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cuenta la tensión proporcionada, el Código establece una base estándar para garantizar una instalación segura dentro de los rangos de tensión aceptables.

Un buen ejemplo es una carga de calefacción monofásica de 20 kW, 240 V, donde la tensión de servicio de la conexión es de 220 V, la corriente calculada es de más o menos 90 A en vez de los 83 A de corriente nominal de la placa de características. Si el diseñador usa el valor inferior para los circuitos derivados y los cálculos del alimentador, esto puede disminuir el dimensionamiento de los conductores, los cuales estarían sobrecargados si es que la tensión nominal del equipo fuese aplicada. Esto también le permite al diseñador/ contratista/ inspector hacer sus cálculos, sin tener que obtener el valor de la tensión de la instalación para llegar a obtener el valor de la corriente.

Sustento de la Regla 050-102. La impedancia de un circuito derivado crea una caída de tensión en el circuito. Esto puede resultar en una aplicación de tensión menor a lo aceptado, a no ser de que se tomen medidas preventivas adecuadas. En general, una tensión baja disminuye la eficiencia operativa de los equipos eléctricos, tales como motores, sistemas de calefacción y sistemas de iluminación. El establecimiento de criterios para la caída de tensión máxima aceptada en un circuito asegura la utilización de tensiones aceptables para obtener un rendimiento óptimo del equipo eléctrico.

Propósito de la Regla 050-102. (Véase la Figura 050-102). Se establecen parámetros básicos para asegurar que el uso de la tensión para equipos eléctricos esté dentro de los valores prescritos. Para el diseñador, la caída de tensión es un valor calculado, por ende se ha establecido el requerimiento de que el cálculo de la caída de tensión se base en la carga de la demanda calculada. La Subregla (3) cubre un circuito derivado donde la carga conectada no se conoce y pone la demanda en 80% del valor nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del circuito.

El porcentaje permitido de la caída de tensión se basa en dos valores:

(a) una caída de tensión total máxima de 4% para el alimentador más circuito derivado; es decir desde el punto de conexión al contador de energía hasta el último punto de utilización; y

(b) una caída de tensión máxima de 2,5%, tanto para el alimentador y para el circuito derivado.

Considerando una instalación típica con una acometida, alimentador y un circuito derivado (Véase la Figura 050-102), se permite como máximo una caída de tensión de:

- 1% en la acometida (a);
- 4% como máximo entre el alimentador (b) + el circuito derivado (c).

De modo que se tiene una caída de tensión de 11 V (220x0,5) en toda la instalación con suministro de 220V, desde el punto de entrega hasta el último punto de utilización.

La máxima caída de tensión para cualquier alimentador o circuito derivado es 2,5%, en este caso 5,5 V (220 x 0,025). Sin embargo, las Subreglas (1) y (2) establecen los parámetros para la distribución del 4% (8,8 V) de la caída de tensión entre el alimentador y el circuito derivado. Es decir, si el alimentador (b) tiene una caída de tensión de 2,5%, entonces el circuito derivado (c) pueden tener como máximo una caída de tensión de 1,5% (o viceversa), de modo que la caída de tensión total no debe ser mayor del 4%.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

De este modo el dimensionamiento de los conductores se vuelve una cuestión económica. Si es que la sección de un alimentador produce una caída de tensión de 4 V (1,8%), se pueden usar los restantes 4,8 V (8,8 V – 4 V) (2,2%) en el circuito derivado.

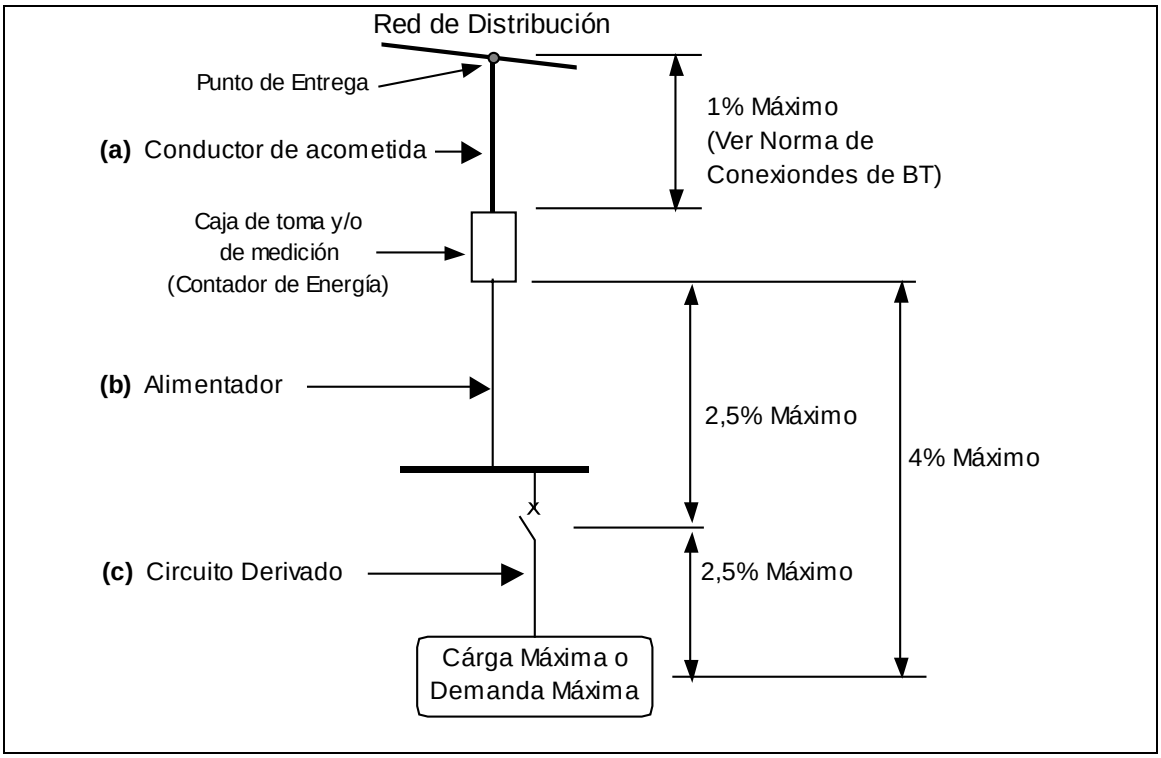


Figura 050-102
Máximas Caídas de Tensión Permitidas en un Circuito

Sustento de la Regla 050-104(1). Es necesario un método común para determinar la capacidad de la corriente nominal de una acometida, alimentador o circuito derivado. Algunos circuitos pueden tener un conductor con una corriente nominal en exceso al dispositivo de sobrecorriente (requerimientos de caída de tensión) y otros circuitos pueden tener un dispositivo de sobrecorriente en exceso a las corrientes nominales del conductor (circuitos motores).

Propósito de la Regla 050-104(1). Se debe establecer que, para determinar la capacidad de la corriente nominal de una acometida, alimentador, o circuito derivado, se debe usar la capacidad que resulte menor entre la capacidad de conducción del conductor del circuito, o la capacidad del dispositivo de sobrecorriente.

Sustento y Propósito de la Regla 050-104(2). La carga calculada, como se determina en esta Sección, no debe exceder la capacidad de la corriente nominal del circuito, para asegurar que los circuitos no estén sobrecargados (Véase la Subregla(1)). Esto se aplica tanto a instalaciones existentes como a nuevas.

El procedimiento correcto es calcular la carga según la Sección 050 y luego determinar las dimensiones del conductor y del dispositivo de sobrecorriente según las secciones

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

correspondientes del Código (ejemplo, Sección 030 para Conductores, Sección 080 para dispositivos de sobrecorriente).

Sustento y Propósito de la Regla 050-104(3). Se establecen parámetros para una carga continua y una carga no continua. Algunas veces se considera que una carga continua es aquella que está encendida por un periodo de tiempo relativamente largo y luego se apaga, y que una carga no continua es aquella que es controlada mediante la termostática o que pasa por ciclos. Esto es un error.

La carga calculada se considera como continua, a no ser que cumpla con alguno de los criterios de los párrafos (a) o (b) de esta subregla, o es especificada como no continua por otras reglas del Código.

En el párrafo (a), el criterio para cargas continuas es que estén encendidas por un total del 50% del tiempo (1 h) o más en un periodo de 2 horas, para cargas que no excedan los 225 A .

De manera similar en el párrafo (b), el criterio para cargas continuas es que estén encendidas por un total de 50% del tiempo (3 h) o más en cualquier periodo de 6 horas para cargas que excedan los 225 A .

Un sistema de iluminación en una tienda comercial u oficina caería bajo la designación de continua, al igual que un calentador comercial de agua, ya que durante uso normal está encendido por más del 50% del tiempo, a pesar de que es termostáticamente controlado.

Tal vez sea necesario separar las cargas continuas de las no continuas a la hora de calcular una acometida o alimentador, para evitar incrementar innecesariamente el tamaño del equipo eléctrico. Las Reglas 050-200(3) y 050-202(2) sugieren que, para la aplicación de esta regla las instalaciones eléctricas del tipo unidades de viviendas residenciales no se consideren como continuas.

Sustento y Propósito de la Regla 050-104(4). (Véase la Figura 050-104(4)). Los equipos eléctricos están certificados para operar continuamente al 100%, cuando la capacidad de corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente lo permite. Dichos equipos deben estar marcados o deben indicar en su placa de características técnicas, como apto para tal condición de uso.

La máxima carga continua alimentada por el circuito no debe exceder el 100% de las corrientes nominales de los dispositivos de sobrecorriente cuando se utilizan las corrientes nominales de la Tabla 2 (conductores en canalizaciones), si es que:

(1) la capacidad de los conductores es igual o mayor a la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente;

(2) el aislamiento en los conductores tiene una temperatura nominal de 70 ºC o 90 ºC (Tabla 2); y

(3) la capacidad de la corriente nominal de los conductores es determinada a partir de la Tabla 2.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

La máxima carga continua alimentada por el circuito no debe exceder el 85% de la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente cuando se utilizan las corrientes nominales de la Tabla 1 (conductores al aire libre), si es que:

(1) la capacidad de los conductores es igual o mayor a la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente;

(2) el aislamiento en los conductores tiene una temperatura nominal de 70 ºC o 90 ºC (Tabla 1); y

(3) la capacidad de la corriente nominal de los conductores sea determinada a partir de la Tabla 1.

Nota: *En el Anexo B se indica que el equipo eléctrico que no esté marcado o no tiene como dato de placa, que su corriente nominal es continua, se debe considerar adecuado para operar en forma continua al 80% de la capacidad de la corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente.*

Para aplicación solamente con 50/60 Hertz

Volts	Máxima Corriente (A) (Corriente simétrica en rms.)	
	Interrupción	Corto Circuito
600	50,000	25,000
480	100,000	25,000
240	100,000	25,000

Adecuado para operación continua al 100% del valor nominal.

Figura 050-104(4)
Placa de Operación Continua Típica

Ejemplos:

(a) Un interruptor con un fusible de 1 000 A esta marcado para operación continua al 100% de la capacidad de la corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente. Si es que los conductores de este interruptor van a ser tendidos en una canalización, ¿qué tamaño de carga continua puede alimentar?

Respuesta:

Este interruptor con fusible puede alimentar a una carga continua de 1 000 A sí es que:

(1) los conductores tienen una temperatura de aislamiento de la corriente nominal de 70 ºC o 90 ºC; y

(2) la capacidad de la corriente nominal de los conductores es de 1 000 A determinada a partir de la Tabla 2 (en canalizaciones).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(b) Un interruptor con un fusible de 1 000 A está marcado para operación continua al 100% de la capacidad de la corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente. Si es que los conductores de este interruptor van a ser tendidos al aire libre, ¿Qué magnitud de carga continua puede alimentar?

Respuesta:

Este interruptor con fusible puede alimentar a una carga continua de 1 000x85% = 850 A, sí es que:

(1) los conductores tienen una temperatura de aislamiento de la corriente nominal de 70 ºC o 90 ºC; y

(2) la capacidad de la corriente nominal de los conductores es de 1 000 A determinada a partir de la Tabla 1 (al aire libre).

Nota: *La reducción de la capacidad de la corriente nominal en la Subregla 050-104(4)(b) se aplica al circuito completo. Esto significa que los conductores que alimentan esta carga continua de 850 A, deberán ser evaluados en 1 000 A según la Tabla 1.*

Sustento y Propósito de la Regla 050-104(5). Cuando los equipos eléctricos están preparados para operar continuamente sólo al 80% de la capacidad de la corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente. Dicho equipo debe llevar una placa o inscripción apropiada. Si es que no hay marca, como es notado en el Apéndice B, el equipo debe considerarse como apropiado para operación continua al 80%.

La carga máxima continua alimentada por el circuito no debe exceder al 80% de las corrientes nominales de los dispositivos de sobrecorriente cuando se usan las corrientes nominales de la Tabla 2 (conductores en canalización), si es que:

(1) la capacidad de los conductores es igual o mayor a la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente;

(2) el aislamiento en los tiene una temperatura nominal de 70 ºC o 90 ºC (Tabla 2); y

(3) la capacidad de la corriente nominal de los conductores es determinada a partir de la Tabla 2.

La carga continua máxima alimentada por el circuito no puede exceder el 70% de la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente cuando se usan las corrientes nominales de la Tabla 1 (conductores al aire libre), si es que:

(1) la capacidad de los conductores es igual o mayor a la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente;

(2) el aislamiento en los conductores tiene una temperatura nominal de 70 ºC o 90 ºC (Tabla 1); y

(3) la capacidad de la corriente nominal de los conductores es determinada a partir de la Tabla 1.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Por el contrario, si es que una carga no está calificada como continua, las Subreglas (4) y (5) no se aplican, y el equipo eléctrico puede ser cargado hasta su corriente nominal sin importar el método de alambrado utilizado.

Cuando una caja de acometida, un interruptor, un interruptor automático o un tablero de paneles, va alimentar cargas continuas y no continuas, la carga total que se debe poner sobre los dispositivos de sobrecorriente debe de ser determinada utilizando las cargas continuas con los factores de demanda de la Subregla (4) o (5), más las cargas no continuas.

Ejemplos:

(a) Un interruptor con un fusible de 1 000 A esta marcado para operación continua al 80% de la capacidad de la corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente. Si es que los conductores van a ser tendidos en una canalización, ¿Qué magnitud de carga continua puede alimentar este interruptor?

Respuesta:

Este interruptor con fusible puede alimentar a una carga continua de 1 000 x 80%= 800 A, sí es que:

1) los conductores tienen una temperatura de aislamiento a la corriente nominal de 70 ºC o 90 º C; y

2) la capacidad de la corriente nominal de los conductores es de 1 000 A, determinada a partir de la Tabla 2 (en canalizaciones).

(b) Un interruptor con fusible de 1 000 A esta marcada para operación continua al 80% de la capacidad de la corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente. Si es que los conductores van a ser tendidos al aire libre ¿qué tamaño de carga continua puede alimentar este interruptor?

Respuesta:

Este interruptor con fusible puede alimentar a una carga continua de:
1000 x 70% = 700 A sí es que:

1) los conductores tienen una temperatura de aislamiento a la corriente nominal de 70 ºC o 90 º C; y

2) la capacidad de la corriente nominal de los conductores es de 1000 A, como es determina a partir de la Tabla 1 (al aire libre).

(c) Un interruptor con un fusible de 1 000 A esta marcado para operación continua al 80% de la capacidad de la corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente. ¿Qué magnitud de carga no continua puede alimentar este interruptor?

Respuesta:

Este interruptor con fusible puede alimentar a una carga no continua de 1 000 A, sí es que:

1) los conductores tienen una temperatura de aislamiento nominal de 70 ºC o 90 ºC; y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

2) la capacidad de la corriente nominal de los conductores es de 1 000 A como es determinada a partir de las Tablas 1 y 2 ; y

3) la carga es determinada según la Regla 050-104(3).

(d) Un interruptor con fusible de 1 200 A esta marcado para operación continua al 80% de la capacidad de la corriente nominal de sus dispositivos de sobrecorriente. El método de alambrado va a ser un conductor al aire libre y los conductores van a tener una temperatura nominal del aislante de 70 º C . ¿Puede este interruptor con fusible alimentar a una carga continua de 500 A y una carga no continua de 480 A?

Respuesta:

Carga continua calculada (500 /70%) =	714,28 A
Carga no continua	+ 480,00 A
Carga total combinada	1 194,28 A

Un interruptor con un fusible de 1 200 A puede alimentar una carga combinada de 1 194 A, si es que los conductores tienen un aislamiento de 70 ºC y tienen una capacidad de corriente nominal de 1 200 A, determinada a partir de la Tabla 1.

Sustento y Propósito de la Regla 050-104(6). Las reducciones de la capacidad de la corriente nominal de los conductores se aplican en varias secciones del Código. Sólo las mayores reducciones de la capacidad de la corriente nominal deben ser aplicadas a cualquier conductor.

Ejemplo:

La Sección 030 aplica las reducciones de la capacidad de la corriente nominal entre el 80% hasta el 50%. Si se aplica el 80% de la Regla 050-104 y ya existe una reducción de la capacidad de la corriente nominal de 70% aplicada al conductor según la Regla 030-004(1), se debe ignorar el 80% de la Regla 050-104 y sólo se debe aplicar el 70% de la Sección 030.

Nota: *Las reducciones de la capacidad de la corriente nominal de la Regla 030-004(8) y (9) son adicionales a las de la Regla 030-004(1) o (2).*

Sustento y Propósito de la Regla 050-104(7). Los conductores con capacidad nominal asignada en exceso a las corrientes nominales permitidas para cargas continuas bajo la Regla 050-104(4)(b) y (5)(b) pueden introducir efectos no deseados de calentamiento en las envolventes, cubiertas bajo la Sección 050.

Es importante asegurarse que las corrientes nominales aplicadas a los conductores, no cubiertos específicamente por las Reglas 050-104(b) y (5)(b), no estén en exceso a las corrientes nominales de los conductores.

Cuando un cable o cables subterráneos alimentan a una caja de conexión, interruptor, interruptor automático o tablero, la carga máxima continua no debe exceder al:

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(1) 85% de la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente, cuando el equipo tenga una operación continua de corriente nominal al 100%; o

(2) 70% de la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente, cuando el equipo tenga una operación continua de corriente nominal al 80%, o si el equipo no está marcado.

Consideraciones de Servicio para la Regla 050-104. Cuando se van a determinar las corrientes máximas permitidas, se deben tomar en cuenta las Consideraciones de Servicio listadas en el Anexo B bajo las Notas para la Regla 050-104(7).

Ejemplo:

¿Qué sección de cable unipolar AC 90 (cable armado – 90 °C) se puede usar para una carga continua de 450 A, utilizando equipos de operación continua de corriente nominal al 100%, cuando el cable se va a enterrar directamente como en el Detalle 1 del Diagrama B4-1?

Pasos:

(1) Determinar el total de la carga continua y no continua
Carga continua — 450 A
Carga no continua — No aplica

(2) Determinar la operación continua de la corriente nominal del equipo
100%

(3) Determinar las dimensiones de los conductores utilizando la Tabla D8B- Detalle 1 - 100%, y el Diagrama B4-1
Tabla D8B - 185 mm^2 AC 90 °C

(4) Determinar la capacidad de los conductores, utilizando la Regla 050-104(4)(b), el método de alambrado, la corriente nominal de operación continua del equipo, las cargas del Paso (1), y la temperatura nominal de aislamiento del conductor.

Carga Continua—450 A
Dividida por el % de 050-104(4)(b) — 85%
529,4 A
Más la carga no continua — No aplica
Capacidad del Conductor 529,4 A

(5) Determinar el tamaño del conductor utilizando en la Tabla 1
Tabla 1 — 185 mm^2 AC-90 °C

(6) Seleccionar la sección del conductor de los Pasos 3 o 5 según la Regla 050-104(7)
Del Paso 3 o 5 — 185 mm^2 AC-90 °C

Sustento y Propósito de la Regla 050-106(1). Los interruptores y conductores están clasificados en dimensiones estándares y en algunos casos puede ser recomendable el uso de interruptores y conductores con corrientes nominales menores que la carga calculada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Con la carga calculada, según esta Sección, se debe determinar las dimensiones mínimas de los conductores e interruptores. Rara vez, la carga calculada es igual a las corrientes nominales estándares de los interruptores y de los conductores. Se establece las condiciones en que se pueda aceptar un equipo eléctrico de tamaño estándar, que puede ser un poco más bajo que la carga calculada. Por ejemplo, si se tiene una carga calculada de 210 A; 5% de 210 = 10,5 A y 210 – 10,5 = 199,5 A .

Sustento y Propósito de la Regla 050-106(2). El Código está basado en requerimientos mínimos y no intenta limitar el diseño. Es importante que las acometidas y los alimentadores sean dimensionadas adecuadamente para las cargas que deben llevar. Las acometidas donde, excepto aquellas calculadas según las Reglas 050-200 y 502-202, la instalación eléctrica se basa sobre requerimientos superiores a los de la Sección 050, las capacidades de las acometidas y de los alimentadores deben ser incrementadas para cumplir con los requerimientos de la carga real, a pesar de los requerimientos de la Sección 050.

Sustento para las Reglas 050-106 (3), (4) y (5). Menor demanda de carga es producida:

(a) cuando las cargas son controladas para prevenir que la carga total esté en operación al mismo tiempo;

(b) cuando se instalan sistemas ambientales tales como calefacción ambiental eléctrica y aire acondicionado, que no se utilizan simultáneamente; o

(c) cuando las cargas pueden estar en operación al mismo tiempo, pero son de naturaleza cíclica y no producen una demanda igual a la carga total conectada.

Propósito para las Reglas 050-106 (3), (4) y (5). En la Subregla (3), se indica que se deben usar controles para enclavamiento entre las cargas, de modo que dos o más cargas no puedan operar a la vez. En este caso la carga que produce la mayor demanda se usa para determinar la carga total.

En la Subregla (4), se indica que en el caso de la instalación de cargas de calefacción ambiental eléctrica y de aire acondicionado, no se requieren controles para bloquear los interruptores, ya que por sentido común se supone que no se calienta y enfría simultáneamente. Se indica que la mayor de las cargas de calefacción ambiental eléctrica o de aire acondicionado, sea considerada en el cálculo de la demanda.

La Subregla (5) es un poco más difícil y subjetiva. Aquí se tiene un número de cargas que son de naturaleza cíclica. Esto quiere decir que las cargas pueden estar físicamente conectadas y que es posible operarlas al mismo tiempo, pero la operación del sistema es tal, que en operación normal no deben operar simultáneamente. Se le puede llamar a esto, la diversidad de la operación del sistema. Un buen ejemplo puede ser un almacén con máquinas de venta, o una planta de fabricación a pedido, donde, aunque hay muchas máquinas, sólo unas cuantas pueden estar en operación simultánea. Ya que todas las máquinas no pueden estar en operación simultánea dependiendo del ciclo del negocio, cualquier disminución de los requerimientos de la carga debe ser cuidadosamente discutido entre las partes involucradas. En tales casos, es mejor errar en tener un equipo demasiado grande; de otra manera, si es que el equipo eléctrico instalado es demasiado pequeño para la carga, una modificación muy cara pueda que sea necesaria.

Sustento y Propósito de la Regla 050-106 (6). Las reglas de las secciones individuales son suplementarias o enmiendan las Secciones Generales y por

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

consiguiente priman sobre tales Secciones Generales del Código, (Véase el Prefacio y Regla 020-002). Un ejemplo de esto sería que, a pesar de que la Regla 050-104(5) dice que la carga no se debe exceder del 80% de la corriente nominal de los dispositivos de sobrecorriente, otras secciones pueden permitir mayores valores (ejemplo, Sección 150 de condensadores).

Sustento de la Regla 050-106 (7). Pueda que la aplicación de los factores de demanda a algunas cargas, resulte en que los conductores de un alimentador o un circuito derivado se exceda en el requerimiento de los conductores de la acometida.

Propósito de la Regla 050-106(7). Cuando varios factores de demanda son aplicados a las acometidas, alimentadores y circuitos derivados, la capacidad requerida de los alimentadores y de los circuitos derivados pueda que sea mayor que las acometidas o alimentadores del cual son alimentados (ejemplo, cuando el alimentador suministra a cargas de motores al igual que a otro tipo de cargas, o cuando la Tabla 14 se aplica con otras cargas). En tales casos, la capacidad del alimentador o del circuito derivado, no requiere exceder la capacidad de la acometida o del alimentador que los alimentan.

Sustento de la Regla 050-106(8). Cuando se añaden cargas a una acometida o alimentador existente, se debe de tener cuidado de que el equipo eléctrico no esté sobrecargado. Generalmente no está disponible la información exacta acerca de cargas instaladas en los últimos 12 meses, lo cual hace difícil efectuar los cálculos. Los suministradores generalmente miden las demandas de clientes más grandes y pueda que tengan dicha información disponible.

Propósito de la Regla 050-106(8). Con la máxima demanda de las instalaciones existentes, resultante de mediciones en los últimos 12 meses, más las cargas adicionales, con los factores de demanda como se permite en el Código, se puede determinar la nueva carga calculada, que se debe considerar para una cometida o alimentador existente. Estas cifras existentes de carga o máxima demanda, generalmente se pueden obtener de los suministradores, o si es que el incremento de carga propuesto está considerada en la planificación de largo plazo; la instalación de los nuevos equipos de medición o acometida, se debe efectuar de acuerdo a la Norma de Conexiones de Baja Tensión. La nueva carga calculada que se está añadiendo sobre la acometida o alimentador existentes, debe quedar sujeta a los requerimientos de las Reglas 050-104(4) y (5), en lo que se refiere a la corriente nominal del equipo eléctrico.

Sustento de la Subregla 050-106 (9). En tanto más pequeña sea una unidad de vivienda y menor la diversidad de sus cargas, la probabilidad de que toda la carga esté conectada a la vez es más alta, por esta razón el factor de demanda para las unidades de vivienda contempladas en esta Subregla es de 1,0. Además, la probabilidad de un crecimiento de la vivienda muy rápido es también muy alta para las viviendas más pequeñas (90 m^2 y 3 kW); esta posibilidad queda cubierta por una sección mínima de los conductores de acometida en el interior de la vivienda; esta sección mínima, por otra parte, debe concordar con otras reglas del Código como la Regla 040-302.
(Referencia: Subregla 050-110 (2)).

Propósito de la Subregla 050-106(9). Se requiere que los conductores de acometida de las viviendas tengan una capacidad de conducción no menor que la corriente de la carga que suministran; y que la sección mínima de estos conductores sea de 4 mm^2 por razones mecánicas y por convenir así a la posibilidad de crecimiento de la carga

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de las viviendas más pequeñas. En el caso de los alimentadores la sección mínima debe ser 2,5 mm^2 .

Sustento la Regla 050-108(1). La insuficiencia de circuitos derivados puede resultar en una sobrecarga de los conductores, lo cual puede causar un recalentamiento y falla subsecuente del equipo eléctrico.

Propósito de la Regla 050-108(1). Para viviendas unifamiliares se dan los requerimientos a proveerse en el tablero, un número mínimo de espacios para los dispositivos contra sobrecorriente de los circuitos derivados, basado en la capacidad de los conductores de la acometida o del alimentador.

El siguiente cuadro delinea el número mínimo de espacios para los dispositivos contra sobrecorriente de los circuitos derivados, para las capacidades comunes de la acometida o alimentador en viviendas unifamiliares. Se debe tomar en cuenta los diferentes requerimientos si se usa una estufa eléctrica centralizada.

Capacidad de la Acometida o Alimentador	Calefacción Central	Cantidad de Espacios para los Dispositivos de Sobrecorriente de Circuitos Derivados de 220 V
0 – 60 A	No	16
60 – 100 A	No	24
100 – 125 A	Si	24
100 – 125 A	No	30
125 – 200 A	Si	30
125 – 200 A	No	40

Sustento de la Regla 050-108(2). El Código presenta un estándar mínimo y cuando hay la posibilidad de instalar equipos eléctricos adicionales, se debe prever espacios adicionales para poder alimentarlos.

Propósito de la Regla 050-108(2). Se debe asegurar que se reserve el espacio para dos dispositivos de sobrecorriente bipolares de 15 A, independientemente de los requerimientos de los circuitos derivados en las viviendas unifamiliares (ejemplo, para una cocina eléctrica y una secadora de ropa). Debe haber espacio para todos los otros dispositivos de sobrecorriente, y al menos, dos espacios adicionales para futuras ampliaciones. El Código no hace ninguna distinción entre una casa con sótano acabado y una sin sótano. Si es que el sótano está acabado, se deben de usar más posiciones de circuitos derivados.

Se considera como ejemplo un bungaló estándar calentado sin electricidad, con un tablero para 24 circuitos, 100 A . Si es que más de 22 circuitos fuesen requeridos para esta casa, dejando menos de dos espacios disponibles, se debe usar un tablero de 30 circuitos.

Sustento y Propósito de la Regla 050-108(3). Se reconoce la limitación del equipo eléctrico en departamentos y edificaciones similares y por lo tanto, existe menos requerimiento de espacios mínimos para los dispositivos de sobrecorriente bipolares de 220 V y 35 A . Sin embargo cuando se hace uso de equipo o cocina trifásica, debe preverse espacio para dispositivo de sobrecorriente tripolar.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

En departamentos y edificaciones similares no se requieren espacios adicionales, ya que no se espera hacer aumentos. Las palabras “por lo menos” son importantes acá, más aun que para una vivienda unifamiliar, que tiene todas las opciones cubiertas en la Subregla (2). Para un departamento pequeño con calefacción eléctrica para zócalos, calefacción individual para la lavadora, la secadora y el agua, los requerimientos del circuito derivado pueden fácilmente exceder de doce.

Sustento de la Subregla 050-108(4). Es necesario asegurar que las unidades de vivienda, aún las más pequeñas, cuenten con lugares y espacios adecuados para el equipo de conexión y el tablero de distribución interno conforme a su carga (Referencia: Regla 050-110(2).

Propósito de la Subregla 050-108(4). Para viviendas de hasta 90 m^2, 3 kW de carga y suministro monofásico, debe preverse un lugar en el interior para el tablero de distribución con espacio para por lo menos tres interruptores bipolares de 15 A .

Para viviendas de hasta 150 m^2, con carga mayor de 3 kW y hasta 5 kW, y suministro monofásico, debe preverse espacio para cinco interruptores bipolares, de las cuales una debe ser de 20 A .

Para viviendas de hasta 200 m^2, con carga entre 5 kW y 8 kW, con suministro monofásico, debe preverse espacio para siete interruptores, de las cuales dos deben ser de 30 A; o dos tripolares de 15 A, si fuese el caso de suministro trifásico.

Sustento de la Subregla 050-110. Es necesario asegurar un método consistente para calcular el área habitable para las edificaciones cubiertas por las Reglas 050-200 y 050-202.

Propósito de la Subregla 050-110. Se establecen los requerimientos para calcular consistentemente las áreas habitables en las viviendas unifamiliares y edificaciones de departamentos.

Esta regla es muy directa. El área total habitable de una vivienda unifamiliar es determinada:

(1) Calculando el área del primer piso basada en las dimensiones internas;

(2) Calculando el área de los pisos superiores basada en las dimensiones internas; y

(3) Si es que la edificación tiene un sótano, calculando el 75% del área del sótano basada en las dimensiones internas.

En lugar de que el área sea calculada con las dimensiones internas, también se puede usar el área techada, puesto que es un dato disponible en los planos arquitectónicos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo:

Una vivienda unifamiliar de dos pisos tiene 10 m x 12 m con un sótano que tiene paredes de 200 mm de grosor. ¿Cuál es el área total habitable de la vivienda?

(1)	Área primer piso [10 – (2 x 0,200)] x [12 – (2 x 0,200)]	= 111,36 m^2
(2)	Área de los pisos superiores [10 - (2 x 0,200)] – [12 - (2 x 0,200)]	= 111,36 m^2
(3)	Área del sótano [10 (2 x 0,200)] – [12 - (2 x 0,200)] x 75 %	= 83,52 m^2
	Total	306,24 m^2

Sustento de la Subregla 050-110(2). Es necesario contemplar los casos de viviendas con cargas y condiciones que correspondan a la realidad del país. El criterio seleccionado ha sido el de relacionar el área de la vivienda con la carga instalada, utilizado largamente en la calificación de urbanizaciones y electrificación de grupos habitacionales existentes. De la revisión de información documentada disponible y del análisis de experiencias de otros países se ha llegado a las cifras que se dan en esta subregla.

Nota:
Referencia 1: RBT, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria y Energía Español; Instrucción MIE-BT-10 Acápite 2: Grado de Electrificación de Viviendas.

Referencia 2 : CENERGIA: “Estudio de la Caracterización de la Carga del Sistema Eléctrico de la Ciudad de Trujillo”.

Propósito de la Subregla 050-110(2). Para las unidades de vivienda unifamiliares, cuando no se dispone de información sobre las cargas conectadas o a instalar, se debe asignar como mínimo una carga de 3 kW a viviendas de hasta 90 m^2, 5 kW a viviendas entre 90 m^2 y 150 m^2 y 8 kW a viviendas entre 150 m^2 y 200 m^2 .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Acometidas y Alimentadores

Sustento y Propósito de la Regla 050-200(1). En una vivienda unifamiliar no se espera que operen simultáneamente todos los equipos eléctricos instalados. Al respecto, se establece un criterio básico con el cual se pueda determinar la capacidad de los conductores de una acometida o del alimentador.

La Subregla (1)(b) indica que la corriente nominal mínima de los conductores sea de 40 A . Se puede instalar un tablero con un número mínimo de espacio de acuerdo a la Regla 050-108 (4).

Para los propósitos de la Regla 050-104, la Subregla (3) de la Regla 050-200 propone que las cargas en las Subreglas (1) y (2) no se consideren como continuas; por lo tanto no se necesita aplicar ninguna reducción de la corriente nominal.

Pasos a seguir para calcular la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador que suministra energía eléctrica a una unidad de vivienda unifamiliar:

(1) de 050-110 - Calcular el área total techada en m^2. Área techada que se encuentra indicada en el Plano de Ubicación de Arquitectura.

Recomendación: Si la fracción de área en exceso es menor o igual que 1 m^2, se recomienda no considerar esta fracción.

(2) de 050-200(1)(a)(i) - 2 500 W para los primeros 90 m^2 de área techada; más

(3) de 050-200(1)(a)(ii) - 1 000 W para cada 90 m^2 o fracción en exceso de los primeros 90 m^2; más

Nota: La carga básica 050-200(1)(a)(i) y la carga adicional 050-200(1)(a)(ii) consideran las cargas correspondientes al alumbrado y tomacorrientes de la unidad de vivienda.

Se deberá tener en cuenta que las cargas para tomacorrientes sólo son para las que no sobrepasen de los 1 500 W o aquellas cargas que se caracterizan por ser instalaciones que tienen circuitos derivados independientes. Para estos casos véanse las notas del paso (7).

(4) de 050-200(1)(a)(iii) - **A.** Calcular la cantidad de carga de calefacción ambiental eléctrica usando los factores de demanda de la Regla 270-116(2)(a) y (b). Los primeros 10 kW al 100% y el resto al 75%;

B. Calcular la cantidad de carga del aire acondicionado con un de factor demanda al 100%;

Nota: *Usar el mayor de A o B según la Regla 050-106(4); más*

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Nota: Las cargas de calefacción, entre otras similares corresponden a:
- Calefacción de superficies, pisos, zócalos.
- Calefacción de tuberías.
- Calefacción para fusión de hielo.
- Sauna (Regla 279-500).

(5) de 050-200(1)(a)(iv) - Calcular la carga requerida para una cocina eléctrica. Usar 6 000 W para la corriente nominal de la cocina eléctrica, mas 40% de la corriente nominal de la cocina eléctrica que exceda los 12 kW; más

(6) de 050-200(1)(a)(v) - Calcular la carga requerida para calentadores de agua para piscina y baños individuales o comunes con un factor de demanda al 100%; más

Nota: Las cargas de calentadores de agua, entre otros similares corresponden a:
- Calentador de agua para baño (therma).
- Ducha eléctrica.
- Calentador de hidromasaje.
- Calentador de piscina.

(7) de 050-200(1)(a)(vi) - Calcular para las cargas restantes mayores a 1 500 W con un factor de demanda de 25%, si se ha previsto una cocina eléctrica.

Si no se ha previsto cocina eléctrica debe considerarse la suma de las cargas que exceden los 1 500 W hasta un total de 6 000 W al 100%, y el exceso de los 6 000 W al 25%.

Nota 1: Las cargas adicionales superiores a 1 500 W, entre otros similares corresponden a:
- Secadora de ropa.
- Iluminación exterior especial.
- Iluminación de jardines.
- Iluminación de fachada.
- Iluminación de piscinas.
- Ascensores (aplicar la Sección 160).

Nota 2: Las cargas adicionales menores o iguales a 1 500 W, deben ser consideradas con factor de demanda de 100%. Estas cargas entre otros similares corresponden a:
- Lavavajillas.
- Electrobomba de agua.
- Electrobomba de desagüe.
- Electrobomba de piscina.
- Puerta levadiza.
- Hidromasaje.
- Triturador de desperdicios.

(Se caracterizan por ser instalaciones que tienen circuitos derivados independientes).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(8) de 050-200(1) - Para determinar la capacidad de los conductores de la acometida o del alimentador usar la mayor de las cargas calculadas en 050-200(1)(a) o la carga mínima estipulada en el párrafo (b).

Nota: *Las cargas son no continuas según la Regla 040-200(3), y no se necesita aplicar el factor de reducción de la capacidad de corriente nominal.*

(9) Seleccionar un conductor de las Tablas 1 o 2, y tomar en cuenta las otras tablas relacionadas.

(10) Determinar la capacidad de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

Ejemplo 1:

Usando los pasos previos:

Una vivienda unifamiliar de dos pisos, con calefacción no eléctrica, con las dimensiones externas de 12 m x 10 m y un sótano con las paredes externas con grosor de 200 mm .
Equipo eléctrico instalado: 4 000 W secadora de ropa
4 000 VA unidad de aire acondicionado

Pasos:

(1) **ÁREA:**

050-110 Área de la unidad de vivienda 306 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional 180 m^2	2 x 90	m^2	2 000			
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción) 36 m^2	1 x 90	m^2	1 000			
					5 500	1,00	5 500	5 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(4)	050-200(1)(a)(iii)	. Aire acondicionado	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW con F.D. 100%, y el saldo con F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B según la Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(5)	050-200(1)(a)(iv)	No aplica.						

CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:

(6)	050-200(1)(a)(v)	No aplica.						

(7) **CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**

	050-200(1)(a)(vi)	- Secadora de ropa.	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	TOTAL				**19 000**			**13 500**

(8) La carga de la unidad de vivienda es de 13 500 W, lo que equivale a 35,5 A en 220 V trifásico, considerando un factor de potencia 1.
La Subregla (1) indica que la capacidad mínima del conductor debe ser el mayor de (a) o (b). Entonces de acuerdo al párrafo (b) la corriente nominal mínima debe ser de 40 A, para este caso trifásico.

(9) Los conductores de la acometida y del alimentador deben soportar 40 A .

(10) El dispositivo de protección contra sobrecorrientes deberá ser de 40 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 2:

Usando los pasos previos:

Una vivienda unifamiliar de dos pisos, con calefacción no eléctrica, con las dimensiones externas de 12 m x 10 m y un sótano con las paredes externas con grosor de 200 mm .

Equipo eléctrico instalado:

25 000 W calentador eléctrico de zócalos
3 000 VA unidad de aire acondicionado (Regla 050-106 (4))
14 000 W cocina eléctrica
3 000 W calentador de agua para baño
4 000 W calentador de tina caliente
4 000 W secadora de ropa

Pasos:

(1) **ÁREA:**

050-110	Área de la unidad de vivienda	306	m^2	

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional 180 m^2	2 x 90	m^2	2 000			
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción) 36 m^2	1 x 90	m^2	1 000			
					5 500	1,00	5 500	5 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(4)	050-200(1)(a)(iii)	. Calentador eléctrico de zócalos	25 000	W	10 000	1,00	10 000	10 000
					15 000	0,75	15 000	11 250
	050-200(1)(a)(iii)	. Aire acondicionado	3 000	W	No aplica.			
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW con F.D. 100%, y el saldo con F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B según la Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(5)	050-200(1)(a)(iv)	. Cocina eléctrica	14 000	W	12 000	0,50	6 000	6 000
					2 000	0,40	2 000	800

CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:

(6)	050-200(1)(a)(v)	. Calentador de agua para baño	3 000	W	3 000	0,25	3 000	750
		. Calentador de tina caliente	4 000	W	4 000	0,25	4 000	1 000

(7) **CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**

	050-200(1)(a)(vi)	- Secadora de ropa.	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	TOTAL				**61 000**			**39 300**

(8) La carga de la unidad de vivienda es de 39 300 W lo que equivale a 103,26 A con suministro trifásico de 220 V y considerando factor de potencia 1.

(9) Los conductores de la acometida y del alimentador deben soportar 100 A .

(10) El dispositivo de protección contra sobrecorrientes deberá ser de 100 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 3.1:

Unidad de Vivienda de tres pisos - Con Cocina Eléctrica

Una vivienda de tres pisos más sótano (4 niveles), que tiene un área techada de 470 m² .

100% del área del 1º, 2º y 3r piso	390 m²
75% del área del sótano 80 m²	60 m²
Área techada total	450 m²

Pasos:

(1) **ÁREA:**

050-110 Área techada a considerar 450 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional 180 m^2	4 x 90	m^2	4 000			
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción)						
					6 500	1,00	6 500	6 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(4)	050-200(1)(a)(iii)	. Sauna	12 000	W	10 000 2 000	1,00 0,75	10 000 2 000	10 000 1 500
	050-200(1)(a)(iii)	. Aire acondicionado	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(5)	050-200(1)(a)(iv)	. Cocina eléctrica	14 000	W	12 000		6 000	6 000
					2 000	0,40	2 000	800

CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:

(6)	050-200(1)(a)(v)	. Calentador de agua para baño	2 500	W	2 500	1,00	2 500	2 500

(7) **CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**

	050-200(1)(a)(vi)	. Secadora de ropa.	3 000	W				
		. Iluminación de jardines.	4 000	W				
		. Iluminación de piscina.	3 000	W				
			10 000	W	10 000	0,25	10 000	2 500

CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:

	050-200(1)(a)(vi)	. Electrobomba de agua	747	W				
		. Electrobomba de piscina	373	W				
		. Electrobomba de desagüe	500	W				
		. Hidromasaje	747	W				
		. Puerta levadiza	373	W				
		. Triturador de desperdicios	500	W				
			3 240	W	3 240	1,00	3 240	3 240
	TOTAL				**52 240**			**37 040**

(8) La carga de la unidad de vivienda es 37 040 W lo que equivale a 97,32 A, con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

(9) Los conductores de la acometida y del alimentador deberán soportar 100 A .

(10) El dispositivo de protección contra sobrecorrientes deberá ser de 100 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 3.2:

Unidad de Vivienda de tres pisos - Sin Cocina Eléctrica

Una vivienda de tres pisos más sótano (4 niveles), que tiene un área techada de 470 m² .

100% del área del 1º, 2º y 3r piso	390 m²
75% del área del sótano 80 m²	60 m²
Área techada total	450 m²

Pasos:

(1) **ÁREA:**

050-110 Área techada a considerar 450 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional 180 m^2	4 x 90	m^2	4 000			
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción)						
					6 500	1,00	6 500	6 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(4)	050-200(1)(a)(iii)	. Sauna	12 000	W	10 000 2 000	1,00 0,75	10 000 2 000	10 000 1 500
	050-200(1)(a)(iii)	. Aire acondicionado	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(5)	050-200(1)(a)(iv)	No aplica.						

CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:

(6)	050-200(1)(a)(v)	. Calentador de agua para baño	2 500	W	2 500	1,00	2 500	2 500

(7) **CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**

	050-200(1)(a)(vi)	. Secadora de ropa.	3 000	W				
		. Iluminación de jardines.	4 000	W				
		. Iluminación de piscina.	3 000	W				
			10 000	W	6 000	1,00	6 000	6 000
					4 000	0,25	4 000	1 000

CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:

	050-200(1)(a)(vi)	. Electrobomba de agua	747	W				
		. Electrobomba de piscina	373	W				
		. Electrobomba de desagüe	500	W				
		. Hidromasaje	747	W				
		. Puerta levadiza	373	W				
		. Triturador de desperdicios	500	W				
			3 240	W	3 240	1,00	3 240	3 240
	TOTAL				**38 240**			**34 740**

(8) La carga de la unidad de vivienda es 37 740 W lo que equivale a 91,28 A, con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

(9) Los conductores de la acometida y del alimentador deberán soportar 95 A .

(10) El dispositivo de protección contra sobrecorrientes deberá ser de 95 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 4.1:

Unidad de Vivienda de dos pisos - Con Cocina Eléctrica

Una vivienda de dos pisos sin sótano, que tiene un área techada de 180 m² .

100% del área del 1er piso	85 m²
100% del área del 2^{o} piso	95 m²
Área techada total	180 m²

Pasos:

(1) **ÁREA:**

050-110 Área techada a considerar 180 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional 90 m^2	1 x 90	m^2	1 000			
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción)						
					3 500	1,00	3 500	3 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(4)	050-200(1)(a)(iii)	. Aire acondicionado	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(5)	050-200(1)(a)(iv)	. Cocina eléctrica	8 000	W	8 000		6 000	6 000

CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:

(6)	050-200(1)(a)(v)	. Calentador de agua para baño	2 500	W	2 500	1,00	2 500	2 500

(7) **CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**

	050-200(1)(a)(vi)	. Secadora de ropa.	2 000	W	2 000	0,25	2 000	500
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Electrobomba de agua	747	W				
		. Hidromasaje	747	W				
		. Puerta levadiza	373	W				
			1 867	W	1 867	1,00	1 867	1 867
	TOTAL				**21 867**			**18 367**

(8) La carga de la unidad de vivienda es 18 367 W, lo que equivale a 48,26 A con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

(9) Los conductores de la acometida y del alimentador deberán soportar 50 A .

(10) El dispositivo de protección contra sobrecorrientes deberá ser de 50 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 4.2:

Unidad de Vivienda de dos pisos - Sin Cocina Eléctrica

Una vivienda de dos pisos sin sótano, que tiene un área techada de 180 m² .

100% del área del 1er piso	85 m²
100% del área del 2^{o} piso	95 m²
Área techada total	180 m²

Pasos:

(1) **ÁREA:**

050-110 Área techada a considerar 180 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional 90 m^2	1 x 90	m^2	1 000			
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción)						
					3 500	1,00	3 500	3 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(4)	050-200(1)(a)(iii)	. Aire acondicionado	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(5)	050-200(1)(a)(iv)	No aplica.						

CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:

(6)	050-200(1)(a)(v)	. Calentador de agua para baño	2 500	W	2 500	1,00	2 500	2 500

(7) **CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**

	050-200(1)(a)(vi)	. Secadora de ropa.	2 000	W	2 000	1,00	2 000	2 000
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Electrobomba de agua	747	W				
		. Hidromasaje	747	W				
		. Puerta levadiza	373	W				
			1 867	W	1 867	1,00	1 867	1 867
	TOTAL				**13 867**			**13 867**

(8) La carga de la unidad de vivienda es 13 867 W lo que equivale a 36,43 A con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

(9) Los conductores de la acometida y del alimentador deberán soportar 40 A .

(10) El dispositivo de protección contra sobrecorrientes deberá ser de 40 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 5.1:

Unidad de Vivienda de un piso - Con Cocina Eléctrica

Una vivienda de un piso sin sótano, que tiene un área techada de 90 m² .

100% del área del 1er piso 90 m²

Pasos:

(1) **ÁREA:**

050-110 Área techada a considerar 90 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional						
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción)						
					2 500	1,00	2 500	2 500
	CARGAS DE CALEFACCIÓN:							
(4)	050-200(1)(a)(iii)	No aplica.						
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						
	CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:							
(5)	050-200(1)(a)(iv)	. Cocina eléctrica	6 000	W	6 000		6 000	6 000
	CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:							
(6)	050-200(1)(a)(v)	. Calentador de agua para baño	1 500	W	1 500	1,00	1 500	1 500
(7)	**CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**							
	050-200(1)(a)(vi)	No aplica.						
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Electrobomba de agua	747	W				
		. Puerta levadiza	373	W				
			1 120	W	1 120	1,00	1 120	1 120
	TOTAL				**11 120**			**11 120**

(8) La carga de la unidad de vivienda es 11 120 W lo que equivale a 29,22 A con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

(9) Los conductores de la acometida y del alimentador deberán soportar 30 A .

(10) El dispositivo de protección contra sobrecorrientes deberá ser de 30 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 5.2:

Unidad de Vivienda de un piso - Sin Cocina Eléctrica

Una vivienda de un piso sin sótano, que tiene un área techada de 90 m² .

100% del área del 1er piso 90 m²

Pasos:

(1) **ÁREA:**

050-110 Área techada a considerar 90 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional						
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción)						
					2 500	1,00	2 500	2 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(4)	050-200(1)(a)(iii)	No aplica.						
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(5)	050-200(1)(a)(iv)	No aplica.						

CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:

(6)	050-200(1)(a)(v)	. Calentador de agua para baño	1 500	W	1 500	1,00	1 500	1 500

(7) **CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**

	050-200(1)(a)(vi)	No aplica.						
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Electrobomba de agua	747	W				
		. Puerta levadiza	373	W				
			1 120	W	1 120	1,00	1 120	1 120
	TOTAL				**5 120**			**5 120**

(8) El cálculo de la carga de la vivienda es 5 120 W lo que equivale a 23,27 A con suministro monobásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

(9) De acuerdo a la **Regla 050-200-(1) (b)** la mínima capacidad de los conductores de la acometida y del alimentador deberá ser de 40 A .

(10) El dispositivo de protección contra sobrecorrientes deberá ser de 25 A (de acuerdo a la máxima demanda).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 050-200(2) y (3). Cuando una misma acometida o alimentador suministra energía a dos o más unidades de vivienda de un condominio, los factores de demanda pueden ser aplicados a la acometida o al alimentador según la diversidad operacional de las unidades de vivienda.

Propósito de la Regla 050-200(2) y (3). En el caso de condominio, se deberán aplicar los mismos principios que se aplican a los departamentos en edificios, en lo que respecta a las Reglas 050-202(3)(a) (i) hasta (v).

La Regla 050-104 y la Subregla (3) de la Regla 050-200, sugieren que las cargas de las Subreglas (1) y (2) no se consideren continuas; por lo tanto no se necesita aplicar ninguna reducción de la capacidad de la corriente nominal.

Los pasos para calcular la capacidad mínima de los conductores de acometida o del alimentador de dos o más unidades de vivienda de un condominio son los siguientes:

(1) de 050-200(1) - Calcular la carga total para cada unidad de vivienda del condominio en watts;

(2) de 050-200(2) y 050-202(3)(a) - Excluir cualquier carga de calefacción ambiental y aire acondicionado en las unidades de vivienda, calcular la carga total de todas las unidades de vivienda del condominio, basándose en los siguientes factores de demanda:

a) 100% de la carga de la unidad de vivienda más grande; más
b) 65% de las cargas de las 2 siguientes unidades de vivienda más grandes; más
c) 40% de las cargas de las 2 siguientes unidades de vivienda más grandes; más
d) 30% de las cargas de las 15 siguientes unidades de vivienda más grandes; más
e) 25% de las cargas de las unidades de vivienda restantes;

(3) de 050-202(3)(b) - Calcular la carga total de calefacción ambiental eléctrica de todas las unidades de vivienda utilizando los factores de demanda de 270-116(2)(a) y (b) – los primeros 10 kW al 100%, el resto al 75%;

(4) de 050-202(3)(c) - Calcular la carga total del aire acondicionado de todas las unidades de vivienda, utilizando el factor de demanda al 100%

Nota: *De acuerdo con la Regla 050-106(4), solamente la que resulte mayor de la aplicación de los Pasos (3) o (4) puede ser usada.*

(5) de 050-202(3)(d) - Calcular cualquier carga adicional no ubicadas en las unidades de vivienda, considerando un factor de demanda de 75%.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(6) Calcular la carga total sumando los Pasos (2), (3), (4) y (5);

Nota: *Las cargas son no continuas según la Regla 050-202(2); y no es necesario aplicar un factor de reducción.*

(7) Dimensionar el equipo, los dispositivos de sobrecorriente y los conductores.

Nota: *Si existen dos o más equipos de operación alternada o cíclica se debe aplicar la Regla 050-106 (5).*

Ejemplo:

Ocho Unidades de Vivienda en un Condominio - Sin Calefacción Eléctrica

. El condominio tiene 3 kW en iluminación de vías y jardines.
. Cada unidad de vivienda tiene: 4 000 W para secadora de ropa, 4 000 W para aire acondicionado, 11 kW para cocina eléctrica y 2,5 kW para calentador de agua.
. Electrobomba de agua 747 W y puerta levadiza 373 W.

. Área techada de cada vivienda	330 m²
100% del área del 1er piso	120 m²
100% del área del 2^{o} piso	130 m²
75% del sótano (de 80 m^2)	60
Área techada total	310 m²

Cálculo de la carga de cada unidad de vivienda

(1) **ÁREA:**

050-110 Área techada a considerar 330 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(2)	050-200(1)(a)(i)	. Carga Básica	90	m^2	2 500			
(3)	050-200(1)(a)(ii)	. Carga adicional 180 m^2	2 x 90	m^2	2 000			
	050-200(1)(a)(ii)	. Carga (fracción) 40 m^2	1 x 90	m^2	1 000			
					5 500	1,00	5 500	5 500
	CARGAS DE CALEFACCIÓN:							
(4)	050-200(1)(a)(iii)	. Aire acondicionado	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						
	CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:							
(5)	050-200(1)(a)(iv)	. Cocina eléctrica	11 000	W	11 000		6 000	6 000
	CARGAS DE CALENTADORES DE AGUA:							
(6)	050-200(1)(a)(v)	. Calentador de agua para baño	2 000	W	2 000	1,00	2 000	2 000
(7)	**CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**							
	050-200(1)(a)(vi)	. Secadora de ropa.	4 000	W	4 000	0,25	4 000	1 000
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Electrobomba de agua	747	W				
		. Puerta levadiza	373	W				
			1 120	W	1 120	1,00	1 120	1 120
	TOTAL				**27 620**			**19 620**

(8) El cálculo de la carga de la vivienda es 19 620 W lo que equivale a 51,55 A con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cálculo de la carga total de las ocho unidades de vivienda:

Usando los pasos de la Regla 050-200(2) y (3) se calcula la capacidad mínima de los conductores de acometida que suministran energía al condominio de las ocho (8) unidades de vivienda.

Pasos:

(1)	050-200(1)	La carga de cada unidad de vivienda es 19 620 W		
(2)	050-200(2) y 050-202(3)	La carga de cada unidad de vivienda menos el aire acondicionado: 19 620 W - 4 000 W	15 620 W	
	050-202(3)(a) i	La unidad de vivienda con mayor carga	100%	**15 620 W**
	050-202(3)(a) ii	Las 02 unidades de vivienda siguientes	65%	**20 306 W**
	050-202(3)(a) iii	Las 02 unidades de vivienda siguientes	40%	**12 496 W**
	050-202(3)(a) iv	Las 03 unidades de vivienda siguientes	30%	**14 058 W**
	050-202(3)(a) v	El resto de vivienda siguientes	25%	
			Total :	**62 480 W**
(3)	05-202(3)(b)	No aplica.		
(4)	050-202(3)(c)	Cálculo del total del aire acondicionado de las 8 viviendas 8 x 4 000 W		**32 000 W**
(5)	050-202(3)(d)	Total de cargas fuera de la unidad de vivienda: Iluminación de vías y jardines. con F.D. 75 % 3 000 W x 75%		**2 250 W**
(6)		Cálculo de la carga total: Sumar los pasos (2), (3), (4) y (5)		**96 730 W**

Nota.- Toda las cargas son no continuas, de acuerdo a la Regla 050-200(3).

(7) Los conductores de la acometida o alimentador principal deberán soportar una corriente de 254,15 A con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1 .

Sustento de la Regla 050-200(4). Es necesario un criterio para determinar la capacidad mínima de los conductores, en amperes, correspondiente a la parte de la acometida o alimentadores instalados en el interior de viviendas únicas con cargas relativamente bajas, cuando no se dispone información específica sobre las mismas. (Referencia: Subregla 050-110(2))

Propósito de la Subregla 050-200(4). Para viviendas unifamiliares los conductores de la acometida y del alimentador hasta el tablero general, deberán tener una capacidad de conducción mínima como la indicada en la Subregla 050-106(9).

Sustento de la Regla 050-202(1), (2) y (3). A pesar de que las unidades individuales de vivienda se pueden tratar como viviendas unifamiliares, la diversidad operacional de un grupo de unidades de viviendas alimentándose de un solo alimentador o acometida, permite la aplicación de los factores de demanda.

Propósito de la Subregla 050-202(1), (2) y (3). Se indican los factores aplicables de demanda permitidos al calcular la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador, que alimenta unidades de vivienda en un edificio de departamentos. Los principios básicos para una vivienda unifamiliar son aplicados según la Subregla (1)(a), con la única excepción del paso añadido al calcular la carga básica para reconocer un departamento pequeño de un solo dormitorio.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

En la Subregla (3) se especifican los factores aplicables de demanda permitidos al calcular la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador, desde la acometida principal en un departamento y edificaciones similares. Para poder utilizar esta Subregla para calcular la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador debe haber un mínimo de dos cargas de unidades de vivienda conectadas a los conductores de la acometida o del alimentador. Cuando se usa esta Subregla para calcular la capacidad mínima de un alimentador que tiene un mínimo de cargas de dos unidades de vivienda desde la acometida principal, otras reglas se pueden aplicar (ejemplo, 160-110 para cargas de motores). Se debe de utilizar la Subregla (4) cuando la acometida o los conductores del alimentador suministran sólo las cargas fuera de las unidades de vivienda (ejemplo, cargas de pasadizos y luz externa, cargar de cuartos de lavandería, cargas de ascensores).

Los pasos a seguir para calcular la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador principal de un Edificio de Departamentos son los siguientes:

(1)	de 050-202(1) -	Calcular la carga de cada unidad de vivienda o departamento de diferente tamaño o tipo;
(a)	de 050-110(3) -	Determinar el área habitable de cada tipo diferente de vivienda unidad de vivienda o departamento en m^2 basándose en las dimensiones internas de cada unidad de vivienda o departamento;
(b)	de 050-202(1)(a)(i) -	1 500 W para los primeros 45 m^2 de área habitable de la unidad de vivienda o departamento; más
(c)	de 050-202(1)(a)(ii) -	1 000 W para los siguientes 45 m^2 de área habitable de la unidad de vivienda o departamento; más
(d)	de 050-202(1)(a)(iii) -	1 000 W por cada 90 m^2 o porción de área restante; más

Nota: La carga básica (i) y las cargas adicionales (ii) y (iii) consideran las cargas correspondientes al alumbrado y tomacorrientes del departamento.

(e)	de 050-202(1)(a)(iv) -	**A.** calcular la carga de la calefacción ambiental eléctrica utilizando los factores de demanda según la Regla 270-116(2)(a) y (b) – los primeros 10 kW al 100%, y el resto al 75%. **B.** calcular la carga del aire acondicionado con factor de demanda al 100%;

Nota: *Usar el mayor de A o B según la Regla 050-106(4); más*

Nota: Las cargas de calefacción, entre otras similares corresponden a:
- Calefacción de superficie, pisos, zócalos.
- Calefacción de tuberías.
- Calefacción para fusión de hielo.
- Sauna.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Nota: Las cargas de calentadores de agua, entre otros similares corresponden a:
- Calentador de agua para baño (therma).
- Ducha eléctrica.
- Calentador de hidromasaje.
- Calentador de piscina.

(f) de 050-202(1)(a)(v) - Calcular la carga requerida para una cocina eléctrica. Utilizar la potencia nominal de 6000 W para la cocina eléctrica, más 40% de la potencia nominal de la cocina eléctrica sobre 12 kW; más

(g) de 050-202(1)(a)(vi) - Calcular para las cargas restantes mayores a 1 500 W con un factor de demanda de 25%, si se ha previsto una cocina eléctrica.

Si no se ha previsto cocina eléctrica debe considerarse la suma de las cargas que exceden los 1 500 W hasta un total de 6 000 W al 100%, y el exceso de los 6 000 W al 25%.

Nota 1: Las cargas adicionales superiores a 1 500 W, entre otros similares corresponden a:
- Secadora de ropa.
- Iluminación exterior especial.
- Iluminación de jardines.
- Iluminación de fachada.
- Iluminación de piscinas.
- Calentador de agua para baño (therma) > 1 500 W .
- Ducha eléctrica.
- Calentador de hidromasaje.
- Calentador de piscina.

Nota 2: Las cargas adicionales menores o iguales a 1 500 W, deben ser consideradas con factor de demanda de 100%. Estas cargas entre otros similares corresponden a:
- Calentador de agua para baño (therma) ≤ 1 500 W .
- Electrobomba de agua.
- Electrobomba de desagüe.
- Electrobomba de piscina.
- Puerta levadiza.
- Hidromasaje.
- Triturador de desperdicios.

(Se caracterizan por ser instalaciones que tienen circuitos derivados exclusivos).

(h) de 050-202(1)(b) - Usar la mayor de las cargas calculadas en 050-202 (1) (a) o (b) 25 A .

Nota: *Las cargas son no continuas según la Regla 050-202(2); y no es necesario aplicar un factor de reducción.*

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(2) de 050-202(3)(a) - Excluir cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica y de aire acondicionado en las unidades de vivienda o departamentos; calcular el total de la carga de todas las unidades de vivienda o departamentos basándose en los siguientes factores de demanda:

(a) 100% de la carga de la unidad de vivienda más grande; más
(b) 65% de las cargas de las dos siguientes unidades de vivienda más grandes; más
(c) 40% de las cargas de las dos siguientes unidades de vivienda más grandes; más
(d) 30% de las cargas de las 15 siguientes unidades de vivienda más grandes; más
(e) 25% de las cargas de las restantes unidades de vivienda.

(3) de 050-202(3)(b)- Calcular la carga total de la calefacción ambiental eléctrica de todas las unidades de vivienda utilizando los factores de demanda de la Regla 270-116(2)(a) y (b) – los primeros 10 kW al 100%, y el resto al 75%;

(4) de 050-202(3)(c) - Calcular la carga total del aire acondicionado de todas las unidades de viviendas utilizando el factor de demanda de 100%;

Nota 1: *Según la Regla 050-106(4), sólo la mayor de los Pasos (3) y (4) se debe usar.*

Nota 2: *Las cargas en los Pasos (2), (3), y (4) son no continuas según la Regla 050-202(2); no es necesario aplicar el factor de reducción de la capacidad de la corriente.*

(5) de 050-202(3)(d) – Calcular cualquier carga adicional no instalada dentro de las unidades de vivienda o departamentos con un factor de demanda de 75%

(6) Determinar, de las cargas en el Paso (5), que cargas son continuas y cuales son no continuas según 050-104(3);

(7) Aplicar el factor de reducción de la capacidad de la corriente según la Regla 050-104(4) o (5) dependiendo de la corriente nominal del equipo usado y de las Tablas usadas para determinar la capacidad de los conductores:

(8) Calcular la carga total sumando las cargas calculadas de los Pasos (2), (3), (4) y (7).

(9) Dimensionar el equipo, los dispositivos de protección contra para sobrecorriente y los conductores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 1.1:

Cálculo de cargas de un Departamento Típico de 45 m² - Con Cocina Eléctrica

Departamento típico con 45 m² de área techada.

Cálculo de la carga del Departamento

Pasos:

(1) **ÁREA:**

(a) 050-110(3) Área techada a considerar 45 m²

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(b)	050-202(1)(a)(i)	. Carga Básica	45	m²	1 500			
(c)	050-202(1)(a)(ii)	. Carga adicional						
(d)	050-202(1)(a)(iii)	. Carga adicional						
	050-202(1)(a)(iii)	. Carga (fracción)						
					1 500	1,00	1 500	1 500
	CARGAS DE CALEFACCIÓN:							
(e)	050-202(1)(a)(iv)	No aplica.						
	CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:							
(f)	050-202(1)(a)(v)	. Cocina Eléctrica	6 000	W	6 000		6 000	6 000
(g)	**CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**							
	050-200(1)(a)(vi)	No aplica.						
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Calentador de agua para baño	1 500	W	1 500	1,00	1 500	1 500
	TOTAL				**9 000**			**9 000**

(h)	050-202(1)(b)	La corriente calculada con suministro eléctrico trifásico de 220 V y con factor de potencia 1, es de 23,6 A, por lo tanto la corriente mínima deberá ser de 25 A . Los conductores de la acometida o del alimentador deberán soportar una corriente de 25 A, con suministro trifásico de 220 V .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 1.2:

Cálculo de cargas de un Departamento Típico de 45 m² - Con Cocina Eléctrica

Departamento típico con 45 m² de área techada.

Cálculo de la carga del Departamento

Pasos:

(1) **ÁREA:**

(a) 050-110(3) Área techada a considerar 45 m²

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(b)	050-202(1)(a)(i)	. Carga Básica	45	m²	1 500			
(c)	050-202(1)(a)(ii)	. Carga adicional						
(d)	050-202(1)(a)(iii)	. Carga adicional						
	050-202(1)(a)(iii)	. Carga (fracción)						
					1 500	1,00	1 500	1 500
	CARGAS DE CALEFACCIÓN:							
(e)	050-202(1)(a)(iv)	No aplica.						
	CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:							
(f)	050-202(1)(a)(v)	No aplica.						
(g)	**CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**							
	050-200(1)(a)(vi)	No aplica.						
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Calentador de agua para baño	1 500	W	1 500	1,00	1 500	1 500
	TOTAL				**3 000**			**3 000**

(h)	050-202(1)(b)	La corriente calculada con suministro eléctrico monofásico de 220 V y con factor de potencia 1, es de 13,6 A, por lo tanto la corriente mínima deberá ser de 25 A . Los conductores de la acometida o del alimentador deberán soportar una corriente de 25 A, con suministro monofásico de 220 V .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 2.1:

Cálculo de cargas de un Departamento Típico de 90 m² - Con Cocina Eléctrica

Departamento típico con 90 m² de área techada.

Cálculo de la carga del Departamento

Pasos:

(1) **ÁREA:**

(a) 050-110(3) Área techada a considerar 90 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(b)	050-202(1)(a)(i)	. Carga Básica	45	m^2	1 500			
(c)	050-202(1)(a)(ii)	. Carga adicional 45 m^2	45	m^2	1 000			
(d)	050-202(1)(a)(iii)	. Carga adicional						
	050-202(1)(a)(iii)	. Carga (fracción)						
					2 500	1,00	2 500	2 500
	CARGAS DE CALEFACCIÓN:							
(e)	050-202(1)(a)(iv)	No aplica.						
	CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:							
(f)	050-202(1)(a)(v)	. Cocina Eléctrica	8 000	W	8 000		8 000	6 000
(g)	**CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**							
	050-200(1)(a)(vi)	. Secadora	3 000	W	3 000	0,25	3 000	750
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Hidromasaje.	747	W	747	1,00	747	747
		. Calentador de agua para baño	1 500	W	1 500	1,00	1 500	1 500
		TOTAL			**15 747**			**11 497**

(h)	050-202(1)(b)	La capacidad de los conductores de la acometida o del alimentador deberá ser de 30,2 A, con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 2.2:

Cálculo de cargas de un Departamento Típico de 90 m² - Sin Cocina Eléctrica

Departamento típico con 90 m² de área techada.

Cálculo de la carga del Departamento

Pasos:

(1) **ÁREA:**

(a) 050-110(3) Área techada a considerar 90 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(b)	050-202(1)(a)(i)	. Carga Básica	45	m^2	1 500			
(c)	050-202(1)(a)(ii)	. Carga adicional 45 m^2	45	m^2	1 000			
(d)	050-202(1)(a)(iii)	. Carga adicional						
	050-202(1)(a)(iii)	. Carga (fracción)						
					2 500	1,00	2 500	2 500
	CARGAS DE CALEFACCIÓN:							
(e)	050-202(1)(a)(iv)	No aplica.						
	CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:							
(f)	050-202(1)(a)(v)	No aplica.						
(g)	**CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**							
	050-200(1)(a)(vi)	. Secadora	3 000	W	3 000	0,25	3 000	750
	CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:							
	050-200(1)(a)(vi)	. Hidromasaje.	747	W	747	1,00	747	747
		. Calentador de agua para baño	1 500	W	1 500	1,00	1 500	1 500
		TOTAL			**7 747**			**5 497**

(h)	050-202(1)(b)	La corriente calculada con suministro eléctrico monofásico de 220 V y con factor de potencia 1, es de 24,99 A, por lo tanto la corriente mínima deberá ser de 25 A . Los conductores de la acometida o del alimentador deberán soportar una corriente de 25 A, con suministro monofásico de 220 V .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 3.1:

Cálculo de cargas de un Edificio de 8 Departamentos Típicos de 180 m² - Con Cocina Eléctrica

Departamento típico con 180 m² de área techada.
El edificio cuenta con un semisótano de 650 m² para estacionamientos y tiene las siguientes cargas:

. Alumbrado exterior 10 puntos de 100 W cada uno.
. 02 Ascensores de 5 500 W cada uno.
. 02 Electrobombas de agua de 1 190 W cada uno (con operación alternada).
. 02 Electrobombas de desagüe de 750 W cada uno (con operación alternada).
. Extractor de CO de 1 500 W .
. 02 Puertas levadizas de 375 W cada una.
. Central intercomunicador, 1 punto de 500 W .
. Central de Alarmas, 1 punto de 800 W .

Cálculo de la carga de cada unidad de vivienda

Pasos:

(1) **ÁREA:**

(a) 050-110(3) Área techada a considerar 180 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(b)	050-202(1)(a)(i)	. Carga Básica	45	m^2	1 500			
(c)	050-202(1)(a)(ii)	. Carga adicional 45 m^2	45	m^2	1 000			
(d)	050-202(1)(a)(iii)	. Carga adicional 90 m^2	1 x 90	m^2	1 000			
	050-202(1)(a)(iii)	. Carga (fracción)						
					3 500	1,00	3 500	3 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(e)	050-202(1)(a)(iv)	. Aire Acondicionado	2 000	W	2 000	1,00	2 000	2 000
		. Sauna	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(f)	050-202(1)(a)(v)	. Cocina Eléctrica	8 000	W	8 000		8 000	6 000

(g) **CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:**

	050-200(1)(a)(vi)	. Calentador de agua para baño	2 000	W				
		. Secadora	3 000	W				
			5 000	W	5 000	0,25	5 000	1 250

CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:

	050-200(1)(a)(vi)	. Hidromasaje	747	W	747	1,00	747	747

TOTAL			**23 247**		**17 497**

(h)	050-202(1)(b)	La capacidad de los conductores de la acometida o del alimentador deberá ser de 45,97 A, con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1 .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cálculo de la carga total del Edificio de Departamentos:

Usando los pasos de la Regla 050-200(2) y (3) se calcula la capacidad mínima de los conductores de acometida que suministran energía al condominio de las ocho (8) unidades de vivienda.

Pasos:

(1)	050-202(1)(b)	La carga de cada departamento es de:	17 497 W	
(2)	050-202(3)(a)	La carga de cada unidad de vivienda menos el aire acondicionado y el sauna es:	11 497 W	
	050-202(3)(a) i	La unidad de vivienda con mayor carga	100%	**11 497 W**
	050-202(3)(a) ii	Las 02 unidades de vivienda siguientes	65%	**14 946 W**
	050-202(3)(a) iii	Las 02 unidades de vivienda siguientes	40%	**9 198 W**
	050-202(3)(a) iv	Las 03 unidades de vivienda siguientes	30%	**10 347 W**
	050-202(3)(a) v	El resto de vivienda siguientes	25%	
			Total :	**45 988 W**
(3)	05-202(3)(b)	Sauna de 8 departamentos: 8 x 4 000 W		**32 000 W**
(4)	050-202(3)(c)	Aire acondicionado 8 departamentos: 8 x 2 000 W		**16 000 W**
(5)	050-202(3)(d)	Total de cargas fuera de los departamentos, con un factor de demanda de 75%		
		. Semisótano: 650 m² x 10 x W/m² x 75%		6 500 **W**
		. Alumbrado exterior 10 puntos x 100 W x 75%		750 **W**
		. Ascensor 01: 5 500 W x 75%		4125 **W**
		. Ascensor 02: 5 500 W x 75%		4125 **W**
		. Electrobomba de agua 1: 1 190 W x 75%		892,5 **W**
		. Electrobomba de agua 2: No aplica.		
		. Electrobomba de desagüe 1: 750 W x 75%		562,5 **W**
		. Electrobomba de desagüe 2: No aplica.		
		. Extractor de CO: 1 500 W x 75%		1125 **W**
		. 02 Puertas levadizas: 2 x 375 W x 75%		562,5 **W**
		. Central intercomunicador: 500 W x 75%		375 **W**
		. Central de Alarmas: 800 W x 75%		600 **W**
			Total :	**19 618 W**
(6)	Toda las cargas fuera de los departamentos son continuas.			
(7)	Considerando un dispositivo de protección con operación continua al 100% y tomando un conductor de la Tabla 2 (100%)			**19 618 W**
(8)	La carga total del alimentador principal o acometida del Edificio			
		Paso (2)		**45 988 W**
		Paso (3)		**32 000 W**
		Paso (4)		**16 000 W**
		Paso (7)		**19 618 W**
		Carga total del Edificio de 8 Departamentos:		**113 606 W**

(7) Los conductores de la acometida o del alimentador principal, seleccionados tomando en cuenta la Tabla 2 deberán soportar una corriente de 298,5 A, con suministro eléctrico trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 3.2:

Cálculo de cargas de un Edificio de 8 Departamentos Típicos de 180 m² - Sin Cocina Eléctrica

Departamento típico con 180 m² de área techada.

El edificio cuenta con un semisótano de 650 m² para estacionamientos y tiene las siguientes cargas:

. Alumbrado exterior 10 puntos de 100 W cada uno.
. 02 Ascensores de 5 500 W cada uno.
. 02 Electrobombas de agua de 1 190 W cada uno (con operación alternada).
. 02 Electrobombas de desagüe de 750 W cada uno (con operación alternada).
. Extractor de CO de 1 500 W .
. 02 Puertas levadizas de 375 W cada una.
. Central intercomunicador, 1 punto de 500 W .
. Central de alarmas, 1 punto de 800 W .

Cálculo de la carga de cada unidad de vivienda

Pasos:

(1) **ÁREA:**

(a) 050-110(3) Área techada a considerar 180 m^2

CARGAS DE ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES:

	Regla	Descripción			Pot. Inst. (W)	F.D.	De	D.M. (W)
(b)	050-202(1)(a)(i)	. Carga Básica	45	m^2	1 500			
(c)	050-202(1)(a)(ii)	. Carga adicional 45 m^2	45	m^2	1 000			
(d)	050-202(1)(a)(iii)	. Carga adicional 90 m^2	1 x 90	m^2	1 000			
	050-202(1)(a)(iii)	. Carga (fracción)						
					3 500	1,00	3 500	3 500

CARGAS DE CALEFACCIÓN:

(e)	050-202(1)(a)(iv)	. Aire Acondicionado	2 000	W	2 000	1,00	2 000	2 000
		. Sauna	4 000	W	4 000	1,00	4 000	4 000
	270-500 270-116-2	**A.** Calefacción con control automático: Primeros 10 kW - F.D. 100%, y el saldo F.D. 75% **B.** Aire acondicionado F.D. 100% **Nota:** Usar el mayor de A o B - Regla 050-106(4).						

CARGAS DE COCINA ELÉCTRICA:

(f)	050-202(1)(a)(v)	No aplica.						

(g) CUALQUIER CARGA ADICIONAL > 1 500 W:

	050-200(1)(a)(vi)	. Calentador de agua para baño	2 000	W				
		. Secadora	3 000	W				
			5 000	W	5 000	1,00	5 000	5 000

CUALQUIER CARGA ADICIONAL ≤ 1 500 W:

	050-200(1)(a)(vi)	. Hidromasaje	747	W	747	1,00	747	747

		TOTAL			**15 247**			**15 247**

(h)	050-202(1)(b)	La capacidad de los conductores de la acometida o del alimentador, deberá ser de 40,06 A, con suministro trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cálculo de la carga total del Edificio de Departamentos:

Usando los pasos de la Regla 050-200(2) y (3) se calcula la capacidad mínima de los conductores de acometida que suministran energía al condominio de las ocho (8) unidades de vivienda.

Pasos:

(1)	050-202(1)(b)	La carga de cada departamento es de:	15 247 W	
(2)	050-202(3)(a)	La carga de cada unidad de vivienda menos el aire acondicionado y el sauna es:	9 247 W	
	050-202(3)(a) i	La unidad de vivienda con mayor carga	100%	9 247 W
	050-202(3)(a) ii	Las 02 unidades de vivienda siguientes	65%	12 021 W
	050-202(3)(a) iii	Las 02 unidades de vivienda siguientes	40%	7 398 W
	050-202(3)(a) iv	Las 03 unidades de vivienda siguientes	30%	8 322 W
	050-202(3)(a) v	El resto de vivienda siguientes	25%	
			Total :	36 988 W
(3)	05-202(3)(b)	Sauna de 8 departamentos: 8 x 4 000 W		32 000 W
(4)	050-202(3)(c)	Aire acondicionado 8 departamentos: 8 x 2 000 W		16 000 W
(5)	050-202(3)(d)	Total de cargas fuera de los departamentos, con un factor de demanda de 75%		
		. Semisótano: 650 m² x 10 x W/m² x 75%		6 500 W
		. Alumbrado exterior 10 puntos x 100 W x 75%		750 W
		. Ascensor 01: 5 500 W x 75%		4125 W
		. Ascensor 02: 5 500 W x 75%		4125 W
		. Electrobomba de agua 1: 1 190 W x 75%		892,5 W
		. Electrobomba de agua 2: No aplica.		
		. Electrobomba de desagüe 1: 750 W x 75%		562,5 W
		. Electrobomba de desagüe 2: No aplica.		
		. Extractor de CO: 1 500 W x 75%		1125 W
		. 02 Puertas levadizas: 2 x 375 W x 75%		562,5 W
		. Central intercomunicador: 500 W x 75%		375 W
		. Central de Alarmas: 800 W x 75%		600 W
			Total :	**19 618 W**
(6)	Toda las cargas fuera de los departamentos son continuas.			
(7)	Considerando un dispositivo de protección con operación continua de 100% y tomando un conductor de la Tabla 2 (100%)			19 618 W
(8)	La carga total del alimentador principal o acometida del Edificio			
		Paso (2)		36 988 W
		Paso (3)		32 000 W
		Paso (4)		16 000 W
		Paso (7)		19 618 W
		Carga total del Edificio de 8 Departamentos:		**104 606 W**

(7) Los conductores de la acometida o alimentador principal, seleccionados tomando en cuenta la Tabla 2 deberán soportar una corriente de 274,8 A, con suministro eléctrico trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 3.3:

Cálculo de la Carga de Servicios Generales:

Regla	Descripción						Pot. Inst. (W)	F.D.	De	Dem. Máx. (W)
050-202 (3) (d) Tabla 14	. Garajes - Semisótano, áreas comunes (alumbrado, tomacorrientes y alumbrado de emergencia).	650 m^2	x	10	W / m^2		6 500	1,00	6 500	6 500
050-202 (3) (d)	. Alumbrado exterior	10 puntos	x	100	W / pto.		1 000	1,00	1 000	1 000
050-202 (3) (d)	. Ascensor Nº 1: 1 punto x 5 500 W x 1,25 (*)						6 875	1,00	6 875	6 875
160-106(1)	(*) De acuerdo a 160-106(1) 25% adicional.									
050-202 (3) (d)	. Ascensor Nº 2: 1 punto x 5 500 W x 1,0						6 875	1,00	6 875	6 875
	. Electrobomba para agua 1	1 punto	x	1 190	W / pto.		1 190	1,00	1 190	1 190
	. Electrobomba para agua 2	1 punto	x	1 190	W / pto.		1 190	No aplica		
	. Electrobomba para desagüe 1	1 punto	x	750	W / pto.		750	1,00	750	750
	. Electrobomba para desagüe 2	1 punto	x	750	W / pto.		750	No aplica		
	. Extractores de CO	1 punto	x	1 500	W / pto.		1 500	1,00	1 500	1 500
	. Puertas levadizas	2 puntos	x	375	W / pto.		750	1,00	750	750
	. Central intercomunicador	1 punto	x	500	W / pto.		500	1,00	500	500
	. Central de alarmas	1 punto	x	800	W / pto.		800	1,00	800	800
				Total:			**28 680**			**26 740**

Los conductores de la acometida o alimentador de los Servicios Generales deberán soportar una corriente de 70,26 A, con suministro eléctrico trifásico de 220 V y considerando un factor de potencia 1.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 4.1:

Usando los pasos previos:

Una edificación tiene 12 departamentos con calefacción eléctrica, 4 del tipo A, 4 del tipo B y 4 del tipo C. Usando el equipo de conexión con operación no continua, y usando conductores RHW-90 de la Tabla 2; se calculan los siguientes alimentadores tal como son los requerimientos de los departamentos individuales. La acometida principal es de 220 V, trifásico, 3 hilos.

	DEPARTAMENTOS		
Descripción/Cargas	**Tipo A**	**Tipo B**	**Tipo C**
Cantidad de departamentos	4	4	4
Área en m^2	80	90	100
Cocina en kW	12	14	14
Calentador de agua en kW	3	3	3
Secadora de ropa en kW	4	4	4
Calefacción eléctrica en kW	4	5	6

La edificación requiere un tablero para alimentar las siguientes cargas:

- 15 kW de 220 V, monofásico para cada calentador eléctrico con un termostato propio en el área común;
- 6 kW de 220 V para iluminación general (incandescente);
- Tres de 6 kW, 220 V, monofásico para secadores;
- 4,5 kW para las máquinas lavadoras;
- 8,5 kW para iluminación con fluorescente de los garajes;
- Cuatro de 5 kW , 220 V, monofásico para tanques de agua caliente;
- 20 puestos de tomacorrientes libres para calentador de automóviles;
- Un motor parar elevador de 20 A, 380/220 V, trifásico.

Pasos:

(1) Cálculo de la carga de cada tipo de departamento:

			Tipo A	**Tipo B**	**Tipo C**
(a)		No se aplica (N/A)	--	--	--
(b)	(1)(a)(i)	- Primeros 45 m^2 de área	1 500	1 500	1 500
(c)	(1)(a)(ii)	- Siguientes 45 m2 de área	1 000	1 000	1 000
(d)	(1)(a)(iii)	- Siguientes 95 m2 o fracción	--	--	1 000
(e)	(1)(a)(iv)	- Cargas de espacios con calefacción eléctrica de acuerdo al Regla 207-116(2) (a) y (b)			
		- Primeros 10 kW al 100%	4 000	5 000	6 000
		saldo al 75%	--	--	--
(f)		- Carga de cocinas, primeros 12 kW	6 000	6 000	6 000
		saldo al 40% (C: 40%*2 kW)		800	800
(g)		Otras cargas sobre los 1 500 W al 25% del factor de demanda			
		- Secadores de ropa 4 kW x 25%	1 000	1 000	1 000
		- Calentadores de agua 3 kW x 25%	750	750	750
		Total en W :	**14 250**	**16 050**	**18 050**
(h)		Dimensionamiento de alimentadores Corriente con 220 V, trifásico	37,4	42,2	47,4

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(2) Las cargas de las unidades de vivienda, menos la carga de calefacción ambiental eléctrica (050-202-3(a))

	Total de la carga menos la calefacción ambiental en W:	10 250,0	11 050,0	12 050,0
(a)	La unidad de vivienda con mayor carga	12 050x100%	12 050	W
(b)	Las dos siguientes	2x12 050x65%	15 665	W
(c)	Las dos siguientes	(12 050+11 050)x40%	9 240	W
(d)	Las siete últimas	(3x11 050+ 4x10 250)x30%	22 245	W
		Total	59 200	W

(3) Cálculo de la carga total de calefacción ambiental eléctrica, Regla 50-202 (3) (d)

Tipo A	4 x 4 000 =	16 000	W
Tipo B	4 x 5 000 =	20 000	W
Tipo C	4 x 6 000 =	24 000	W
Total		60 000	W

Usando los factores de demanda de la Regla 270-116(2)(a) y (b)

Primeros 10 kW al 100%		10 000	W
El resto (60 000 - 10 000) al 75%		37 500	W
	Total	47 500	W

(4) La Regla 050-202(3)(d) no se aplica.

(5) Cálculo de las cargas fuera de los departamentos, al 75% del factor de demanda:

Calefacción eléctrica de áreas comunes 15 000x75%		11 250	W
Iluminación general 6 000x75%		4 500	W
Secadores (3 x 6 000) =18 000x75%		13 500	W
Máquinas lavadoras 4 500 x 75%		3 375	W
Iluminación de garajes 8 500 x 75%		6 375	W
Tanques de agua caliente (4x5 000)x 75%		15 000	W
Tomacorrientes / automóviles 20x1 200x 75%		18 000	W
Motor del elevador 18,91 x 220 x1,73 x 75%		5 398	W
	Total	**77 398**	**W**

Nota.- Todas las cargas exteriores a los departamentos son asumidas como cargas continuas.

(6) Total de cargas continuas del paso (5); 77 398 W

(7) El dimensionamiento de los equipos de conexión no marcados y usando el conductor RHW-90 de la Tabla 2, Regla 050-104(5) se requiere:

(77 398 x 125%) = 96 748 W

(8) Carga total

Paso (2)	59 200	W	
Paso (3)	47 500	W	
Paso (7)	96 748	W	
Total	203 448	W	

(9) La corriente nominal mínima del equipamiento con suministro trifásico de 220 V y con factor de potencia 1, será :

533,9	A

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 050-202(4). Los factores de demanda aplicables a las cargas, de las acometidas que alimentan unidades de vivienda y cargas ubicadas fuera de las unidades de vivienda, no son aplicables para los alimentadores que sólo alimentan cargas situadas dentro de las unidades de vivienda. Estas cargas no tienen la misma diversidad.

Propósito de la Regla 050-202(4). Los alimentadores que suministran energía a cargas no ubicadas en las unidades de vivienda, después de aplicar cualquier factor de demanda permitido por el Código, no deben ser menores que la corriente nominal de los equipos instalados. En el anterior Ejemplo 4.1 según la Regla 050-202(1), (2) y (3), la carga total fuera de las unidades de vivienda para el dimensionamiento de la acometida de la edificación es 77 398W, mientras que en el siguiente Ejemplo 4.2, usando el mismo ejemplo, la carga total fuera de las unidades de vivienda sólo para el alimentador de las cargas del edificio es 101 246 W .

Los requerimientos de la Regla 050-104(4) y (5) deben ser aplicados a las cargas fuera de las unidades de vivienda, que son continuas según la Regla 050-202(2).

Ejemplo 4.2:

Usando las cargas del Ejemplo 4.1 de la Regla 050-202(1), (2) y (3), se calcula la capacidad mínima de los conductores del alimentador requerido para alimentar las cargas fuera de las unidades de vivienda.

Alimentador del edificio (cargas fuera de los departamentos)

El dimensionamiento del alimentador del edificio usando la Regla 050-202(4):

Calefacción ambiental eléctrica – usar factores de demanda de 270-116(3)(b)	
15 000 x 75%	= 11 250 W
iluminación general	= 6 000 W
secadoras (3 x 6 000)	= 18 000 W
lavadoras	= 4 500 W
iluminación del garaje	= 8 500 W
tanques de agua caliente (4 x 5 000)	= 20 000 W
tomacorriente para autos 20x1 200	= 24 000 W
motor del elevador 10,95 x 380 x 1,73 x 1,25	= 8 996 W
Total	101 246 W

Si es que el equipo no está marcado o no indica en la placa de características, que puede operar continuamente al 100% de su capacidad nominal según 050-104(4) y se utiliza un conductor con aislamiento PVC 70 °C de la Tabla 2, y todas las cargas son continuas, la carga mínima en watts es 101 246 / 80% = 126 558 W;

La corriente nominal mínima del equipamiento es 126 558/(380 x 1,73) = 192 A .

Si es que el equipo está marcado para operación continua al 100% de su corriente nominal según la Regla 050-104(4) y se utiliza un conductor con aislamiento de PVC 70 °C de la Tabla 2, y todas las cargas son continuas, la carga mínima en watts es 101 246 W;

La corriente nominal mínima del equipo es de 101 246/(380 x 1,73) = 154 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Subregla 050-202(5). Es necesario un criterio para determinar la capacidad de los conductores de las acometidas de viviendas en edificios de departamentos, con cargas relativamente bajas, cuando no se dispone la información específica sobre las mismas.
(Referencia: Subregla 050-110 (2))

Propósito de la Subregla 050-202(5). Para departamentos en edificios de viviendas los conductores de las acometidas y de los alimentadores hasta el tablero general de cada departamento, deben tener una capacidad mínima de conducción como la indicada en Subregla 050-106(9).

Sustento de la Regla 050-204. Es necesario un criterio básico para calcular la capacidad mínima aceptable, requerida por los conductores del alimentador o de la acometida que alimenta a un colegio.

Propósito de la Regla 050-204. Se establece un método con el cual se puedan instalar los conductores de la acometida o del alimentador que suministra energía a una Escuela o Colegio, con la capacidad adecuada y que puedan manejar las cargas eléctricas de la edificación con seguridad.

La Subregla (1) indica el método para determinar la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador para un colegio. La Subregla (2) indica los factores de demanda que se deben aplicar a la capacidad mínima de la acometida o de los conductores calculados en la Subregla (1).

Los pasos a seguir para calcular la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador principal de una Escuela o Colegio son los siguientes:

(1)	de 050-204(1) -	determinar el área total del colegio en m^2, basándose en las dimensiones externas;
(2)	de 050-204(1) -	determinar el área total de los salones del colegio en m^2;
(3)	de 050-204(1)(a) -	calcular la carga básica en watts para el área de salones, multiplicando el área total de salones en m^2 por 50 W/m^2;
(4)	de 050-204(1)(b) -	calcular la carga del área restante del colegio, multiplicando el área restante en m^2 por 10 W/m^2 .
(5)	de 050-204(1)(c) -	calcular la carga total en watts sumando, la calefacción ambiental eléctrica, el aire acondicionado, y las cargas de potencia, basándose en la potencia nominal del equipo instalado;
(6)		calcular la carga total del edificio, sumando los pasos (3), (4) y (5);
(7)		restar cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica de la carga total del edificio calculada en el paso (6);
(8)	de 050-204(2)(a)-	aplicar los siguientes factores de demanda para un colegio con un área hasta, e incluyendo 900 m^2

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

basándose en las dimensiones externas, aplicar los factores de demanda de la Subregla (2)(b) – ver paso (9);

(a) calcular las cargas totales de la calefacción ambiental eléctrica aplicando los factores de demanda de la Sección 270;

(b) calcular la carga restante de la edificación tomando el 75% del resto de la carga total del edificio, menos cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica (ver paso (7);

(c) calcular la capacidad mínima de la acometida o del conductor del alimentador, sumando los pasos (8)(a) y (8)(b);

(9) de 050-204(2)(b) aplicar los siguientes factores de demanda para un colegio con una área de más de 900 m^2, basándose en las dimensiones externas;

(a) calcular las cargas totales de la calefacción ambiental eléctrica aplicando los factores de demanda de la Sección 270;

(b) calcular la carga por metro cuadrado nominal dividiendo el resto de la carga total del edificio menos las cargas de la calefacción ambiental eléctrica (ver Paso 7), por el área total del colegio (ver Paso 1);

i) calcular la carga para los primeros 900 m^2 del área total del colegio en watts, tomando el 75% de la carga por metro cuadrado multiplicado por 900;

ii) 50% de la carga por metro cuadrado multiplicado por el área total del colegio en exceso a 900 m^2;

(c) calcular la capacidad mínima de la acometida del conductor del alimentador, sumando los pasos (9)(a), (9)(b)(i) y (9)(b)(ii);

(10) determinar el método de alambrado que se va a usar, y cuánto de la carga es continua según 050-104(3), y de ahí aplicar los requerimientos de 050-104 (4) o (5);

(11) dimensionar los conductores del alimentador o de la acometida y los dispositivos de sobrecorriente.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 1:

Determinar la capacidad mínima del conductor de la acometida para un colegio con un área total edificada de 900 m^2, de los cuales 750 m^2 es el área total de aulas. Las otras cargas en el colegio hacen un total de 65 000 W, con una carga de calefacción ambiental eléctrica de 90 000 W . La tensión del suministro de la acometida es 380/220 V, trifásica de 4 hilos.

Pasos:

	Regla	Descripción	Pot. Inst. (W)	F. D.	Dem. Máx. (W)
(1)	050-204(1)	. Área total del Colegio **900 m^2**			
(2)	050-204(1)	. Área total de las aulas 750 m^2			
(3)	050-204(1)(a)	. Carga Básica Aulas 750 m^2 x 50 W/m^2	37 500		
(4)	050-204(1)(b)	. Carga del área restante 150 m^2 x 10 W/m^2	1 500		
		(Las áreas restantes son las áreas techadas que no son aulas y que no requieren iluminación especial, tales como: Oficinas administrativas, auditorios, corredores, baños, pasadizos, etc.) *Nota: La carga de iluminación de emergencia, las alarmas, comunicaciones, y otras similares, están incluidas dentro de la carga básica*			
(5)	050-204(1)(c)	**Cargas** Otras cargas del colegio (Centro de computo, Iluminación especial del campo deportivo, Iluminación exterior, y similares).	65 000		
		. Calefacción	90 000		
		Total Paso (5)	155 000		
(6)	050-204(1)(c)	Carga total del edificio Sumando los pasos (3), (4) y (5)	194 000		
(7)		Carga total del edificio menos cualquier carga de calefacción Paso (6) - Calefacción	104 000		
(8)	**Aplicación de factores**				
	(8) (a)	Carga de calefacción	90 000	0,75	67 500
	(8) (b)	Carga del edificio, sin la calefacción			
	050-204(2)(a)	. Local con áreas <= de 900 m2			
		Potencia 104 000 W			
		Área 900 m^2			
		. La carga por m^2 será 115,56 W/m^2			
	050-204(2)(b)(ii) A	. Carga por los primeros 900,00 m^2		0,75	78 000
		Suma resultante	194 000		145 500
	(8) (c)	La capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador deberá ser de 221,33 A, con suministro trifásico de 380/220 V y con factor de potencia 1.			
(9)	Ya que el área total del colegio es 900 m^2 o menos, el Paso (9) no se aplica.				
(10)	Determinar el método de alambrado que se va a usar; la cantidad de carga continua; y los factores de demanda según 050-104(4) o (5).				

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 2:

Determinar la capacidad mínima del conductor de la acometida para un colegio con un área total edificada de 1 750 m^2, de los cuales 1 300 m^2 es el área total de aulas. Las otras cargas en el colegio hacen un total de 65 000 W, con una carga de calefacción ambiental eléctrica de 90 000 W . La tensión del suministro de la acometida es 380/220 V, trifásica de 4 hilos.

Pasos:

	Regla	Descripción	Pot. Inst. (W)	F. D.	Dem. Máx. (W)
(1)	050-204(1)	. Área total del Colegio **1750 m^2**			
(2)	050-204(1)	. Área total de las aulas 1300 m^2			
(3)	050-204(1)(a)	. Carga Básica Aulas 1300 m^2 x 50 W/m^2	65 000		
(4)	050-204(1)(b)	. Carga del área restante 450 m^2 x 10 W/m^2	4 500		
		(Las áreas restantes son las áreas techadas que no son aulas y que no requieren iluminación especial, tales como: Oficinas administrativas, auditorios, corredores, baños, pasadizos, etc.) *Nota: La carga de iluminación de emergencia, las alarmas, comunicaciones, y otras similares, están incluidas dentro de la carga básica*			
(5)	050-204(1)(c)	**Cargas** Otras cargas del colegio (Centro de computo, Iluminación especial del campo deportivo, Iluminación exterior, y similares).	65 000		
		. Calefacción	90 000		
		Total Paso (5)	155 000		
(6)	050-204(1)(c)	Carga total del edificio Sumando los pasos (3), (4) y (5)	224 500		
(7)		Carga total del edificio menos cualquier carga de calefacción Paso (6) - Calefacción	134 500		
(8)	Ya que el área total del colegio es mayor a 900 m^2 , el Paso (8) no se aplica.				
(9)	**Aplicación de factores**				
	(9) (a)	Carga de calefacción	90 000	0,75	67 500
	(9) (b)	Carga del edificio, sin la calefacción			
	050-204(2)(b)	. Local con áreas > de 900 m2 Potencia 134 500 W Área 1 750 m^2 . La carga por m^2 será 76,86 W/m^2			
	050-204(2)(b)(ii) A	. Carga por los primeros 900 m2 x 76,86 W/m^2		0,75	51 879
	050-204(2)(b)(ii) B	. Carga para área restante 850 m2 x 76,86 W/m^2		0,50	32 664
		Suma resultante	224 500		152 043
	(9) (c)	La capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador deberá ser de 231,28 A, con suministro trifásico de 380/220 V y con factor de potencia 1.			
(10)	Determinar el método de alambrado que se va a usar; la cantidad de carga continua; y los factores de demanda según 050-104(4) o (5).				

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 050-206. Se requiere un estándar básico cuando se calcula la capacidad mínima aceptable de los conductores de acometida o del alimentador, que se requieren para suministra energía a un hospital.

Propósito de la Regla 050-206. Se establece un método con el cual se determina la capacidad adecuada de los conductores de la acometida o del alimentador que suministra energía a un hospital, para poder manejar con cuidado las cargar eléctricas en la edificación.

La Subregla (1) da el método para determinar la capacidad mínima de los conductores de los conductores de la acometida o del alimentador para un hospital. La Subregla (2) da los factores de demanda que se deben aplicar a las capacidades mínimas de la acometida o del alimentador calculadas en la Subregla (1).

Los pasos a seguir son:

(1) de 050-206(1) - determinar el área total del hospital en m2, basándose en las dimensiones externas;

(2) de 050-206(1) - determinar el área total de las áreas de alta intensidad, como la sala de operaciones, del hospital en m2;

(3) de 050-206(1)(a)- calcular la carga básica del hospital en watts, multiplicando el área total del hospital en m2 por 20 W/m2;

(4) de 050-206(1)(b)- calcular la carga de las áreas de alta intensidad en el hospital, multiplicando el total de las áreas de alta densidad en m2 por 100 W/m2;

(5) de 050-206(1)(c)- calcular la carga total en watts, sumando las cargas de la calefacción ambiental eléctrica, del aire acondicionado y las cargas de potencia basadas en la potencia nominal del equipo eléctrico instalado;

(6) calcular la carga total del edificio, sumando los paso (3), (4) y (5);

(7) restar cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica de la carga total del edificio calculada en el paso (6);

(8) de 050-206(2)(a) - aplicar los siguientes factores de demanda para un hospital con una área hasta de, e incluyendo 900 m^2, basándose en las dimensiones externas (si el hospital tiene una área mayor a 900 m^2 basándose en sus dimensiones externas, aplicar los factores de demanda de la Subregla (2)(b)- ver el paso (9));

(a) calcular las cargas totales de la calefacción ambiental eléctrica, aplicando los factores de demanda de la Sección 270;

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(b) calcular la carga restante del edificio tomando el 80% del resto de la carga total del edificio menos cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica (ver paso (7);

(c) calcular la capacidad mínima de la acometida o del conductor del alimentador sumando los pasos (8)(a) y (8)(b);

(9) de 050-206(2)(b) - aplicar los siguientes factores de demanda para una hospital con una área sobre los 900 m^2 basándose en las dimensiones externas;

(a) calcular las cargas totales de la calefacción ambiental eléctrica, aplicando los factores de demanda de la Sección 270;

(b) calcular la carga por metro cuadrado nominal, dividiendo el resto de la carga total del edificio menos las cargas de la calefacción ambiental eléctrica (ver Paso 7), por el área total del hospital (ver Paso 1);
(i) calcular la carga para los primeros 900 m^2 de área en watts, tomando el 80% de la carga por metro cuadrado multiplicado por 900;
(ii) 65% de la carga por metro cuadrado multiplicado por el área total del hospital en exceso a 900 m^2;

(c) calcular la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador, sumando los paso (9)(a), (9)(b)(i) y (9)(b)(ii);

(10) determinar el método de alambrado que se va a usar, y cuánto de la carga es continua según 050-104(3), y de ahí aplicar los requerimientos de 050-104 (4) o (5);

(11) dimensionar la acometida o el conductor del alimentador y los dispositivos de sobrecorriente.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 1:

Determinar la capacidad mínima del conductor de la acometida para un hospital con área total edificada de 12 000 m^2, de los cuales 300 m^2 es áreas de alta intensidad. El suministro es de 380/220 V, trifásico de 4 hilos.

El hospital tiene las siguientes cargas:

Calefacción ambiental eléctrica	1 200 000 W
Aire acondicionado	100 000 W
Cargas de equipamiento y otros	165 000 W

Pasos:

(1) El área total del hospital es 12 000 m^2;

(2) El área total de las áreas de alta intensidad es 300 m2;

(3) La carga básica del hospital 20 x 12 000m2 = 240 000 W;

(4) La carga de las áreas de alta intensidad 100 x 300 = 30 000 W;

(5) El total de las otras cargas en el hospital

Calefacción ambiental eléctrica	1 200 000 W
No se considera el aire acondicionado (ver 050-106(4))	------
Cargas de equipamiento y otros	165 000 W
Total	1 365 000 W;

(6) La carga total del edificio

Paso (3)	240 000 W
Paso (4)	30 000 W
Paso (5)	1 365 000 W
Total	1 635 000 W;

(7) La carga total del edificio menos cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica

1 635 000 – 1 200 000 = 435 000 W;

(1) Ya que el área total del hospital es más de 900m^2, use el paso (9) para calcular los factores de demanda;

(9) (a) La carga total de la calefacción ambiental eléctrica con los factores de demanda de la Sección 270.
1 200 000 x 75% = 900 000 W;
(b) calcular la carga por metro cuadrado
435 000 / 12 000 = 36,2 W/m^2;
(b)(i) calcular la carga para los primeros 900 m^2 del área
80% x 36.2 x 900 = 26 064 W;
(b)(ii) calcular la carga para la área restante del hospital
65% x 36,2 x (12 000 – 900) = 261 183 W;
(c) calcular la capacidad mínima de la acometida del suministro
(900 000 +26 064 + 261 183) / (380 x 1,73) = 1 806 A;

(10) Determinar el método de alambrado que se va a usar, la cantidad de carga continua; y los factores de demanda según la Regla 050-104(4) o (5).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 2:

Determinar la capacidad mínima del conductor de la acometida para un hospital con área total edificada de 900 m^2, de los cuales 150 m^2 es áreas de alta intensidad. Las otras cargas del hospital tienen un total de 65 000W, con calefacción ambiental de 90 000W: La tensión de la acometida del suministro es 220/380, trifásica de cuatro hilos.

Pasos:

(1) El área total del hospital es de 900 m^2;

(2) El área total de las áreas de alta intensidad es de 150 m2;

(3) La carga básica del hospital 20 x 900m^2 =18 000 W;

(4) La carga de las áreas de alta intensidad 100 x 150 =15 000 W;

(5) El área total de las otras cargas en el hospital
65 000 + 90 000 =155 000 W;

(6) La carga total del edificio

Paso (3)	18 000 W
Paso (4)	15 000 W
Paso (5)	155 000 W
Total	188 000 W;

(7) La carga total del edificio menos cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica 188 000 – 90 000 = 98 000 W;

(8) Ya que el área total del hospital es más de 900m2, use el paso (9) para calcular los factores de demanda;

(9) (a) La carga total de la calefacción ambiental eléctrica con los factores de demanda de la Sección 270.
90 000 x 75% = 67 500 W;
(b) la carga del resto del edificio es
80% x 98 000 = 78 400 W;
(c) calcular la capacidad mínima de la acometida del suministro
(67 500 + 78 4000) / (380 x 1,73) = 222 A;

(10) Determinar el método de alambrado que se va a usar; la cantidad de carga continua; y los factores de demanda según la Regla 050-104(4) o (5).

Sustento de la Regla 050-208. Se requiere un estándar básico para calcular la capacidad mínima de los conductores del alimentador o de la acometida que suministran energía a hoteles, moteles y similares establecimientos.

Propósito de la Regla 050-208. Se establece un método por el cual se puede determinar la capacidad adecuada de los conductores del alimentador o la acometida, que se van alimentar a hoteles, moteles, dormitorios y similares establecimientos. La Subregla (2) da los factores de demanda que se deben aplicar a las capacidades mínimas de los conductores de la acometida o del alimentador, calculadas en la Subregla (1).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Los pasos a seguir son:

(1) de 050-208(1) - determinar el área total del hotel, motel, dormitorio, o establecimientos similares en m^2, basándose en las dimensiones externas;

(2) de 050-208(1)(a) - calcular la carga básica en watts, multiplicando el área total del edificio en m^2 por 20 W/m^2;

(3) de 050-208(1)(b) - calcular en watts la carga total de iluminación para las áreas especiales, tales como salones de baile, basándose en la potencia nominal del equipo eléctrico instalado;

(4) de 050-208(1)(c) - calcular la carga total en watts, sumando la calefacción ambiental eléctrica, el aire acondicionado y las cargas de fuerza, basándose en la potencia nominal del equipo eléctrico instalado;

Nota: *Cuando se calcula la carga para motores instalados en el alimentador, se debe cumplir la Regla 160-110(1).*

(5) calcular la carga total del edificio sumando los pasos (2), (3) y (4);

Nota: Se puede aplicar los siguientes factores de demanda:

(6) restar cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica de la carga total del edificio calculada en el paso (5);

(7) de 050-208(2)(a) - aplicar los siguientes factores de demanda para un hotel, motel, dormitorio, etc., con una área hasta de, e incluyendo 900 m^2, basándose en las dimensiones externas (si el hotel, motel, dormitorio, etc., tiene una área mayor a 900 m^2 basándose en sus dimensiones externas, aplicar los factores de demanda de la Subregla (2)(b)- ver el paso (8));

(a) calcular las cargas totales de la calefacción ambiental eléctrica, aplicando los factores de demanda de la Sección 270;

(b) calcular la carga restante del edificio tomando el 80% del resto de la carga total del edificio menos cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica (ver paso (7);

(c) calcular la capacidad mínima del conductor de la acometida o del alimentador sumando los pasos (7)(a) y (7)(b);

(8) de 050-206(2)(b) - aplicar los siguientes factores de demanda para un hotel, motel, dormitorio, etc., con una área sobre los 900 m^2 basándose en las dimensiones externas;

(a) calcular las cargas totales de la calefacción ambiental eléctrica, aplicando los factores de demanda de la Sección 270;

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(b) calcular la carga por metro cuadrado nominal, dividiendo el resto de la carga total del edificio menos las cargas de la calefacción ambiental eléctrica (ver Paso 7) por el área total del edificio (ver Paso 1);

(i) calcular la carga para los primeros 900 m^2 del área total del edificio en watts, tomando el 80% de la carga por metro cuadrado multiplicado por 900;

(ii) 65% de la carga por metro cuadrado multiplicado por el área total del edificio en exceso a 900 m^2;

(c) calcular la capacidad mínima del conductor de la acometida o del alimentador, sumando los pasos 8(a), (8)(b)(i), y (8)(b)(ii);

(9) determinar el método de alambrado que se va a usar, y cuánto de la carga es continua según 050-104(3), y de luego aplicar los requerimientos de 050-104 (4) o (5);

(10) determinar las dimensiones del conductor de la acometida o del alimentador y de los dispositivos de sobrecorriente.

Ejemplo 1:

Determinar la capacidad mínima de los conductores de la acometida para un hotel con área total edificada de 4 800 m^2 . El suministro es de 380/220 V, trifásico de 4 hilos.

El hotel tiene las siguientes cargas:

Iluminación especializada	22 000 W
Calefacción ambiental eléctrica	500 000 W
Aire acondicionado	300 000 W
Cargas de potencia	340 000 W

Pasos:

(1) El área total del hotel es de 4 800 m^2;

(2) La carga básica del hotel 20 x 4 800 = 96 000 W;

(3) Las cargas de la iluminación especializada hacen 22 000 W;

(4) Las cargas totales en el hotel son:

Calefacción ambiental eléctrica	500 000 W
Aire acondicionado no se considera (ver 050-106(4))	----------
Cargas de potencia	340 000 W
Total	840 000 W

(5) La carga total del edificio

Paso (2)	96 000 W
Paso (3)	22 000 W
Paso (4)	840 000 W
Total	958 000 W;

(6) La carga total del edificio menos cualquier carga de calefacción ambiental eléctrica:

958 000 – 500 000 = 458 000 W;

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(7) Ya que el área total del hotel es más de 900m^2, use el paso (8) para calcular los factores de demanda;

(a) La carga total de la calefacción ambiental eléctrica con los factores de demanda de la Sección 270.
500 000 - 75% = 375 000 W;

(b) calcular la carga por metro cuadrado
458 000 / 4 800 = 95,4 W/m^2

(b)(i) calcular la carga para los primeros 900 m^2 de área
80% x 95,4 x 900 = 68 688 W;

(b)(ii) calcular la carga para el área restante del hotel
65% x 95,4 x (4 800 – 900) = 241 839 W;

(c) calcular la capacidad mínima de la acometida del suministro
(375 000 + 68 688 + 241 839) / (380 x 1,73) = 1 043 A

El siguiente cuadro detalla los pasos a seguir para aplicar el paso (9). El único paso que no se ha considerado fue cuánto de la carga era continua y cuánto no continua. En el ejemplo se considera a la carga calculada como continua. Esta consideración se debe de tomar consultando a todas las partes involucradas con la instalación eléctrica.

Carga Calculada	**Método de Alambrado**		**Corriente Nominal del Equipo de la Conexión**		**Capacidad del Conductor**
	Tabla 1	Tabla 2	Régimen Continuo 100%	Régimen Continuo 80%	
1. 1 043 A	Si	---	Si	---	1 043 / 85% = 1 227 A
2. 1 043 A	Si	---	---	Si	1 043 / 70% = 1 490 A
3. 1 043 A	---	Si	Si	---	1 043 A
4. 1 043 A	---	Si	---	Si	1 043 / 80% = 1 304 A

Sustento y Propósito de la Regla 050-210. Esta regla provee una base sobre la cual se puede determinar las capacidades mínimas de los establecimientos, aparte de los cubiertos por las Reglas de 050-200 a 050-208. Se establece un método con el cual se puede determinar adecuadamente la capacidad de los conductores de la acometida o del alimentador que suministra a varios tipos de establecimientos. El concepto, presentado anteriormente, de watts por metro cuadrado y la aplicación de varios porcentajes de demandas según el establecimiento, ha sido extendida a través del uso de la Tabla 14.

Las cargas como calefacción ambiental eléctrica, aire acondicionado, fuerza e iluminación, se tratan separadamente de sus potencias nominales, con factores de demanda permitidos por otras Secciones del Código, (ejemplo, calefacción ambiental eléctrica y carga de motores).

Los pasos a seguir son:

(1) de 050-210 - determinar el área total de los establecimientos en m^2 basándose en las dimensiones externas;

(2) de 050-210(a) - calcular la carga básica en watts, para el tipo de establecimiento usando los watts por metro cuadrado de la Tabla 14, para el tipo en particular de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

establecimiento, multiplicado por el área del establecimiento del paso (1);

(3) de 050-210(a)- aplicar el factor de demanda de la Tabla 14 a la carga básica calculada en el paso (2) para los conductores de la acometida o alimentadores;

(4) de 050-210(b)- calcular la carga especial total en watts, tales como la calefacción ambiental eléctrica, aire acondicionado, las cargas de potencia, iluminación de vitrinas e iluminación de escenarios, basándose en la potencia nominal del equipo eléctrico instalado con cualquier factor de demanda permitido por el Código;

Nota: *Cuando se calcula la carga para motores instalados en el alimentador, se debe acatar la Regla 160-110(7).*

(5) calcular la capacidad mínima de los conductores de la acometida o del alimentador, sumando los pasos (3) y (4);

(6) determinar el método de alambrado usado; cuánto de la carga es continua según 050-104 (3); y luego aplicar los requerimientos de 050-104(4) o (5);

(7) determinar las dimensiones del conductor de la acometida o alimentador y de los dispositivos de sobrecorriente.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 1:

Calcular la capacidad mínima del conductor para los siguientes establecimientos de un centro comercial. La tensión es 380/220, trifásica de 4 hilos.

Oficina:

- Área - 200 m2
- Cargas - aire acondicionado 10 kVA
  - calefacción ambiental eléctrica 25 000 W
  - carga de computadora 27,3 A a 220 V
  - calentador de agua 1 500 W

Pasos:

(1) Área - 200 m^2;

(2) Tabla 14 - 50 W/m^2, carga básica 50 x 200 = 10 000 W;

(3) Tabla 14 - 90%, carga básica 10 000 x 90% = 9 000 W;

(4) Cargas especiales:

aire acondicionado, no se considera (ver Regla 050-106(4))	--------
calefacción ambiental eléctrica 25 000 x 0,75	=18 750 W
carga de computadora 27,3 x 220	= 6 000 W
calentador de agua	= 1 500 W
Total	26 250 W

(5) Capacidad mínima del conductor de la acometida
(9 000 + 26 250) / (380 x 1,73) = 53,6 A

Mini-market:

- Área - 300 m^2
- Cargas
  - refrigeradores 36,4 A a 380 V
  - iluminación de vitrina 4 000 W
  - calefacción ambiental eléctrica 30 000 W
  - aire acondicionado 30 kVA
  - calentador de agua 4 000 W

Pasos:

(1) Área - 300 m^2;

(2) Tabla 14 30 W/m^2, carga básica 30 x 300 = 9 000 W;

(3) Tabla 14 100%, carga básica = 9 000 W;

(4) Cargas especiales:

refrigeradores 36,5 x 380 x 1,73	= 24 000 W;
iluminación de vitrinas	= 4 000 W;
aire acondicionado	= 30 000 VA
calentador de agua	= 4 000 W
Total	62 000 W

(5) Capacidad mínima del conductor de la acometida
(9 000 + 62 000) / (380 x 1,73) = 108 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Tienda de Pasatiempos:

- Área - 100 m²
- Cargas:
  - iluminación de vitrinas 2 000 W
  - calefacción ambiental eléctrica 12 000 W
  - calentador de agua 1 500 W

Pasos:

(1) Área- 100 m²;

(2) Tabla 14 - 30 W/m², carga básica 30 x 100 = 3 000 W;

(3) Tabla 14 - 100%, carga básica = 3 000 W;

(4) Cargas especiales:

iluminación de vitrinas	= 2 000 W;
calefacción ambiental eléctrica 12 000 x 75%	= 9 000 W;
calentador de agua	= 1 500 W;
Total	= 12 500 W;

(5) Capacidad mínima del conductor de la acometida

(3 000 + 12 500) / (380 x 1,73) = 23,6 A

Banco:

- Área - 120 m²
- Cargas:
  - iluminación especial 1 500 W
  - calefacción ambiental eléctrica 15 000 W
  - calentador de agua 3 000 W

Pasos:

(1) Área- 120 m²;

(2) Tabla 14 50 W/m², carga básica 50 x 120= 6 000 W;

(3) Tabla 14 100%, carga básica = 6 000 W;

(4) Cargas especiales:

iluminación especial	= 1 500 W;
calefacción ambiental eléctrica 15 000 x 75%	= 11 250 W;
calentador de agua	= 3 000 W;
Total	= 15 750 W;

(5) Capacidad mínima del conductor de la acometida
(6 000 + 15 750) / (380 x 1.73) = 33,1 A

Farmacia:

- Área - 150 m²
- Cargas:
  - iluminación especial 3 000 W
  - calefacción ambiental eléctrica 15 000 W
  - calentador de agua 3 000 W
  - aire acondicionado 10 kVA
  - refrigeradores 11 A a 380 V

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Pasos:

(1) Área- 150 m^2;

(2) Tabla 14 30 W/m^2, carga básica 30 x 150= 4 500 W;

(3) Tabla 14 100%, carga básica = 4 500 W;

(4) Cargas especiales:

iluminación especial	= 3 000 W;
calefacción ambiental eléctrica 15 000 x 75%	= 11 250 W;
calentador de agua	= 3 000 W;
aire acondicionado- no se considera (ver Regla 050-106(4)	----- ---
refrigeradores	= 7 200 W
Total	= 24 450 W;

(5) Capacidad mínima del conductor de la acometida

(4 500 + 24 450) / (380 x 1,73) = 44 A .

Salón de Belleza:

- área - 150 m^2
- cargas:

- iluminación especial	4 000 W
- calefacción ambiental eléctrica	10 000 W
- calentador de agua	6 000 W
- aire acondicionado	12 kVA
- secadores de pelo	12 000 W

Pasos:

(1) área - 150 m^2;

(2) Tabla 14 30 W/m^2, carga básica 30 x 150 = 4 500 W;

(3) Tabla 14 90%, carga básica = 4 050 W;

(4) cargas especiales:

iluminación especial	= 4 000 W;
calefacción ambiental - no se considera (ver Regla 050-106(4))	-------
calentador de agua	= 6 000 W;
aire acondicionado	= 12 000 W
secadores de pelo	= 12 000 W
Total	= 34 000 W

(5) capacidad mínima del conductor de la acometida

(4 050 + 34 000) / (380 x 1,73) = 58 A .

Sustento de la Regla 050-212. El método de áreas para calcular la carga no es siempre práctico, especialmente cuando las cargas de iluminación no están confinadas a una sola ubicación geográfica dentro de la edificación. En este caso otro método aparte de el de watts por metro cuadrado se debe de usar.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 050-212. Se establece un método alternativo para calcular las cargas alimentadas desde un solo tablero, pero que no están ubicadas en una sola área geográfica.

Considerar diez circuitos de 15 A a 220 V cargados con 4,4 A cada uno y alimentando cargas de iluminación por todo la edificación (las salidas de los letreros y de la iluminación pueden estar en un mismo circuito).

Se calcula que la carga es: 10 x 4,4 = 44 A a 220 V, en un alimentador de 380 V trifásico, la corriente sería 14,6 A .

Circuitos Derivados

Sustento de la Regla 050-300. Las cargas de cocina varían en los distintos establecimientos y se requiere ciertos criterios para establecer la capacidad adecuada en los circuitos derivados que alimentan al equipo eléctrico de cocina.

Propósito de la Regla 050-300. La Subregla (1) establece los principios para calcular las capacidades de los circuitos derivados, para cocinas eléctricas en unidades de vivienda, que son similares a aquellos previamente encontrados en las Reglas 050-200 y 050-202 para demandas de la acometida y del alimentador, excepto que en esta Subregla la demanda es sólo para los conductores de circuitos derivados.

En la Regla 050-200 la demanda para una cocina eléctrica de 12 kW era 6 kW . Aquí es un poco más grande, llegando a 8 kW . Los cálculos para las corrientes nominales que se exceden 12 kW es la misma: 40% de la cantidad de la corriente nominal sobre 12 kW .

Ejemplo:

Una unidad de vivienda unifamiliar tiene una cocina eléctrica de 14 kW, 220 V .

Contribución para el suministro (6 kW + 40% x 2 kW) 6,8 kW

Demanda del circuito derivado (8 kW + 40% x 2 kW) 8,8 kW

La misma cocina eléctrica en otra aplicación que no es una unidad de vivienda unifamiliar, tendrá una contribución del suministro basándose en la demanda del establecimiento. La capacidad del circuito derivado debe de ser la corriente nominal de la cocina eléctrica y en nuestro ejemplo es 14 kW .

En una unidad de vivienda se puede usar un conductor de 6 mm^2 Cu 90 ºC (Tabla 2), para cubrir 6,8 kW u 8,8 kW .

Para cualquier otro caso que no sea una unidad de vivienda se debe de usar por lo menos un conductor para 14 kW, lo que sería:

Un conductor de 16 mm^2 Cu 90 ºC, para un circuito derivado monofásico
Un conductor de 6 mm^2 Cu 90 ºC, para un circuito derivado trifásico.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

La Subregla (2) se refiere a unidades de cocina, separadas de instalación fija, ejemplo, una hornilla o un horno. Se debe tener en cuenta que los requerimientos para los circuitos derivados para estas unidades también se cubren en la Regla 150-744. La Regla 150-746 cubre las conexiones del suministro para las cocinas eléctricas de la Regla 050-300(1).

Si se tiene una hornilla de 6 kW y un horno de 5 kW .
El total sería:

5 + 6 = 11 kW
La capacidad del circuito derivado es de 8 kW .

En la Subregla (3), se establecen los parámetros para reflejar las características operacionales del equipo eléctrico de cocina, instalado en establecimientos comerciales, industriales e institucionales. La demanda para calcular las capacidades mínimas de los circuitos derivados, en estos establecimientos, debe ser no menos que la corriente nominal del equipo.

La Subregla (4) reconoce que las hornillas y similares, de instalación no fija, que se conectan con cordones incorporados al artefacto, no deben de exceder de 1 500 W y pueden ser operados desde un tomacorriente estándar de un mostrador de cocina.

Sustento de la Regla 050-302. Aún en normativas bien organizadas se encuentran algunos tópicos que no tienen un lugar definido. Estos encajan bien en esta regla, bajo el titulo general de “cargas conectadas”.

Propósito de la Regla 050-302. En la Subregla (1), se establecen parámetros para calcular las demandas de instalaciones de iluminación de vitrinas.

La longitud de la ventana se mide a lo largo de la base y se aplica 650 W por metro, para establecer una demanda. No se considera las fracciones que puedan sobrar, se puede tomar ventaja de esto y decir que la cifra se aplica a cada metro completo. Una ventana de 6 metros tendrá una demanda de 650 x 6 = 3 900 W .

En la Subregla (2), algunas cargas con naturaleza cíclica o intermitente también son continuas. Un calentador de agua es un buen ejemplo de esto. Cuando el tanque está frío, la unidad puede operar por más de dos horas hasta que se alcance la temperatura deseada del agua. Dependiendo del uso del agua, la unidad puede que esté en un frecuente ciclo. Dicha carga puede ser considerada como continua.

En la Subregla (3), se especifica que el equipo eléctrico de procesamiento de datos debe de considerarse como carga continua para la aplicación de la Regla 050-104.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 060

PUESTA A TIERRA Y ENLACE EQUIPOTENCIAL

Alcance y Objetivo

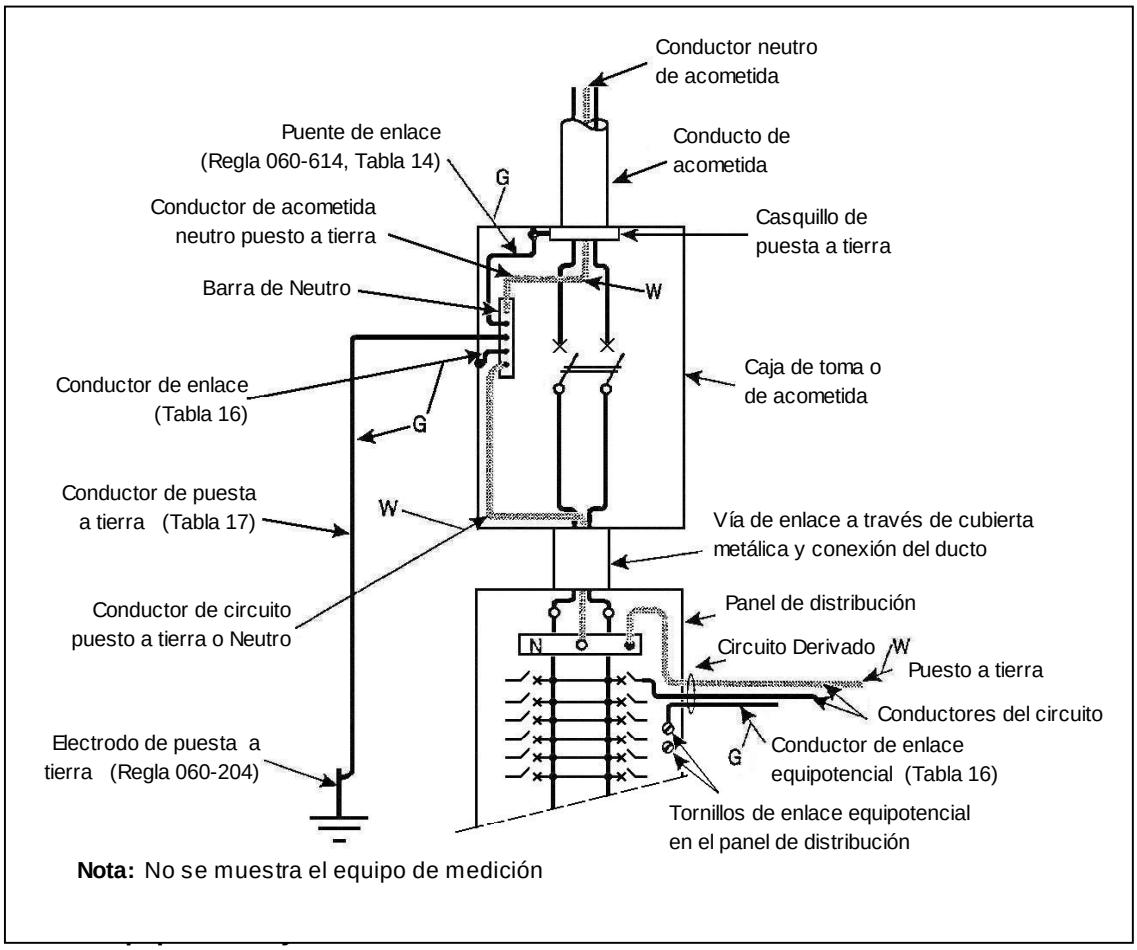
Sustento de la Regla 060-000. Se ha asignado significados distintos y marcados a los términos puesta a tierra y enlace equipotencial (véase la Sección 010), y se han mantenido estas distinciones a lo largo de esta Sección y del Código. Puesta a Tierra es la conexión de un sistema a tierra, a través de un electrodo de puesta a tierra. Enlace equipotencial es la conexión de partes conductoras que no llevan corriente, también se le conoce como conductor de protección. De esta manera se da protección contra el choque eléctrico y daños de fuego ocasionado por el flujo de corrientes de falla. Sin embargo, cuando se pueda obtener esta protección por otros medios, se permite el empleo de dicha protección.

Propósito de la Regla 060-000. (Véase la Figura 060-000). Se ha usado el término puesta a tierra para indicar un camino metálico o conductor a un electrodo de puesta a tierra. En contraste, se ha usado el término enlace equipotencial para indicar las conexiones entre partes metálicas no conductoras, con la intención de que sean mantenidas a una tensión común. En la mayoría de los casos, se extiende el sistema del enlace equipotencial a un electrodo de puesta a tierra y de ahí el término “enlace equipotencial a tierra”.

Sustento de la Regla 060-002. El sistema de enlace equipotencial puesto a tierra de una instalación eléctrica da protección a las personas y edificaciones en varias formas. Primero, previene el choque eléctrico que puede darse por fuga de corriente hacia las cubiertas, canalizaciones u otros metales expuestos. Un sistema está puesto a tierra para limitar la posible tensión que puede ocurrir entre los conductores que están llevando electricidad y tierra. Esto da una seguridad contra tensiones indebidas del aislamiento. El sistema de enlace equipotencial puesto a tierra, provee una ruta para la corriente de falla, lo que asegura la operación de aparatos protectores en el caso de una falla o de una falla del circuito y previene la posibilidad de arcos o de recalentamiento, que puede ocurrir cuando la falla eléctrica busca una ruta a tierra. También se da una ruta para la corriente eléctrica resultante por una descarga atmosférica o por un contacto accidental con otro sistema.

Propósito de la Regla 060-002. La ruta a tierra debe ser lo suficientemente segura y de capacidad suficiente para que bajo condiciones normales y anormales, la elevación de la tensión en las superficies expuestas, se limite a niveles seguros y el flujo de la corriente durante una falla permita la operación de aparatos protectores en un tiempo suficientemente corto para prevenir recalentamiento de conductores u otros componentes del circuito. La puesta a tierra de un sistema trifásico de 380/220 V evita que el aislamiento sea sometido a más de 250 V a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota: No se muestra el equipo de medición

Puesta a Tierra de Sistemas y Circuitos

Sustento de la Regla 060-100. La puesta a tierra de un circuito implica la conexión de uno de los conductores del circuito al electrodo de puesta a tierra. Normalmente se hace esta conexión al conductor neutro o al conductor identificado, aunque en un sistema de dos conductores o en un sistema conectado delta, no hay realmente un neutro.

Al poner a tierra un circuito, se minimizan los esfuerzos de la tensión sobre el aislamiento del sistema eléctrico y se dota de una ruta para que la corriente de falla fluya y operen los dispositivos de sobrecorriente del circuito.

Propósito de la Regla 060-100. Se desea prevenir que la tensión a tierra de un circuito llegue a ser mayor de lo necesario. Al hacer el enlace equipotencial a tierra, se asegura que ésta nunca sea mayor que la tensión en un bobinado del transformador de suministro. Existen condiciones del circuito, en donde no se requiere la puesta a tierra del circuito.

Sustento de la Regla 060-102. Los sistemas de corriente continua que no están puestos a tierra, pueden flotar a casi cualquier tensión, al no tener acoplamiento capacitivo a tierra como se tiene en los sistemas de corriente alterna. Por lo tanto, se debe limitar esa tensión donde sea posible.

Propósito de la Regla 060-102. Si se puede limitar la tensión de la corriente continua a tierra a no más de 300 V, se reduce la posibilidad de avería del aislamiento del sistema. Hay ciertas aplicaciones industriales donde no es práctica la puesta a tierra y en esos casos, se provee

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

detectores de tierra que señalen la ocurrencia de una falla de tierra. Esta regla se debe aplicar a la distribución de corriente continua para los sistemas de alumbrado y no para sistemas tales como Suministro Ininterrumpido de Poder (UPS), que alimentan la operación de cableado interior a menos de 50 V nominales entre los conductores, que no necesitan ser puestos a tierra.

Sustento de la Regla 060-104. Si existe un conducto neutro en un sistema de corriente continua, la puesta a tierra del sistema va a eliminar la posibilidad de esfuerzos por sobretensión en el sistema.

Propósito de la Regla 060-104. Cuando se pone a tierra un sistema de tres conductores, se asegura que la tensión a tierra no va a exceder de la mitad de la tensión total del sistema. Además se asegura que si ocurriese una falla a tierra en uno de los canales no puestos a tierra del circuito, opere el dispositivo de protección contra sobrecorrientes.

Sustento de la Regla 060-106. Muchos componentes de los sistemas de corriente alterna solamente son apropiados para tensiones hasta 250 V y se debe asegurar que tales sistemas no vayan a ser exigidos más allá de ese punto. Cuando un sistema que no tiene neutro y opera a una tensión superior a 250 V, experimenta una falla a tierra, no hay flujos de corriente para operar la protección de sobrecorriente y el circuito puede continuar funcionando. Sin embargo, puede ocurrir una falla subsecuente en una fase diferente, entonces la corriente va a fluir entre los dos puntos de falla a tierra. Puede haber daño considerable en ambos lugares de falla y en ocasiones, puede ocurrir fuego u otros daños a lo largo de la ruta aleatoria que ha seguido la corriente de falla.

Propósito de la Regla 060-106. (Véase la Figura 060-106). En la Subregla (1), cada vez que la tensión de un circuito de corriente alterna pueda ser limitada a no más de 250 V a tierra o donde exista un neutro, se conecta el sistema a tierra para obtener esa limitación de la tensión, por lo tanto, se protege el aislamiento y los aparatos conectados al circuito. Esto también da una ruta a la corriente de falla para permitir la operación de los dispositivos de sobrecorriente.

En la Subregla (2), se reconoce que algunas industrias usan sistemas sin puesta a tierra, permitiendo a la planta operar sin una parada, aún cuando haya una falla a tierra. La detección de tierra es esencial para dichos sistemas, para informar al personal de mantenimiento que ha ocurrido una falla a tierra. Normalmente, esta falla va a ser reparada durante una parada programada de mantenimiento. Si no se encuentra y corrige la falla antes de que ocurra una segunda falla a tierra, la planta va a experimentar una parada no programada y el daño puede ser considerablemente mayor que si hubiese tenido un sistema de puesta a tierra. La nota en el Anexo B tiene como propósito que el dispositivo de detección de tierra sea etiquetado como tal y sea visible para la gente responsable del sistema.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

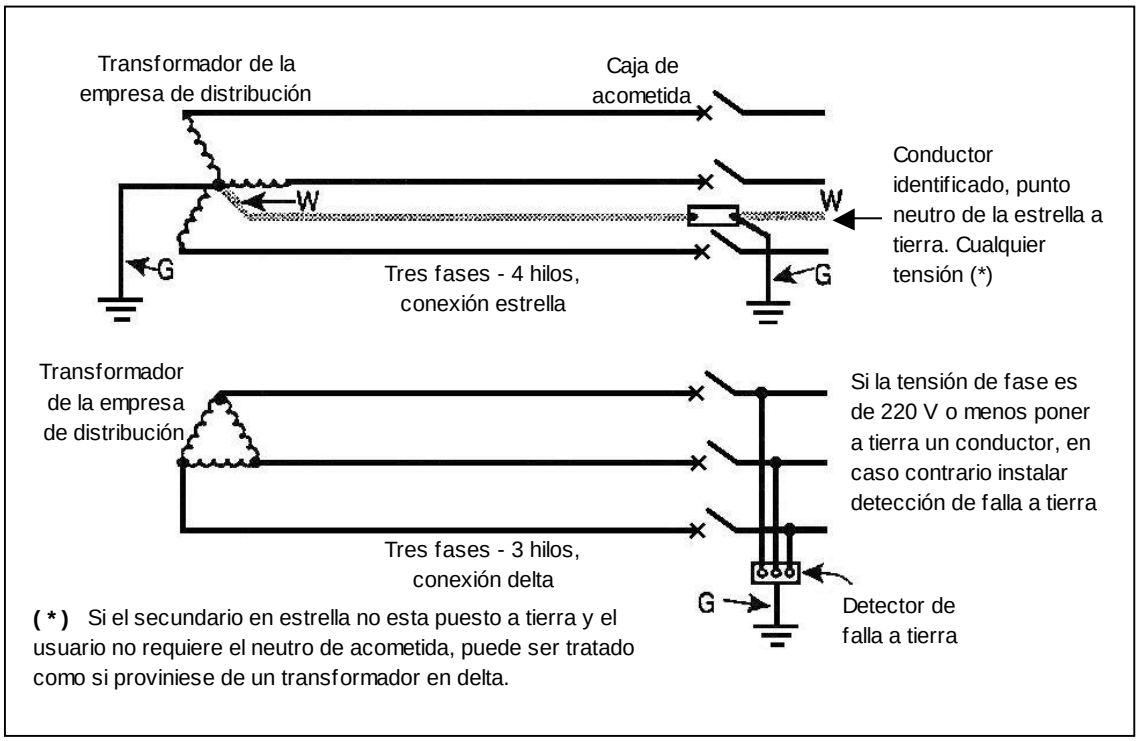


Figura 060-106
Puesta a Tierra de Sistemas AC

Sustento de la Regla 060-108. Muchos hornos de arco eléctrico grandes, tales como los de las industrias de aluminio, pueden no ser conectados a tierra con seguridad o convenientemente. En estas instalaciones, toda el área está aislada de tierra.

Propósito de la Regla 060-108. Se hace una excepción a las reglas generales de puesta a tierra, para permitir la operación de grandes hornos de arco eléctricos en sistemas sin puesta a tierra.

Sustento de la Regla 060-110. Cuando ocurre una falla en un conductor de un sistema puesto a tierra, normalmente hay una descarga de arco antes de que la protección de sobrecorriente tenga tiempo de abrir el circuito. En un lugar de peligro de Clase III, donde las fibras combustibles pueden estar en el aire, el arco puede producir una explosión. Por otro lado, una falla en un sistema no puesto a tierra no va a crear un arco, por lo menos no hasta que ocurra una segunda falla. Sin embargo, es esencial que se equipe el sistema con detección de falla a tierra para dar notificación o alarma de la falla; se vuelve particularmente importante que se hagan las reparaciones lo más pronto posible.

Propósito de la Regla 060-110. En un lugar de peligro de Clase III, se requiere que las grúas sean aisladas (sin tierra) para prevenir un arco, lo que puede resultar en una ignición de fibras inflamables y tal vez en una explosión.

Sustento de la Regla 060-112. Donde se pueda mostrar que la puesta a tierra de un circuito va a crear una condición indeseable, se permiten circuitos sin tierra y aislados. Como ejemplos, tenemos a los circuitos en áreas de cuidado de pacientes o circuitos que van a altoparlantes localizados en el agua de piscinas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 060-112. (Véase la Figura 060-112). Se reconoce que hay situaciones mejor servidas por un sistema aislado y sin tierra, pero tales sistemas solamente se permiten para situaciones específicas; cuando esto sucede, se coloca una pantalla de metal conectada a tierra entre los bobinados primario y secundario del transformador de aislamiento.

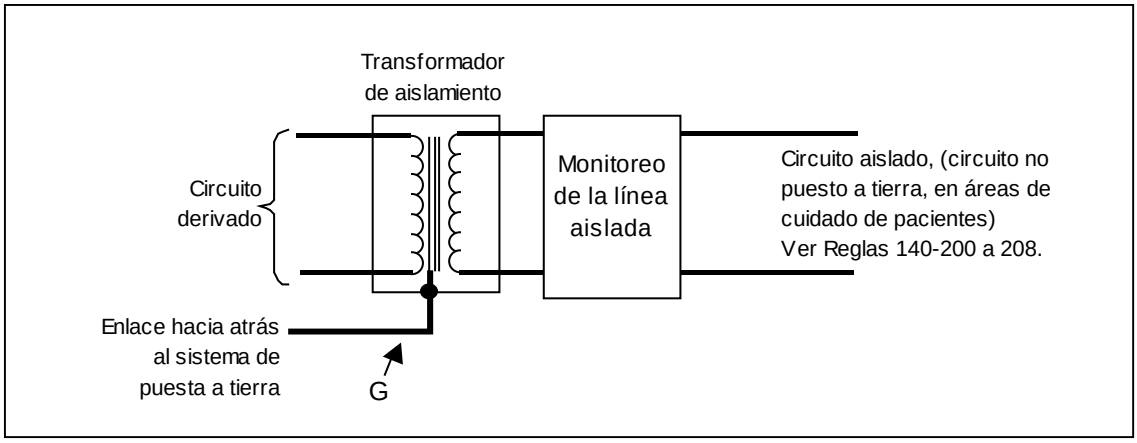


Figura 060-112
Circuito Aislado

Sustento de la Regla 060-114. Normalmente no se necesita puesta a tierra para circuitos que operan a menos de 50 V, a menos que haya una posibilidad de contacto con conductores de una mayor tensión o a menos que los conductores puedan estar expuestos a descargas atmosféricas-rayos.

Propósito de la Regla 060-114. Se permite que los circuitos que operan a tensiones menores que 50 V sean aislados (sin conexión a tierra) excepto en ciertas situaciones. Cuando sale al exterior, tal conductor está expuesto a la posibilidad de contacto con conductores de una mayor tensión o a descarga de rayos.

Un circuito alimentado por un transformador que tiene una tensión primaria de más de 250 V a tierra, inmediatamente después de la falla del transformador, puede estar en contacto con la tensión primaria del transformador. Por estas razones, se requiere que tales circuitos que operan a menos de 50 V sean puestos a tierra.

Sustento de la Regla 060-116. El circuito secundario de un transformador de medida, que tiene un circuito primario de alta tensión, va a asumir una tensión a tierra aleatoria dependiente del acoplamiento capacitivo de los bobinados secundarios a los primarios y del acoplamiento del circuito secundario a tierra. Esta tensión no controlada, puede ser de una magnitud suficiente para que exista sobretensión en el aislamiento del sistema secundario y puede provocar una falla. Más aún, puede haber una falla entre los bobinados primarios y secundarios de un transformador de medida, siendo esencial que se desconecte el circuito tan pronto como sea posible.

Propósito de la Regla 060-116. En la Subregla (1), cuando el circuito primario de un transformador de medida es de 300V o más a tierra, se requiere que el bobinado secundario del transformador sea conectado a tierra.

En la Subregla (2), se reconoce que una falla entre primario y secundario o una falla a tierra del secundario de los transformadores de medida instalados en o sobre tableros, pueden resultar en un daño extenso al tablero y por lo tanto, se deben conectar a tierra los bobinados secundarios de todos esos transformadores, sin considerar la tensión primaria.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Conexiones de Puesta a tierra de Sistemas y Circuitos

Sustento de la Regla 060-200. Cuando se establece un sistema de puesta a tierra y enlace equipotencial, se quiere que éste sea capaz de llevar cualquier corriente probable que se le imponga. La corriente, causada por la falla de un componente del sistema o una avería en el aislamiento entre un conductor que no está puesto a tierra y la tierra, debe fluir en un período muy breve.

Durante la operación normal no debe existir flujo de corriente a través del sistema de puesta a tierra y el enlace equipotencial. Cuando la corriente fluye en el sistema de puesta a tierra y el enlace equipotencial, se pueden dar diferencias de tensión entre puntos en el sistema, produciéndose un peligro de choque o más aún, el sobre-calentamiento de los conductores de puesta a tierra y enlace equipotencial Algunas de las fuentes de flujo de corriente en los conductores de puesta a tierra y enlace equipotencial, aparte de las condiciones de falla son:

(a) un campo magnético considerable (una causa común de tal corriente no deseada es la corriente inducida en la chaqueta del metal o en el blindaje de un cable conductor simple. En el Anexo B, bajo la Regla 030-008, se explica cómo este fenómeno afecta a la chaqueta del metal o al blindaje de los cables conductores simples).;

(b) descargas atmosféricas;

(c) ruidos y transitorios; y

(d) otras fuentes (por ejemplo, drenaje de la carga almacenada en un capacitor).

Propósito de la Regla 060-200. En esta regla no se pretende dar una excusa para abandonar una puesta a tierra por razones insignificantes, pero se reconoce que hay ocasiones en las que tal conexión puede resultar en un flujo inaceptable de corriente en el conductor de puesta a tierra o de enlace equipotencial y para tales casos, se da una lista de métodos de control del flujo inaceptable de corriente.

Sustento de la Regla 060-202. Aunque se sabe que es importante que los sistemas de corriente continua sean conectados a tierra (véanse las Reglas 060-102 y 060-104), también se debe considerar el hecho de que el flujo de corriente continua a través de la tierra, va a tender a buscar a un sistema subterráneo de metal (por ejemplo, un sistema de tubería metálica de agua) que puede sufrir una severa corrosión electrolítica.

Propósito de la Regla 060-202. (Véase la Figura 060-202). Se busca que los sistemas de corriente continua sean conectados a tierra como lo requiere la Regla 060-102, pero esta regla reconoce que no deben hacerse conexiones a tierra que pudiesen resultar en que la tierra sea usada como una ruta de retorno para la corriente eléctrica.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

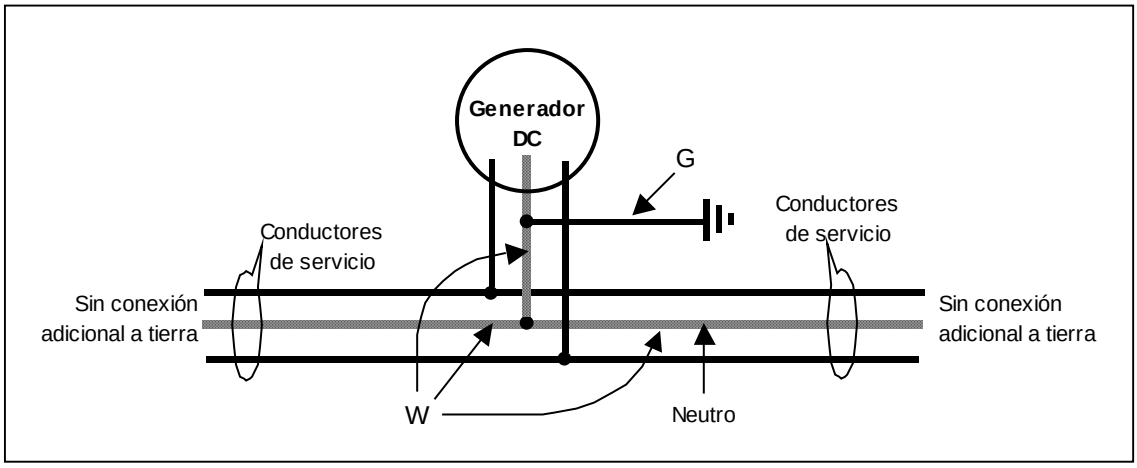


Figura 060-202
Puesta a Tierra de un Sistema DC de 120/240 V - 3 Hilos

Sustento de la Regla 060-204(1). Se debe tener cuidado de dónde y cómo se conecta el sistema de corriente alterna a tierra. Se debe asegurar que la puesta a tierra sea efectiva y que las corrientes del neutro no vayan a ser puestas en paralelo dentro de los circuitos de puesta a tierra. En esta Subregla, se han establecido los estándares para la puesta a tierra de los servicios eléctricos que requieran una puesta a tierra en la acometida de los consumidores, lo que puede llegar a ser el punto de interconexión más importante de todo el sistema de puesta a tierra y enlace equipotencial, y en el transformador de suministro o dispositivo de alimentación similar, para establecer que el sistema de suministro esté realmente conectado a tierra. No se hace conexión a tierra en punto alguno más allá de la acometida del consumidor, de manera que no haya corrientes del neutro desviándose a lo largo del sistema de enlace equipotencial. En el párrafo (b) se reconoce un aparato desarrollado para proteger al ganado de pequeñas tensiones que pudiesen ocurrir entre la tierra o piso sobre el que el ganado estuviese parado y el metal expuesto en el área. El ganado es muy sensible a las pequeñas diferencias de tensión y se ha sabido que se rehúsa a tomar o comer de un utensilio que le ha dado un choque de sólo unos cuantos volts. Este aparato, llamado filtro de tensión de acometida, es reconocido aquí y en otras reglas de esta Sección.

Propósito de la Regla 060-204(1). Se requiere que todas las acometidas de los consumidores sean uniformemente conectados a tierra en el punto de acometida y en el transformador y que no haya conexiones a tierra del sistema en ningún otro punto excepto el que se ha dado en la Regla 060-208.

Sustento de la Regla 060-204(2). El conductor del circuito del sistema que está conectado a tierra, normalmente es el neutro, por ejemplo, en un sistema trifásico 380/220 V . Aunque muchos de los sistemas contienen un neutro que puede ser conectado a tierra, pueden haber sistemas donde el conductor que está conectado a tierra es un conductor identificado, pero no es neutro (por ejemplo, sistemas monofásicos de dos conductores o sistemas de tres conductores conectados en delta). Se permite que el neutro sea de un tamaño más pequeño que otros conductores, cuando pueda demostrarse que es suficiente para conducir la corriente de la carga desbalanceada. Sin embargo, se debe asegurar que si los conductores neutros

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

funcionan como el conductor que debe transportar la corriente de falla a tierra, éstos deben ser de tamaño suficiente para realizar esa función en forma segura.

Propósito de la Regla 060-204(2). Se requiere que el conductor conectado a tierra de un sistema tenga suficiente capacidad para transportar la máxima corriente de falla que el sistema pueda proporcionar. Se requiere que esto sea provisto, a pesar del hecho de que un conductor más pequeño puede ser adecuado para el sistema bajo otras condiciones aparte de la falla.

Sustento de la Regla 060-204(3). Esta Subregla reconoce que algunas acometidas de los usuarios pueden ser provistas con conductores que corren en canalizaciones en paralelo. En esta Subregla, se han reunido los requerimientos de las Reglas 030-022, 070-108 y 070-904 conforme se aplican al conductor conectado a tierra en esta situación. Además que el calibre del conductor conectado a tierra debe ser suficiente para transportar la corriente desbalanceada normal, así como ser capaz de llevar la corriente de falla a tierra.

Propósito de la Regla 060-204(3). (Véase la Figura 060-2004(3)) Se reconoce el uso de conductores que van en canalizaciones paralelas para las acometidas de los usuarios, también se reconoce que los conductores neutros pueden ser reducidos en calibre de acuerdo a los requerimientos de la Regla 030-022(3); y si los conductores de una acometida están en dos o más canalizaciones de metal, se requiere que el neutro esté presente en cada canalización.

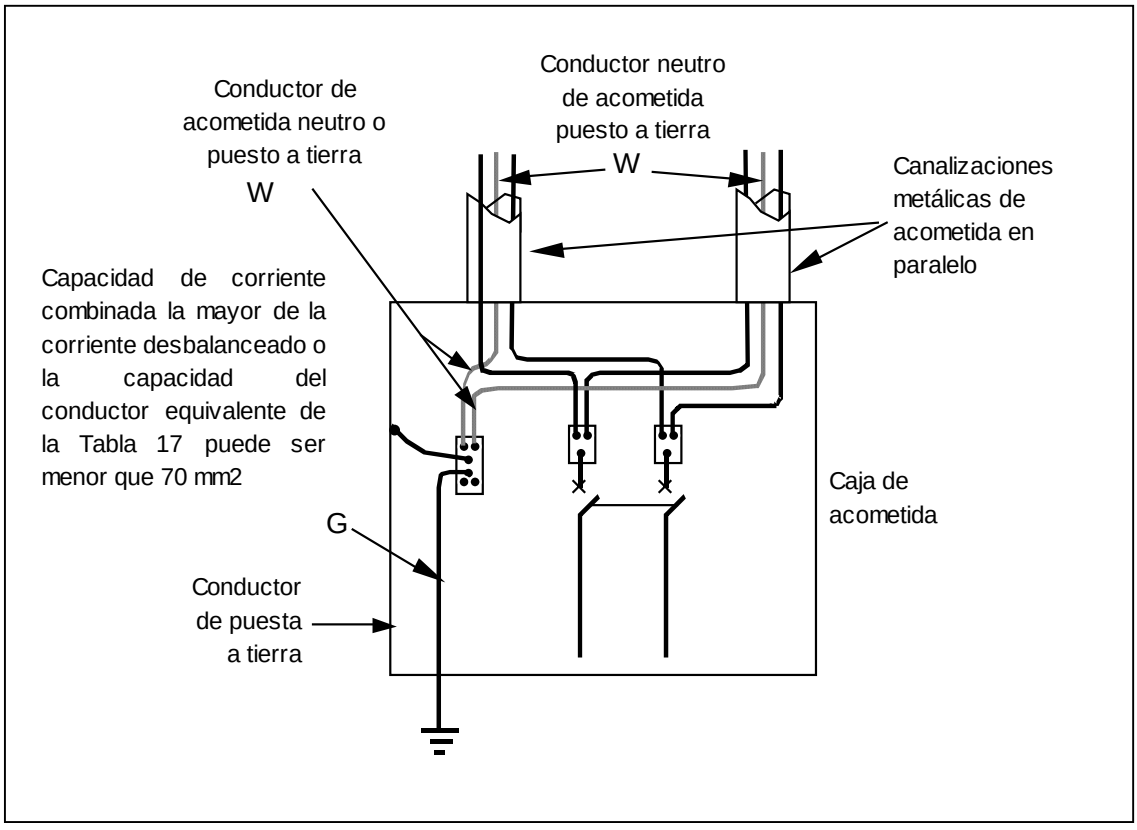


Figura 060-204 (3)
Conductores en Paralelo Puestos a Tierra

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-204(4). Las fuentes de energía provisionales o de emergencia que puedan conectarse al sistema a través de un interruptor de transferencia, nos presentan una situación especial. Para estos sistemas, se puede usar un único electrodo de puesta a tierra conectado tanto a la acometida del consumidor como a la fuente de energía alterna o de emergencia.

Propósito de la Regla 060-204(4). (Véase la Figura 060-204(4)) Se reconoce el uso de un electrodo único de puesta a tierra o un grupo de electrodos, donde más de una fuente suministre energía a un sistema.

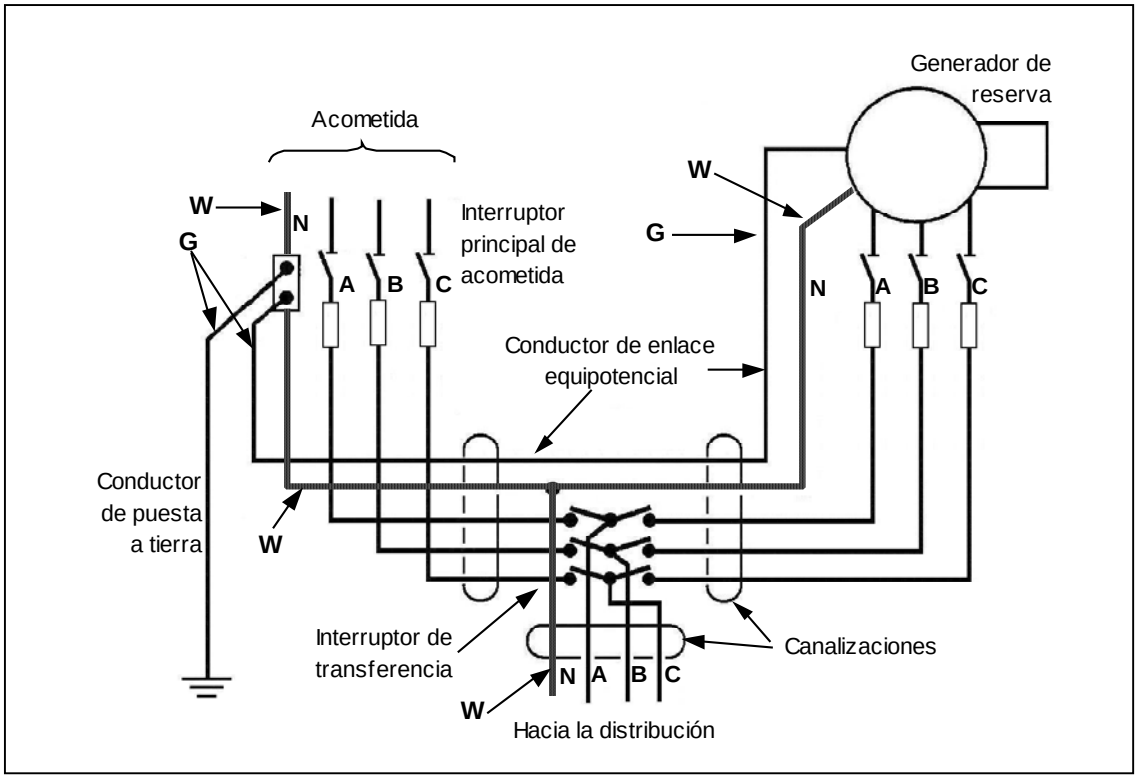


Figura 060-204(4)
Suministro desde Dos Fuentes

Sustento de la Regla 060-206. Un sistema aislado es cualquier sistema que no está conductivamente conectado a un sistema de distribución, es independiente. Este puede ser alimentado por un generador, aunque el sistema aislado más común, es uno alimentado por un transformador. Tal sistema puede ser el secundario de un transformador de 380/220-110 V monofásico, que provee iluminación y circuitos de tomacorrientes en un edificio que tiene el servicio trifásico de 380 V . Para tal sistema, se enlaza la cuba a tierra y se conecta el conductor neutro identificado del transformador al electrodo de puesta a tierra. En el caso de un circuito conectado a tierra, que está provisto de una fuente de potencia nominal de 1000 VA o menos, la conexión de puesta a tierra puede ser realizada a la cubierta de metal puesta a tierra de la fuente o al conductor del enlace equipotencial en dicha cubierta.

Al hacer esto, y al enlazar todos los conductores conectados a tierra de todos los sistemas en un edificio, evitamos las diferencias de tensión entre las superficies enlazadas y damos una ruta de corriente común para las corrientes de falla, sin considerar la fuente que está alimentando la falla.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 060-206. (Véanse las Figuras 060-206-1 y –2). Se establece que todo secundario de transformador u otra fuente de energía, debe ser conectado a tierra en exactamente la misma forma que la acometida del usuario con excepción de un circuito conectado a tierra de 1 000 VA o menos. Se selecciona el conductor de puesta a tierra mínimo de la Tabla 17 usando la capacidad de corriente de los conductores del sistema aislado o el más grande conductor no conectado a tierra del sistema que está siendo conectado a tierra, asegurando que sea suficiente para transportar la corriente de falla a tierra. Más aún, se interconectan todas las tierras de esos sistemas en una instalación eléctrica relacionada, por lo tanto se evitan las diferencias de tensión entre los sistemas.

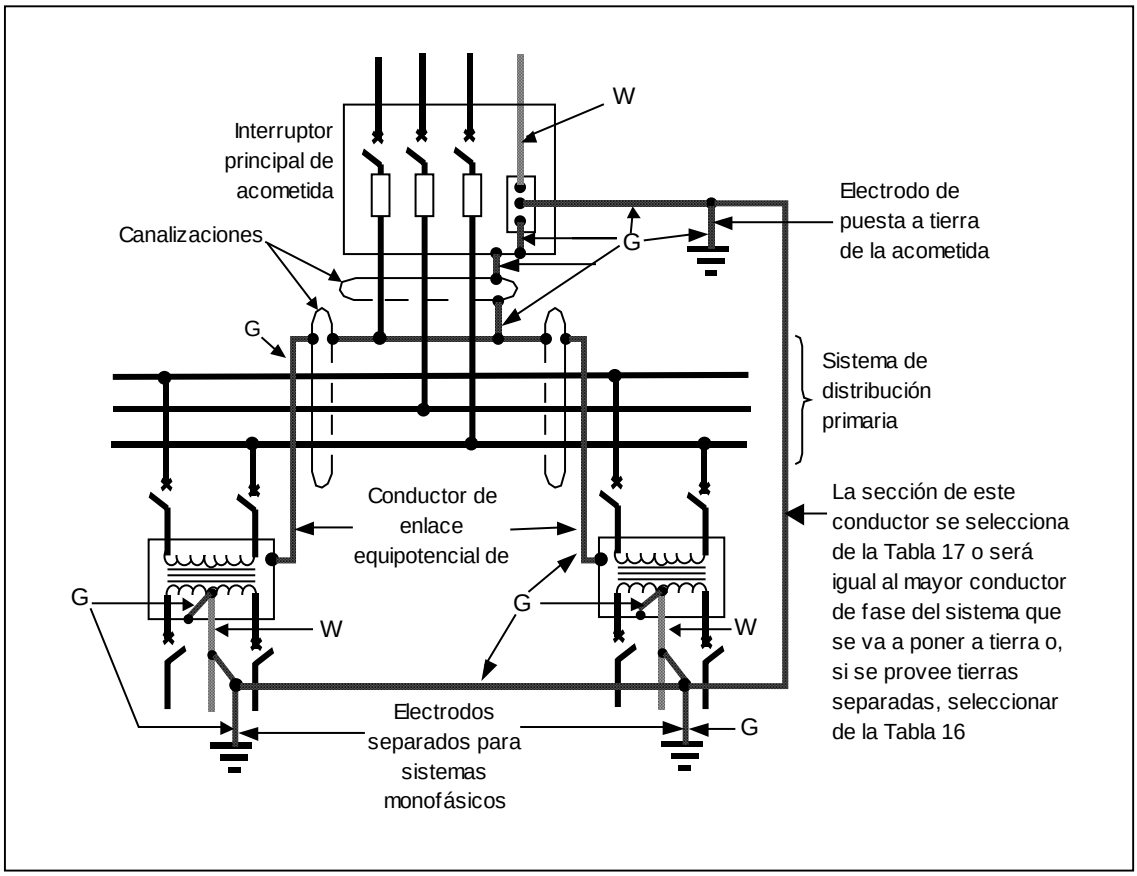


Figura 060-206-1
Puesta a Tierra de Sistema Aislado

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

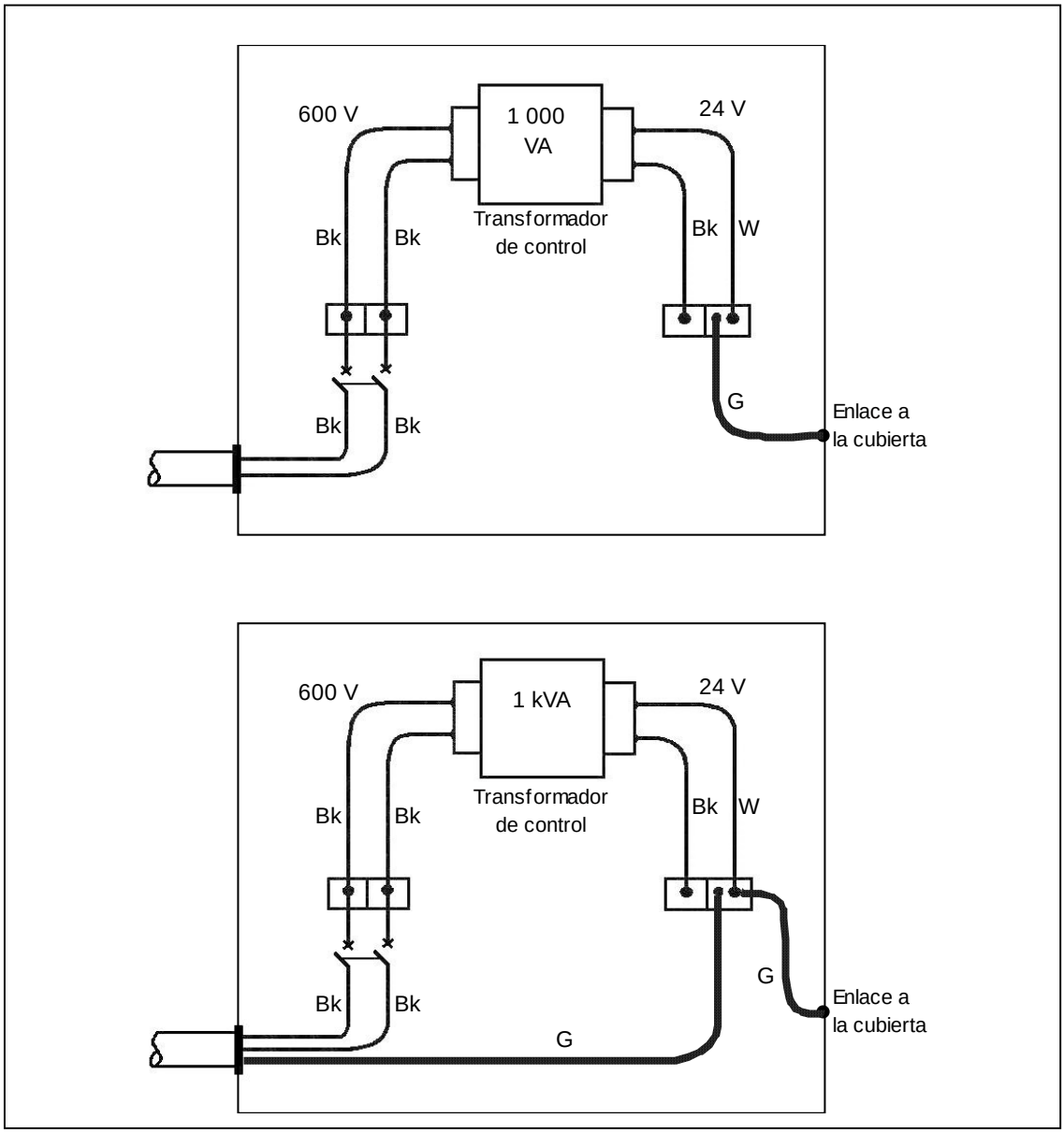


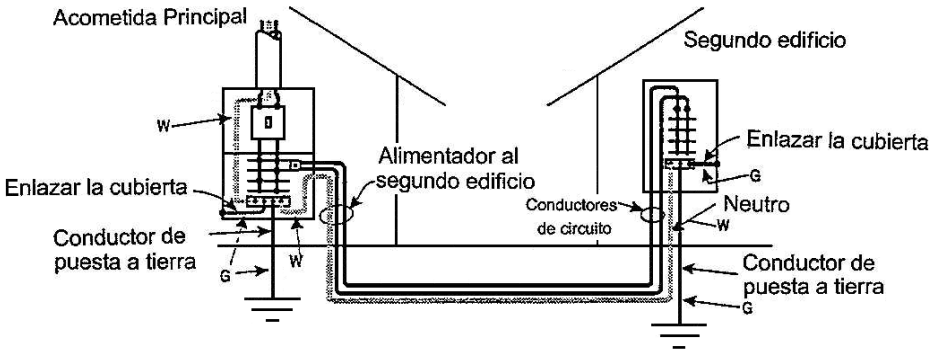
Figura 060-206-2
Conexiones de Puesta a Tierra para una Fuente de Energía (1 000 VA o menos)

Sustento de la Regla 060-208. Se reconoce que cuando se conecta el alimentador de un edificio a otro, el alimentador es efectivamente una acometida del consumidor del segundo edificio. Por lo tanto, se restablece la puesta a tierra al segundo edificio por uno de dos métodos. Se emplea el primer método (por ejemplo, poniendo un electrodo de puesta a tierra en el segundo edificio y la puesta a tierra del alimentador que ingresa a éste) a cualquier edificación que alberga ganado. Los animales son particularmente susceptibles a las pequeñas diferencias de tensión, y con este método de puesta a tierra el alimentador asegura que se mantenga la tensión entre la tierra y el metal enlazado, tan pequeño como sea posible. El segundo método (por ejemplo, puesta a tierra a través del conductor de enlace equipotencial al electrodo de la acometida del consumidor) puede ser usado para cualquier otro edificio y es el único método práctico para los sistemas equipados con la protección de falla a tierra, como

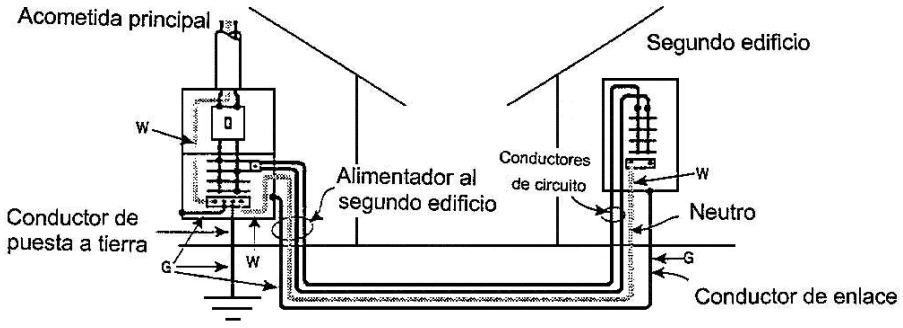
DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

se requiere en la Regla 080-102. El establecimiento de un electrodo de puesta a tierra al segundo edificio, va a hacer ineficaz la protección de falla a tierra.

Propósito de la Regla 060-208. (Véase la Figura 060-208). Se establece una puesta a tierra en todos los edificios aún cuando estén provistos por un alimentador de otro edificio. Se reconocen dos métodos: primero, el establecimiento de un nuevo electrodo de puesta a tierra, que puede ser usado cuando no hay protección de falla a tierra en el sistema; y segundo, una conexión de retorno al electrodo del servicio principal, que puede ser usado por cualquier edificio, excepto por los usados para albergar ganado.



Regla 060-208 (a): Método 1 (no recomendado si hay protección a tierra)



Regla 060-208 (b): Método 2 (no permitido si el segundo edificio alberga ganado)

Figura 060-208
Puesta a Tierra para Dos o mas Edificios

Sustento de la Regla 060-210. El comentario de la Regla 060-204, se refiere al hecho de que aunque el conductor neutro normalmente está conectado a tierra, hay situaciones en las que algún otro conductor está conectado a tierra. Se ha listado en esta regla, los sistemas comunes e se ha indicado cuál de los conductores debe ser conectado a tierra.

Propósito de la Regla 060-210. Se establece un sistema uniforme de selección del conductor a ser conectado a tierra, de manera que no pueda haber confusión. Note que en esta regla se ha usado la palabra “neutro” sólo cuando el conductor verdaderamente es el neutro del sistema.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Conductor de Enlace Equipotencial de Cubiertas

Sustento de la Regla 060-300. Siempre hay la posibilidad que ocurra una falla entre un conductor energizado y la canalización o el blindaje del cable, o la chaqueta que lo cubre. Por lo tanto, se deben enlazar estas canalizaciones, blindajes y chaquetas donde sea posible. Sin embargo, como los conductores de acometida generalmente no cuentan con protección contra la sobrecorriente provista para los conductores en el lado de la carga del equipo de la acometida, se debe tomar especial cuidado para asegurar el enlace equipotencial de las canalizaciones y el blindaje de estos conductores conectados a tierra, para mantener una ruta efectiva de baja resistencia para la corriente de falla a tierra. Esto se hace, de manera que la falla sea detectada y eliminada tan pronto como sea posible y con un daño mínimo.

Propósito de la Regla 060-300. Se debe tomar especial cuidado para asegurar que las cubiertas de metal para los conductores y equipo de la conexión, estén enlazadas a tierra.

Sustento de la Regla 060-302. El principio que se establece bajo la Regla 060-300 se aplica a las canalizaciones y blindajes de cualquier conductor, pero se reconoce que existen condiciones donde se puede omitir el enlace equipotencial sin riesgo. De hecho, hay algunas situaciones en las que una puesta a tierra puede causar problemas. En la Subregla (1), están exentos los tramos cortos, bajo condiciones específicas. La Subregla (2), tiene por objetivo evitar las corrientes en el blindaje o chaqueta de cables de un solo conductor. En los cables unipolares que llevan 425 A o más, se establece un campo alrededor del cable que va a inducir una corriente en el blindaje o chaqueta del cable si se da una ruta para el flujo de tal corriente. Al conectar a tierra el blindaje o chaqueta de tal cable unipolar solamente en el extremo de la fuente y aislando cuidadosamente el cable de la tierra y del contacto con los blindajes y armaduras de otros cables en todos los otros puntos, se puede prevenir el flujo de tales corrientes.

Propósito de la Regla 060-302. (Véase la Figura 060-302(2)). En la Subregla (1), se han disminuido los requerimientos para el enlace equipotencial de una canalización a tierra si dicha canalización no pueda, cuando está energizada, hacer contacto con otro metal o con personas. Asimismo se reconoce que se puede dejar a las secciones cortas del metal protector sin puesta a tierra, si es que es razonablemente improbable que se lleguen a energizar.

En la Subregla (2), se da un método de prevención de flujo de corrientes de chaqueta en el blindaje o chaqueta de cables unipolares, y al mismo tiempo, un enlace a tierra efectivo.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

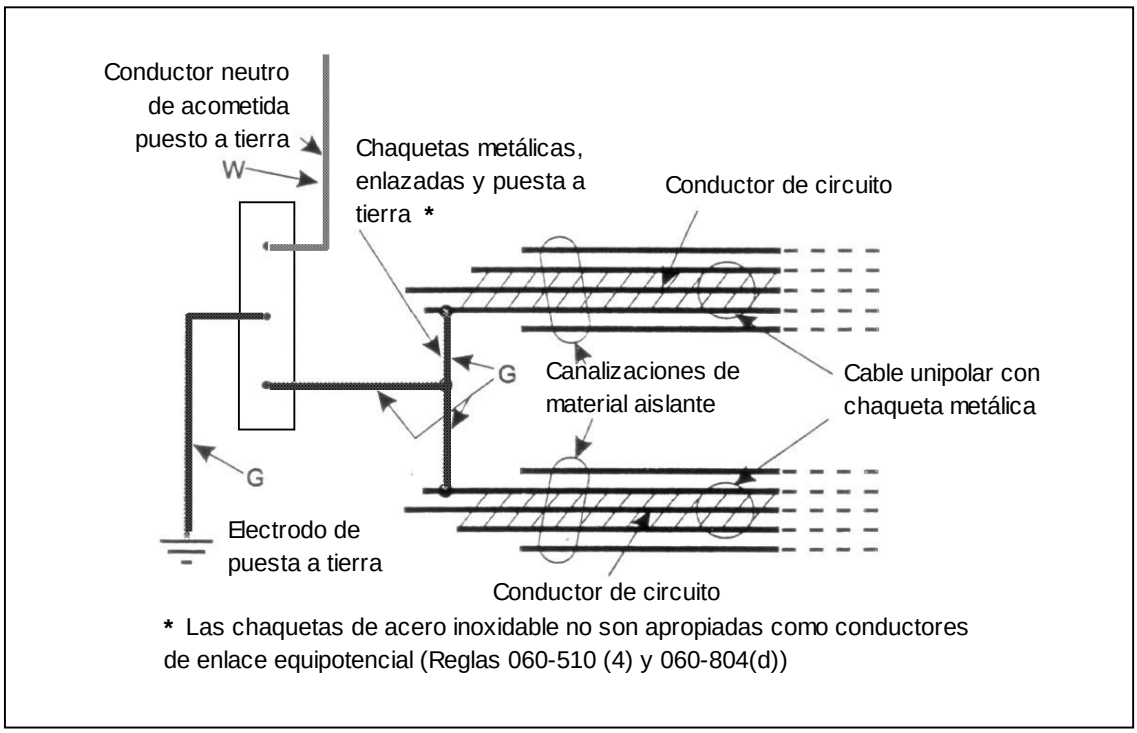


Figura 060-302(2)
Cubiertas Conductoras

Enlace Equipotencial de Equipos

Sustento de la Regla 060-400. En esta regla, se han listado las condiciones específicas bajo las que es necesario el enlace equipotencial del equipo eléctrico a tierra. Generalmente se quiere enlazar el equipo eléctrico a tierra cuando hay la posibilidad de que una persona toque el equipo y al mismo tiempo haga contacto con una superficie conectada a tierra o la tierra misma.

Propósito de la Regla 060-400. En los Párrafos (a) y (b), se indica que si está presente la tierra, ya sea como una cubierta de protección de metal para los conductores o como un conductor de puesta a tierra, se enlace a cualquier metal expuesto del equipo eléctrico. Se espera aplicar el término “alimentado por”, sólo a los conductores que están realmente conectados al equipo. Por ejemplo, un tomacorriente en una casa habitación va a estar en una caja que ha sido enlazada a tierra como se ha requerido en el Párrafo (b), pero no se requiere que sea puesto a tierra un aparato aprobado con un cordón de dos cables, porque el cordón no incluye un conductor de puesta a tierra.

En los Párrafos (c), (d), (e), (f) y (g), se requiere que el equipo eléctrico sea conectado a tierra por su ubicación. Los Párrafos (c), (d) y (e), se dan cuando existe la posibilidad de choque eléctrico cuando el equipo pueda ser tocado por una persona bajo condiciones normales en un lugar mojado, cerca a superficies conectadas a tierra o parados sobre la tierra. En el Párrafo (f), la intención es que al conectar a tierra toda parte metálica que no lleva corriente, se reduce la posibilidad de un arco que puede causar ignición en el lugar peligroso. No se requiere que todos los componentes del

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

metal de los edificios sean puestos a tierra. Se espera que el Párrafo (h) se aplique a grandes industrias y a equipos eléctricos para los que hay razones específicas para no enlazar el equipo a tierra. Los ejemplos de tales equipos son algunos hornos de aluminio y equipo de maniobras para la provisión de corriente continua para los trenes eléctricos.

Sustento de la Regla 060-402(1). Aunque la Regla 060-400 da una prescripción general para la puesta a tierra del equipo eléctrico, se ha encontrado útil listar ciertos tipos específicos de equipos eléctricos que siempre deben ser puestos a tierra. Generalmente estos aparatos son tales como motores, controladores, generadores, equipos de maniobra y similares, para los que la posibilidad de una falla a tierra interna es relativamente alta, o ambientes o lugares especiales, tales como garajes, teatros, cuartos de rayos X y las edificaciones que albergan ganado, donde una falla a un recinto de protección del equipo puede crear un peligro especial.

Propósito de la Regla 060-402(1). En esta regla, se ha dado una lista de situaciones especiales o tipos de equipo eléctrico en el que el equipo debe ser enlazado a tierra, sin considerar las excepciones permitidas por la Regla 060-400.

Sustento de la Regla 060-402(2). El propósito de la pantalla electrostática es conducir ruido/interferencia de alta frecuencia eléctrica a tierra. El fabricante debe enlazar a tierra las pantallas electrostáticas de transformadores, porque la experiencia ha demostrado que algunas pantallas estaban flotando o estaban puestas a tierra en forma incorrecta. Esto puede crear un peligro potencial para el personal que da servicio al transformador, así como eliminar el ruido/interferencia para lo que fueron diseñados.

Propósito de la Regla 060-402(2). La intención es asegurar que las pantallas electrostáticas sean enlazadas a tierra. Ya que las pantallas no llevan corriente de falla, la pantalla puede ser conectada a tierra usando la Regla 060-906(9), donde se requiere un conductor de enlace equipotencial aislado, o la Regla 060-814 y la Tabla 16.

Sustento de la Regla 060-402(3). Aunque los artefactos eléctricos habitualmente están localizados fuera del alcance del nivel del piso, presentan un peligro especial porque para dársele servicio, la persona tiene que ubicarse parada en una escalera. Bajo tales condiciones, aún un pequeño hormigueo puede resultar en un daño serio, la persona puede perder el equilibrio y caer. Las lámparas fluorescentes de arranque rápido, requieren de una superficie conectada a tierra cerca de la lámpara, para ayudar en el arco. Un artefacto no conectado a tierra puede ser que no arranque.

Propósito de la Regla 060-402(3). Con esta regla, se busca asegurar que la cubierta de aparatos de iluminación siempre esté a tierra y así se previene que se haga presente una tensión de hormigueo.

Sustento de la Regla 060-402(4). Los estudios han demostrado que el ganado es extremadamente sensible a los niveles de tensión tan bajos como 5 V y se ha notado un efecto definitivo en el bienestar del ganado en tensiones por debajo de este nivel donde existen además otras condiciones. En las aplicaciones de los comederos, el ganado que experimenta pequeños choques mientras bebe, subsecuentemente puede tomar sólo lo suficiente para sostenerse y así afectar el aumento de peso. Es difícil determinar sin una prueba extensa, la fuente de estas tensiones llamadas fuga de tensión. Para obtener mayores detalles ver el Sustento bajo la Regla 060-406(5). Se

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

han tomado precauciones especiales para mantener en dichas áreas, todo el metal a la misma tensión y al potencial de tierra.

Propósito de la Regla 060-402(4). La intención es conectar a tierra todos los equipos eléctricos a los que el ganado tenga acceso y tener un enlace a tierra que sea tanto eléctrica como mecánicamente seguro. Por esta razón, se ha requerido un mínimo de 16 mm2 a lo largo de la Sección del conductor de enlace equipotencial de cobre, suficiente para minimizar la caída de tensión sobre su longitud y lo suficientemente duro para que sea improbable que se dañe.

Sustento de la Regla 060-404(1). El término “sistema de alambrado no metálico” incluye a los sistemas con conductores que funcionan en tubería pesada no metálica así como en sistemas que usan cables no metálicos. Se incorpora en el cable un conductor de puesta a tierra o de enlace equipotencial o se pone en funcionamiento conjuntamente con los otros conductores en la canalización para poner una instalación de enlace equipotencial en cada salida y al final de cada circuito derivado. Sólo al hacer de esto un requerimiento, se puede proveer el enlace equipotencial del equipo eléctrico listado en las Reglas 070-400 y 070-402.

Propósito de la Regla 060-404(1). Se requiere que exista un conductor de enlace equipotencial en cada punto donde pueda ser necesario para enlazar el equipo eléctrico a tierra. Específicamente, esto se da en cada caja de salida, en cada caja de empalme o recinto metálico y al final de cada circuito derivado, ya sea si el cableado está en conducto no metálico o en cable no metálico.

Sustento de la Regla 060-404(2). No solamente el conductor de enlace equipotencial a tierra mantiene todas las partes a un potencial de tierra común, sino que bajo condiciones de falla, también debe transportar la corriente de falla hasta que los aparatos que protegen el circuito eliminen la falla tan rápido como sea posible, minimizando así el daño causado por la falla. Por lo tanto, se trata de mantener la impedancia de la corriente de falla del circuito tan bajo como sea posible. La impedancia del arco de un circuito se incremente conforme se incrementa la distancia entre los conductores que llevan la corriente.

Propósito de la Regla 060-404(2). Se considera importante que exista un conductor de enlace equipotencial en cada canalización, de manera que se pueda asegurar que el conductor de fase y el conductor de enlace equipotencial que están llevando la corriente de falla, están cerca el uno del otro. Cuando los conductores están instalados en paralelo, ya sea en cable o en una canalización, se requiere que el conductor de enlace equipotencial esté presente en cada grupo de conductores paralelos.

Sustento de la Regla 060-406(1). Cuando hay sistemas metálicos, tales como tubería o estructuras de acero o grandes cuerpos de metal tales como tanques o grandes máquinas en los edificios, hay la posibilidad de que el cableado eléctrico del edificio falle contra el metal y resulte en un arco, un choque eléctrico o fuego. Hay una particular preocupación por las instalaciones eléctricas donde la tensión es mayor a 1000 V porque las fallas de alta tensión no sólo crean un mayor riesgo o choque o lesión sino que también pueden crear una tensión de toque o una tensión de paso dentro y alrededor del edificio. En esta Subregla, se han citado algunos ejemplos específicos del equipo no eléctrico que deben ser enlazados a tierra, pero el principio va más allá de estos ejemplos y normalmente se encuentra que en la industria de la construcción, están unidos y enlazados a tierra todos los grandes componentes de metal tales como tanques y maquinaria, así como la construcción de acero en sí.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 060-406(1). Se han señalado a las grúas, elevadores no eléctricos y recintos de seguridad del equipo eléctrico como ejemplos de equipos que han de ser enlazados a tierra. Las Reglas 200-048 y 210-024 dan requerimientos más específicos para el enlace equipotencial de los elevadores y grúas.

Sustento de la Regla 060-406(2), (3) y (4). Los sistemas de tuberías metálicas de agua, los sistemas de tuberías metálicas continuas de desagüe y las tuberías interiores de gas pueden llegar a ser una ruta para que la corriente fluya a todas las partes del edificio si falla el alambrado eléctrico. También el sistema de tubería, sea su intención o no, puede tornarse en un electrodo de puesta a tierra y puede tener diferente tensión a tierra que el sistema eléctrico de puesta a tierra. En ambos casos, los sistemas de tuberías metálicas de agua, los sistemas de tubería metálicas de desagüe y la tubería interior de gas pueden crear fuego y peligros de choque a lo largo del edificio. Como consecuencia, se considera necesario enlazar todos los sistemas de tuberías a tierra del sistema eléctrico, a menos que el sistema de tuberías metálicas de agua esté siendo usado bajo la Regla 060-700 del electrodo de puesta a tierra.

Propósito de la Regla 060-406(2). (Véase la Figura 060-406(2)). Todos los sistemas de tuberías metálicas de agua en los edificios provistos con energía eléctrica y no usadas como un electrodo de puesta tierra bajo la Regla 060-700, deben ser enlazados a tierra. Como el sistema de tuberías puede convertirse en un electrodo, fuese este su propósito o no, se requiere que al menos se use un conductor de cobre de Sección no menor a 16mm^2 para el enlace del sistema de tuberías a tierra. Esto debe asegurar que cualquier corriente de falla en el sistema de tuberías no va a quemar el conductor de enlace equipotencial.

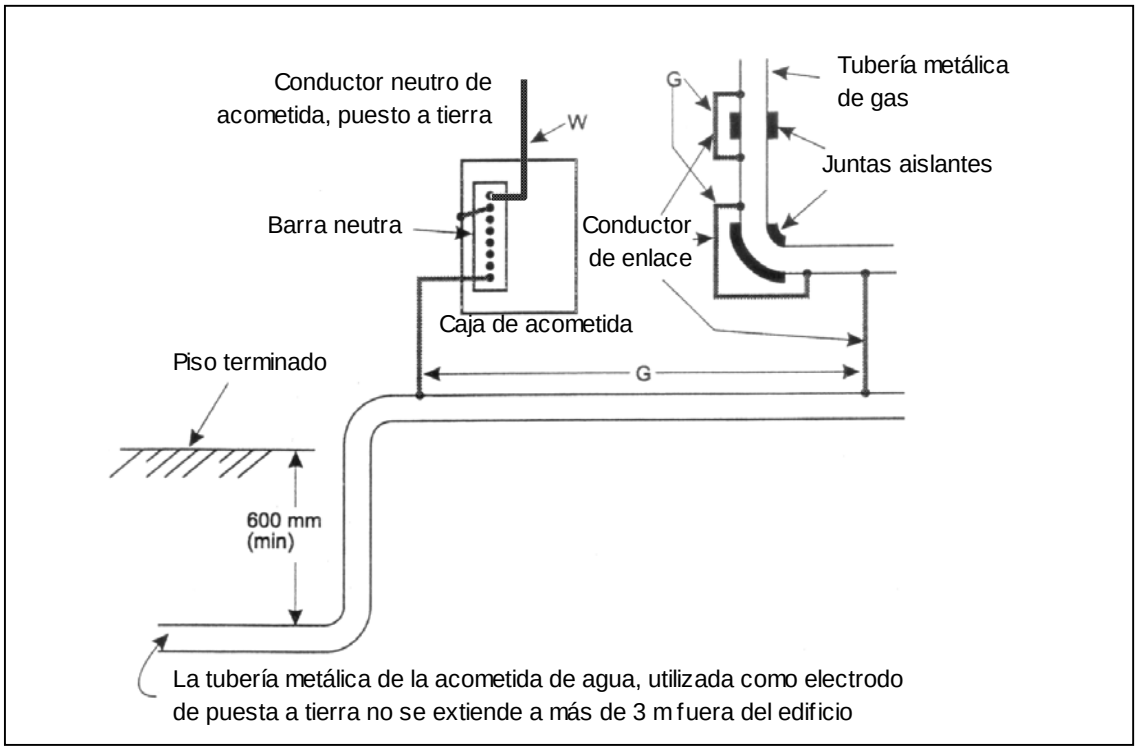


Figura 060-406 (2)
Enlace Equipotencial del Sistema de Suministro de Agua y Gas

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 060-406(3). Se requiere que todos los sistemas continuos de tuberías metálicas de desagüe en los edificios provistos de energía eléctrica sean enlazados a tierra. Ya que el sistema de tuberías puede convertirse en un electrodo de puesta a tierra, es necesario que el sistema continuo de tuberías metálicas de desagüe sea enlazado al conductor de puesta a tierra del sistema eléctrico o al sistema de tuberías metálicas de agua puesto a tierra. El puente del enlace equipotencial debe ser un conductor de cobre de Sección no menor a 16 mm^2 .

Consideraciones de Campo para la Regla 060-406(3). Para los servicios grandes, es aconsejable seleccionar el conductor de enlace equipotencial de la Tabla 16 del Código y así asegurar la integridad del conductor de enlace equipotencial. El conductor de enlace equipotencial, debe estar unido al sistema de tuberías metálicas de agua, tan cerca como sea posible a la entrada de la acometida eléctrica del consumidor y en el lugar donde el alimentador del sistema de tuberías metálicas de agua ingrese a un granero u otro edificio.

Propósito de la Regla 060-406(4). Para eliminar los peligros que puedan ser causados por la energización de la tubería interior de gas, el Código requiere que la tubería de gas sea enlazada a tierra. Es necesario que la tubería de gas sea enlazada al conductor de puesta a tierra del sistema eléctrico por un conductor de enlace equipotencial de cobre de Sección no menor a 16mm^2 . Se requiere que el conductor de enlace equipotencial sea conectado a la tubería interior del gas en un lugar tan cerca como sea posible a la acometida eléctrica del consumidor y donde el alimentador de la tubería metálica de gas ingrese al edificio. Cuando la continuidad eléctrica de la tubería interior metálica de gas está interrumpida por el aislamiento de manguito o dispositivos, es necesario que un puente de enlace equipotencial sea instalado a través de dichas conexiones para hacer al sistema conductivamente continuo.

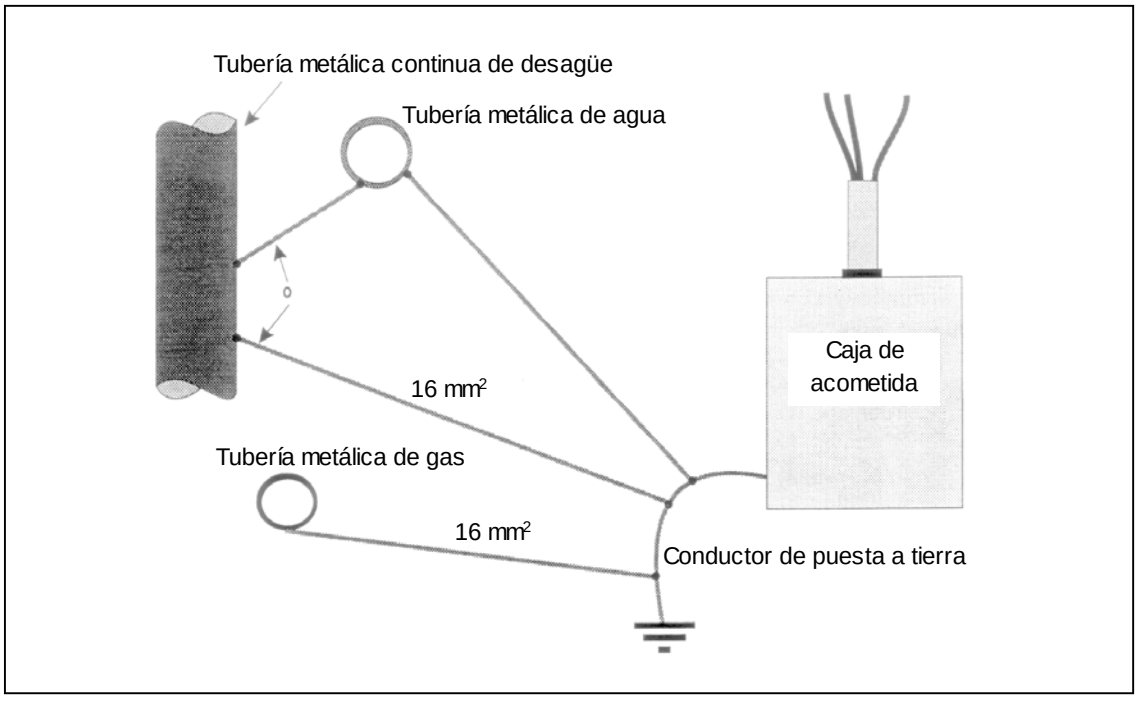


Figura 060-406 (3)
Enlace Equipotencial de Equipo No Eléctrico

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-406(5). Bajo la Subregla 060-402(4), se discute las condiciones especiales que tienen los bebederos de ganado en los comederos y las áreas abiertas de alimentación. En esta Subregla, nos ocupamos de todas las estructuras/equipos/aparatos metálicos y la necesidad de obtener un plano equipotencial en los edificios de ganado que estén o no asociados al sistema eléctrico del edificio. Se ha usado un conductor grande de manera que no pueda ser fácil o accidentalmente desconectado o roto y para mantener todo el metal en dichas áreas en el mismo potencial que la tierra (enlace equipotencial).

Se reconoce un aparato conectado en serie con el conductor de enlace equipotencial donde éste no se considere un método efectivo para eliminar los problemas de tensión de desviación y hormigueo.

Propósito de la Regla 060-406(5). La intención es buscar mantener a todo metal en una área de ganado, incluyendo el piso de la red de suministro, al mismo potencial que la tierra bajo y alrededor del edificio. Esto debe reducir las diferencias de tensión que aparecen cuando un animal hace contacto con el metal. El Código requiere que el conductor de enlace equipotencial no sea menor a un conductor de cobre de Sección de 16mm^2 .

Cuando la diferencia de corrientes de dispersión a tierra pueda causar diferencias de tensión (por ejemplo, tensiones de hormigueo) entre el metal, equipo eléctrico y tierra dentro de un edificio que alberga ganado, el Código permite un aparato aprobado a ser instalado en serie con el conductor de enlace equipotencial

Consideraciones de Campo para la Regla 060-406. Algunas de las causas comunes reconocidas de la tensión de dispersión u hormigueo son:

(a) falla del aislamiento en el equipo eléctrico;
(b) equipo de cerco eléctrico;
(c) caída de la tensión en el sistema neutro secundario;
(d) flujo de corriente neutra primaria y secundaria a tierra;
(e) desbalance en un sistema trifásico secundario;
(f) campos eléctricos/magnéticos acoplados;
(g) sistemas defectuosos de puesta a tierra;
(h) corriente continua de fuentes de granja
(i) sistema eléctrico en una propiedad vecina que comparte un neutro primario común.

La tensión de dispersión puede ser estable o transitoria y normalmente tiene más de una fuente, lo que hace difícil determinar la causa. Antes de considerar la instalación de un aparato en el conductor de enlace equipotencial para eliminar la dispersión de corrientes de tierra, se debe chequear cuidadosamente el sistema de puesta a tierra y enlace equipotencial en el edificio para cumplir con los requerimientos del Código.

Sustento de la Regla 060-406(6). Los pisos elevados o falsos pisos que se encuentran en algunos ambientes de procesamiento de datos y otros lugares, están hechos de un gran número de componentes de metal conectados (por ejemplo, pedestales de apoyo o paneles de piso). La preocupación es el falso piso de metal que apoya a todo el equipo eléctrico de comunicaciones donde se pretende interconectar al equipo con cordones flexibles o cables, tubería pesada flexible hermética al líquido y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cables de aparatos trabajando bajo el falso piso, como en la Regla 070-020(1). Los soportes de metal para el falso piso pueden energizarse debido a la falla entre el cableado y los componentes de metal del piso. Por lo tanto, el falso piso de metal debe ser enlazado a tierra en forma adecuada. No es suficiente simplemente enlazar una esquina del ensamblaje del piso, porque no se puede asumir que las uniones de interconexión de los componentes del piso de metal tengan una impedancia baja uniforme al flujo de la corriente eléctrica.

Propósito de la Regla 060-406(6). Se requiere que cada cuarto pedestal de un falso piso, sea enlazado a tierra mediante un conductor de cobre de Sección de 16 mm^2 . Esto debe asegurar que no haya un punto en el sistema del piso que tenga una impedancia a tierra que inhibiese el flujo de corriente de falla y que no hubiese diferencia de tensión sobre todo el sistema del piso.

Sustento de la Regla 060-408. Se ha establecido el principio de que las partes de metal que no llevan corriente del equipo eléctrico deben estar enlazadas a tierra y que esto incluye al cordón conectado o al equipo eléctrico portátil; sin embargo, se ha tenido que reconocer un número de excepciones. Muchos aparatos (por ejemplo, aparatos caseros y lámparas) no están obligados a estar equipados con cordones de 3 conductores, con enchufes de puesta a tierra por los Estándares bajo los que han sido manufacturados y certificados. Más aún, a pesar de la existencia de aparatos certificados, que no se requiere que sean puestos a tierra, hay ciertas situaciones (por ejemplo, en lugares húmedos o peligrosos, en exteriores, en pisos de metal o dentro de las estructuras metálicas) donde, por la posibilidad de un choque eléctrico, el equipo debe ser enlazado a tierra. En forma similar, como el riesgo de daño se vuelve mayor conforme se eleva la tensión, los aparatos que operan a más de 250 V deben estar enlazados a tierra, aunque aquí también hay ciertas excepciones como se mencionan en la Regla 060-400(h).

Se reconoce que los aparatos doblemente aislados no necesitan, en realidad no deben estar enlazados a tierra. Estos aparatos normalmente no tienen ningún metal expuesto y tienen un aislamiento extra o especial, haciendo virtualmente imposible que el usuario haga contacto con una parte energizada. Más aún, la excepción citada en la Regla 060-114 que permite que ciertos circuitos operen a menos de 50 V, también se extiende al equipo eléctrico portátil conectado a dichos circuitos.

Propósito de la Regla 060-408. (Véase la Figura 060-408(4). Se requiere que todos los equipos eléctricos portátiles sean enlazados a tierra si es que son:

(a) usados en un lugar peligroso;

(b) fijos dotados con medios para puesta a tierra (por ejemplo, un cordón con un conductor de enlace equipotencial y un enchufe con puesta a tierra como para un sistema estándar de aplicación),

(c) usados en un lugar húmedo o mojado

(d) usados por una persona parada en el piso

(e) usados por una persona parada en un piso metálico o en un tanque o caldero;

(f) operando a más de 250 V a tierra; o

(g) si es un equipo de Rayos X.

Se exceptúa al equipo eléctrico portátil de los requerimientos de estar enlazado a tierra si es que está:

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(a) provisto a través de un transformador aislado con un secundario no enlazado a tierra de no más de 50 V;

(b) conectado con cordón y aprobado, con un cordón de dos cables sin provisión para un enlace equipotencial a tierra;

(c) operando a más de 250 V a tierra pero que es:

(i) un motor que está protegido contra el contacto del personal; o

(ii) un aparato eléctricamente calentado o uno que en la práctica no puede ser puesto a tierra, probando que es aceptable dejarlo aislado de la tierra;

(d) doblemente aislado. Las herramientas y equipo están marcados con las palabras "doblemente aislado" o su símbolo; o

(e) usado en un lugar donde no sea posible o práctico enlazar el equipo eléctrico portátil a tierra y el equipo esté provisto de un interruptor portátil de corriente de falla de aislamiento doble a tierra.

Se requiere que esta última excepción sea para el equipo eléctrico que puede ser usado en ciertos lugares de construcción o lugares similares donde la energía generalmente está provista por un generador portátil o montado en un vehículo.

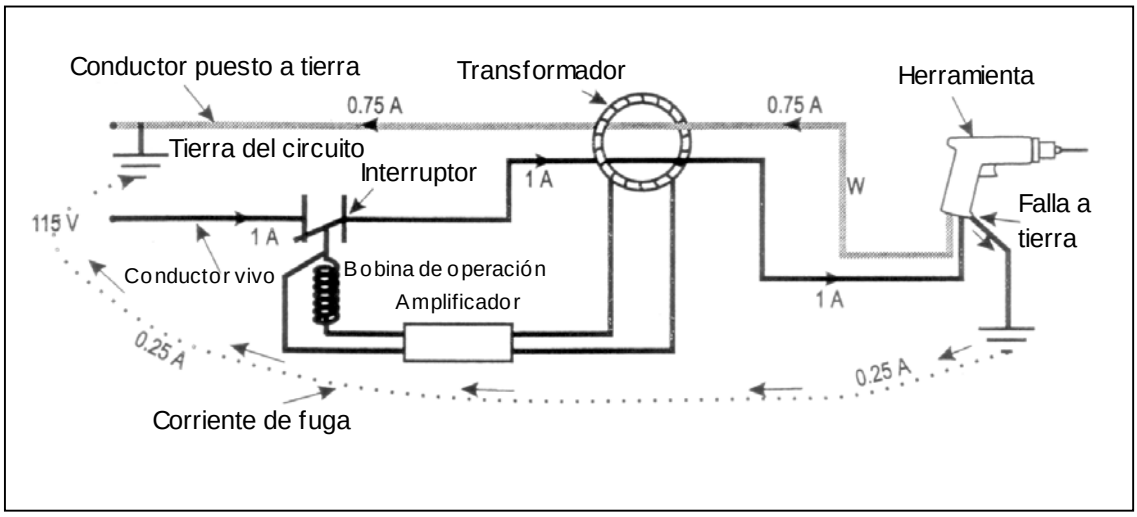


Figura 060-408 (4)
Interruptor de Falla a Tierra

Sustento de la Regla 060-410. En la Regla 060-116, se discute la puesta a tierra de los Bobinados secundarios de los transformadores y en esta regla, se trata sobre el enlace equipotencial a tierra de las partes metálicas expuestas a tierra. Se ha hecho una excepción para los transformadores de medición donde la tensión no es mayor a 250 V a tierra. Esto permite que los transformadores de 380/220 V, trifásicos, de acometida al consumidor sean montados en una base de madera sin la necesidad de poner un conductor para enlazar los transformadores a tierra. Tales transformadores normalmente no están fácilmente accesibles a otras personas que las calificadas.

Propósito de la Regla 060-410. Enlazamos la caja o marco de todos los transformadores y los conectamos a tierra con excepción de los transformadores de medición que operan a no más de 250 V a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-412. En esta regla, sólo se han considerado los instrumentos, medidores, relés que están conectados a los circuitos de no más de 1 000 V . Se han usado diferentes métodos para el enlace equipotencial de los instrumentos, medidores y relés a tierra, dependiendo del uso y ubicación del aparato, de la calificación de quienes tienen acceso a ellos y la tensión en que operan. Por ejemplo, si un instrumento está operando a más de 300 V a tierra y si está accesible a personal no calificado, se van a enlazar a tierra no sólo la caja del instrumento, sino todas las otras partes de metal, tales como los botones de reajuste o asas. Sin embargo, si el instrumento está montado en el frente muerto de un tablero y por lo tanto no está dentro del alcance de otras personas que las calificadas, solamente se necesita enlazar a tierra la caja. Normalmente se hace esto simplemente montando el instrumento en un panel de acero que está puesto a tierra a través de un sistema de enlace equipotencial del tablero. Finalmente, si el instrumento está en el frente aislado del panel de un tablero que también es la superficie de montaje de las partes vivas expuestas, no se enlaza el instrumento a tierra, sino simplemente se pone un piso de caucho al frente del tablero. De otra forma, hay el peligro de arco o de fallas entre la caja del instrumento puesto a tierra y las partes vivas cerca de éste.

Propósito de la Regla 060-412. El siguiente cuadro ilustra el propósito de esta regla.

Enlace Equipotencial de las Cajas de los Instrumentos, Medidores y Relés

TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
No montado en tablero	Tablero de frente muerto	Tablero de frente vivo
Usado por una persona no calificada	Sólo personal calificado	Sólo personal calificado
De 300 V a 1 000 V	Cualquier tensión superior a los 1 000 V	Cualquier tensión superior a 1 000 V
Conexión directa	Transformador o conexión directa	Transformador o conexión directa
En esta instalación, la caja a tierra y todas las partes de metal expuestas.	En esta instalación solamente la caja a tierra.	En esta instalación no está la caja a tierra pero se pone un piso de caucho para más de 250 V

Sustento de la Regla 060-414. Se conecta a la mayoría de los instrumentos de alto tensión, medidores y relés a través de transformadores de manera que la tensión que aparece en el aparato no sea mayor a 1000V . Sin embargo, donde no se pueden aislar dichos aparatos por medio de transformadores, se minimiza la gradiente de la tensión a lo largo del aparato al no conectarlo a tierra y se pone en un lugar donde no pueda ser tocado. Se consigue ya sea montándolo sobre una elevación que esté lejos del alcance o colocándolo dentro de un lugar vigilado, tal como dentro de un recinto de protección o dentro de un equipo de maniobra. La excepción a esto es un aparato (por ejemplo, un detector de puesta a tierra) que requiere de una puesta a tierra para su operación. En este caso, se requiere que el instrumento y su caja sean conectados a tierra, pero aún ubicados fuera del alcance.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 060-414. Se debe limitar el acceso a los aparatos de alta tensión, tratándolos como si estuviesen expuestos, conductores vivos. De acuerdo a esto, no es necesario enlazar dichos aparatos a tierra; de hecho, tales enlaces equipotenciales deben ser evitados porque van a crear una gradiente de tensión alta que puede resultar en una falla del aislamiento del aparato.

Métodos de Puesta a Tierra

Sustento de la Regla 060-500. Se ha listado en esta regla cuatro requerimientos básicos para el conductor de puesta tierra. Como esta regla hace referencia al equipo eléctrico y a las cubiertas de conductores, se considera aplicarlo también a los conductores de enlace equipotencial si son usados para enlazar a tierra. Los cuatro requerimientos son como sigue:

(a) El conductor debe ser permanente y continuo. Esto significa que debe ser lo suficientemente duro mecánicamente hablando para resistir un tratamiento rudo, a menos que sea protegido de otra manera. No debe tener ningún aparato de desconexión, fusible o interruptor en la ruta de puesta a tierra y los puntos de conexión deben estar seguros y protegidos. En la Regla 060-800 y en las reglas de la siguiente Subsección, se han dado los requerimientos específicos que se extienden de esta regla, dando concesiones o inflexibilidad a los requerimientos para situaciones específicas. Por ejemplo, la Regla 060-800 permite una desconexión en los conductores de enlace equipotencial o de puesta a tierra siempre y cuando se desconecten todos los conductores simultáneamente; y la Regla 060-806(1) no permite una unión o empalme en un conductor de puesta tierra, excepto para barras, soldadura exotérmica y ciertas conexiones de compresión.

(b) El conductor debe ser de calibre suficiente como para conducir cualquier corriente de falla predecible en la cantidad de tiempo que los dispositivos de sobrecorriente les permitan fluir. Aunque un conductor puede llevar considerablemente mayor corriente durante la condición de falla de su capacidad de corriente normal, no se debe permitir elevar la temperatura del conductor más allá de un punto que pudiese dañar el aislamiento en el conductor en sí o el aislamiento de otros conductores que pueden estar en contacto.

(c) La impedancia de la ruta del conductor a tierra debe ser lo suficientemente baja como para que no pueda aparecer una tensión peligrosa. Para los sistemas con una tensión no mayor a 1 000V, se logra esto si se alcanzan los otros requerimientos. Por otro lado, los sistemas de puesta a tierra de alta tensión, pueden ser lo suficientemente grandes y seguros para manipular la corriente de falla y operar los aparatos protectores pero puede ser que no limite aún la elevación de la falla de tensión a tierra a un nivel seguro. Este problema se trata en la Sección 190.

(d) Como la mayoría de los dispositivos de sobrecorriente tienen la característica del tiempo inverso, la impedancia de la ruta de la falla a tierra debe ser lo suficientemente baja como para operar los dispositivos de sobrecorriente tan pronto como sea posible. En el Anexo B sugerimos que la ruta completa de la falla del conductor del circuito, conjuntamente con el enlace de retorno, tengan una impedancia que permita al menos cinco veces el ajuste de corriente del

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

dispositivo de sobrecorriente cuando ocurra una falla de impedancia despreciable. Esto sería para una falla que ocurra al extremo final de un circuito derivado o alimentador.

Propósito de la Regla 060-500. Se requiere que bajo una operación normal o bajo la condición de falla más severa, los conductores de enlace equipotencial y de puesta a tierra vayan a llevar la corriente de falla sin dañarse, en forma eficiente, como para permitir el rápido funcionamiento de los dispositivos de sobrecorriente y que la elevación de la tensión debido a la corriente de falla, se vaya a limitar a un nivel seguro.

Sustento de la Regla 060-502. El conductor de puesta a tierra es el conductor que conecta el electrodo de puesta a tierra al conductor del circuito identificado en la acometida del consumidor. En esta regla, se reconoce que un puente de enlace puede conectar la canalización y el sistema de enlace del equipo eléctrico al punto donde son llevados conjuntamente el conductor del circuito identificado y el conductor de puesta a tierra. En esta forma, se usa el sistema de electrodo simple para conectar a tierra tanto para el conductor del circuito como el sistema de enlace del equipo de canalización.

Propósito de la Regla 060-502. En esta regla se establece que se puede unir la canalización y el sistema de enlace del equipo eléctrico de regreso a la tierra del sistema del circuito y que se puede usar un conductor común de puesta a tierra para hacer la conexión al electrodo de puesta a tierra.

Sustento de la Regla 060-504. Esta regla es una acompañante de la Regla 060-502. Una vez que se ha establecido que el circuito a tierra, la canalización y el sistema de enlace del equipo pueden ser conectados y llevados al electrodo de puesta a tierra sobre el mismo conductor de puesta a tierra, también se debe aceptar un sistema de electrodo de puesta a tierra común.

Propósito de la Regla 060-504. Se reconoce que puede haber un electrodo de puesta a tierra común o un sistema de electrodo al que ambos, el conductor del sistema eléctrico identificado y todos los metales enlazados pueden ser conectados.

Sustento de la Regla 060-506. Existen casos en que los sistemas eléctricos de servicio público requieren que la chaqueta, blindaje o tubería metálica pesada de sus sistemas de distribución no estén en contacto con un metal puesto a tierra en las instalaciones de los consumidores. Esto permite, la protección de sus sistemas contra la corrosión por intermedio del control y eliminación de las corrientes de chaquetas, la prevención del contacto entre metales disímiles y por la facilidad de establecer una tensión catódica de protección en la chaqueta, blindaje o tubería pesada. Estos métodos de control de corrosión sólo pueden ser usados si no hay contacto de metal con metal entre el sistema de distribución de servicios público y el metal de puesta a tierra en las instalaciones de los consumidores. Con la introducción de los sistemas subterráneos de servicios públicos encerrados en plástico u otro tipo de tubería pesada no metálica, se torna de aplicación rara esta práctica.

Propósito de la Regla 060-506. Se permite ″aislar la chaqueta, blindaje o canalización metálica del sistema de suministro eléctrico, de la canalización del consumidor, en aquellas situaciones en que los suministradores de servicio público de electricidad no desean tener interconectados los dos sistemas de puesta a tierra″.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-508. Excepto por lo permitido en la Regla 060-302, se enlazan todas las canalizaciones y blindaje del cable a tierra para prevenir la posibilidad de que se energicen por una falla no detectada. Una razón más para que estén enlazados a tierra es que se espera que todas las canalizaciones y blindaje del cable sean puestos a tierra de manera que cuando se reparen o se extienda un sistema eléctrico, se asuma que cuando se hace una conexión a una canalización existente, se debe hacer una adecuada conexión al sistema de enlace equipotencial del edificio.

Propósito de la Regla 060-508. El propósito es que todas las canalizaciones y blindaje del cable sean conectados y enlazados a tierra o si una Sección de la canalización o el blindaje del cable deben estar separados, sean éstos enlazados a tierra por un método aceptable.

Sustento de la Regla 060-510. Cuando se enlaza equipo eléctrico a tierra, se debe asegurar que la integridad de dicha conexión de enlace cumpla la función de hacer que el enlace funcione en todas las circunstancias. Se reconoce que para este propósito, son apropiados una canalización metálica o un conductor de enlace equipotencial dedicado. La canalización encierra a los conductores del circuito y el conductor de enlace separado corre dentro de la canalización, siguiendo la misma ruta que los conductores del circuito, asegurando así el uso de la más baja impedancia posible. Sin embargo, no se consideran apropiados al blindaje flexible de la mayoría de los cables, al blindaje de tubería pesada metálica hermética al líquido y a la chaqueta de acero inoxidable del cable aislado de mineral, para ser conductores de enlace, porque la impedancia de la ruta de enlace en estas construcciones es demasiado alta para alcanzar un enlace a tierra adecuado. Más aún, no se puede asumir que una canalización que corre bajo tierra o en un ambiente húmedo o corrosivo va a permanecer continua o que vaya a tener una impedancia baja aceptable a lo largo del tiempo. Por lo tanto, no se puede aceptar tales canalizaciones como conductores de enlace.

Hay una excepción específica a la regla que no permite el blindaje como un medio de enlace. Esto está en la Regla 180-224, que permite que un conductor de alta tensión vaya desde un transformador hasta el electrodo montado para ser usado con el conductor de enlace equipotencial. En esta excepción, los flujos son siempre relativamente cortos y la tensión siempre es alta, de manera que de la impedancia un tanto mayor de la ruta de enlace no es significativa.

También se reconoce en esta regla que pueden haber otros métodos para proveer un enlace a tierra adecuado. Esto puede ser un conductor que no corre con el conductor del circuito pero que es de impedancia suficientemente baja o puede ser algún otro método que ha demostrado, por un estudio de ingeniería, ser apropiado.

Propósito de la Regla 060-510. Se requiere que un conductor de enlace sea seguro y que tenga la impedancia tan baja como sea posible. Por lo tanto se reconoce:

(a) canalización metálica, a menos que corra bajo tierra o esté en un lugar mojado, húmedo o corrosivo o

(b) chaqueta metálica o blindaje de cable, a menos que corra bajo tierra o esté en un lugar mojado, húmedo o corrosivo o a menos que el blindaje esté en un cable que incluya un conductor de enlace o a menos que sea una chaqueta de acero inoxidable en un cable de aislamiento mineral o

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(c) un conductor desnudo de enlace o que tenga un aislamiento de color verde, que corra en un cable o que corra en una canalización conjuntamente con los conductores del circuito u

(d) otros métodos sujetos a un estudio especial y que sean aceptables.

No se reconoce la armadura de un conducto metálico flexible o conducto metálico hermético al líquido, como un conductor de enlace equipotencial, puesto que no podemos depender del blindaje para tener la impedancia coherentemente baja.

Sustento de la Regla 060-512. Bajo la Regla 060-408, se requiere que algunos pero no todos los equipos eléctricos portátiles, sean enlazados a tierra. No se pretende que sea una conexión casual a un metal puesto a tierra, sino que debe ajustarse a los mismos principios para la puesta a tierra del equipo fijo: la conexión debe hacerse a una salida que tenga un terminal de puesta a tierra, el conductor de enlace debe ser una parte o correr con los conductores del circuito y debe hacerse la conexión por medio de un enchufe y un tomacorriente apropiados para tal propósito. Aunque en esta regla se permite que el recinto o cubierta metálica de los conductores sea el conductor de enlace equipotencial, no podemos usar el blindaje de la mayoría de los cables blindados o el metal flexible o la tubería pesada metálica hermética al líquido como enlace equipotencial.

Propósito de la Regla 060-512. (Véase la Figura 060-512). Se enlaza el equipo eléctrico portátil por medio de tomacorrientes y enchufes apropiados que tienen un medio para enlace a tierra y por medio de cordones o cables que incorporan un conductor de enlace equipotencial.

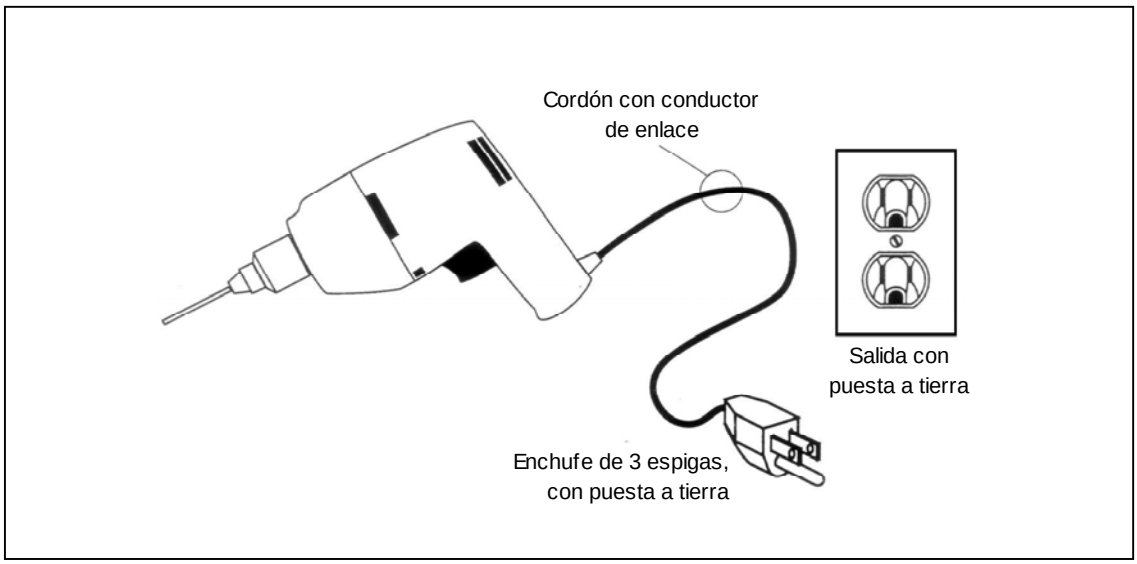


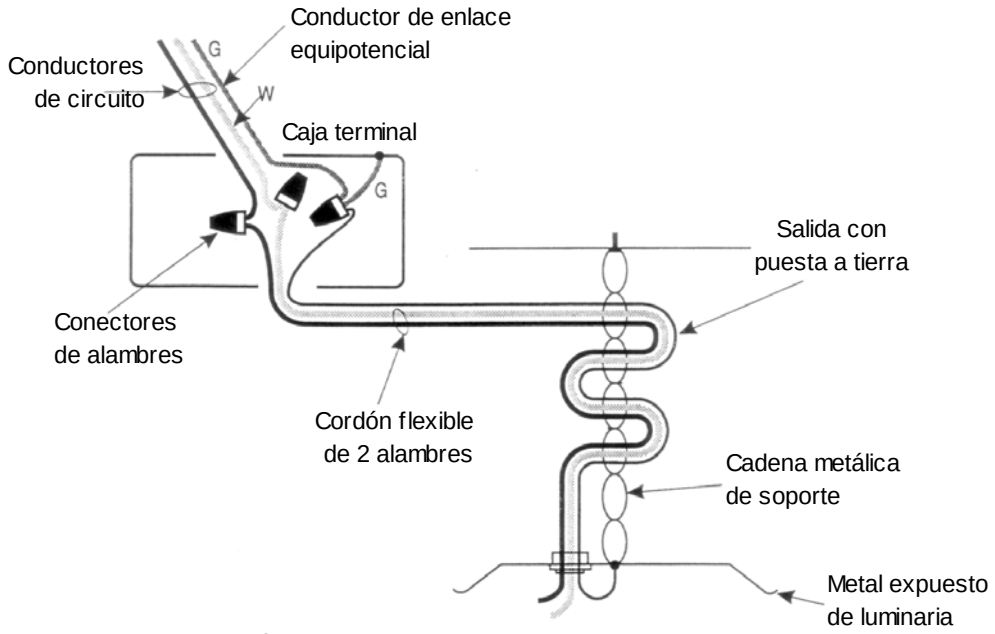
Figura 060-512
Equipo Eléctrico Portátil - Se Requiere Enlazarlo a Tierra

Sustento de la Regla 060-514. Se trata a los equipos colgantes exactamente como se trata al equipo eléctrico fijo. Se debe tener cuidado de dar una conexión de enlace equipotencial segura bajo todas las condiciones. Por lo tanto, se puede usar el vástago de un aparato para el enlace siempre y cuando haya un contacto seguro de metal con metal en cada terminación, pero no se considera que una cadena sea adecuada

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

porque no se puede esperar que los contactos entre los eslabones sean permanentes y confiables.

Propósito de la Regla 060-514. (Véase la Figura 060-514). Se requiere que el equipo eléctrico colgante que va a ser enlazado a tierra, sea conectado solamente a una salida, que tenga el conductor de enlace y que la conexión de la salida al equipo sea a través de un conductor desnudo o de color verde o de una combinación de color verde/amarillo, aislado que corra con el circuito, con los conductores o que sea el vástago o la cubierta que lleva los conductores. Cuando la conexión colgante se suspende por una cadena, se acepta que un cordón de dos cables se ate a lo largo de la cadena, siempre y cuando corra también un conductor de enlace pelado a lo largo y al lado de éste a través de los eslabones de la cadena.



Nota: Ver Sección 170 paraa alambrado de luminarias.

Figura 060- 514
Equipo Eléctrico Colgante

Sustento de la Regla 060-516. Subregla (1). En la Regla 060-204 se establece que el conductor del circuito debe estar puesto a tierra en la acometida del consumidor y no en un punto más allá de éste, porque no se quiere que la corriente normal del circuito fluya a través del sistema de enlace y se impongan así diferencias de tensión conforme caiga ésta a lo largo del conductor de enlace equipotencial.

Subregla (2). Se reconoce que el equipo eléctrico pueda ser enlazado a tierra por medio del conductor puesto a tierra del circuito, en el lado de la línea de acometida y de esta forma, verdaderamente se pone a tierra la base del medidor. Al hacer esto, se asegura que la acometida de la tubería pesada esté bien puesta a tierra y que la pérdida de una unión en la tubería pesada, a pesar de los requerimientos de la Regla 060-606, no va a implicar la posibilidad de que la acometida de la tubería pesada se energice por una falla dentro de la tubería pesada. En la Regla 040-308, se permite

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

que el neutro de los conductores de acometida esté pelado y en un contacto eventual con la canalización de acometida a todo lo largo de ésta.

Subregla (3). Se ha hecho provisión para el uso de un filtro de la tensión de hormigueo, un aparato para eliminar las pequeñas tensiones que pueden ocurrir en graneros y otras áreas donde se tiene al ganado. Se inserta un filtro de tensión de hormigueo en la conexión entre el conductor del circuito y el electrodo de puesta a tierra. Por lo tanto, no habrá conexión del conductor identificado del circuito a tierra, excepto a través del filtro de tensión de hormigueo; de otra forma, el filtro va a ser puenteado, tornándose ineficaz.

Propósito de la Regla 060-516. Se requiere aislar completamente al conductor puesto a tierra del circuito, del conductor de enlace en todos los puntos con excepción de la caja de acometida, pero se requiere que sea usado para enlazar cualquier base de medidor que esté ubicado en el lado de la línea de la acometida. Cuando se usa un filtro de tensión de hormigueo, se enlaza el conductor del circuito solamente a través del filtro y no en otro punto.

Sustento de la Regla 060-518. Un calentador de agua tipo electrolítico, que normalmente se encuentra sólo en aplicaciones industriales, depende del flujo de corriente a través del agua para proveer el calor (el agua en sí es el elemento y el tanque es uno de los terminales y está conectado al conductor del circuito puesto a tierra). Como el tanque también está enlazado a tierra, esto viola la Regla 060-516. Por lo tanto, en esta regla se ha hecho la provisión para el uso de estos tanques al requerir una conexión asegurada y dedicada entre el tanque y el conductor puesto a tierra en la caja de acometida y asegurar que el sistema esté bien conectado a un electrodo de puesta a tierra.

Propósito de la Regla 060-518. Se ha hecho una provisión para la situación especial presente en el calentador de agua tipo electrolítico. Como la conexión de este dispositivo contraría a la intención de mantener una separación entre el conductor del circuito puesto a tierra y el conductor de enlace equipotencial, se ha provisto una conexión especial de enlace al tanque desde el calentador para minimizar la posibilidad de la aparición de tensión en el tanque o un flujo excesivo de corriente en el conductor equipotencial.

Métodos de Enlace Equipotencial

Sustento de la Regla 060-600. Para que la resistencia de la ruta de enlace sea tan baja como sea posible, se han tomado todas las precauciones para eliminar cualquier cosa que pueda restringir el flujo de corriente de falla. La mayoría de las pinturas son buenos aisladores como los son muchos otros revestimientos protectores. Por lo tanto, se debe remover este material de cualquier superficie que va a ser parte de la ruta de enlace.

Propósito de la Regla 060-600. Se debe tener cuidado de limpiar y librar de cualquier revestimiento o material que pueda inhibir el flujo de corriente, de cada punto de la superficie que va a tener contacto para una ruta de enlace.

Sustento de la Regla 060-602. Dos metales diferentes conectados juntos. en ciertos ambientes pueden hacer que ocurra la acción galvánica. El resultado de acción

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

galvánica es la deterioración (desgaste) de un o ambos metales. La acción galvánica puede ocurrir sobre una conexión equipotencial, deteriorándolo y, de no ser detectada, puede crear una potencial condición peligrosa.

Propósito de la Regla 060-602. Se requiere que cuando se usen metales disímiles para hacer conexiones de enlace equipotencial, se deben usar materiales y métodos para minimizar los efectos corrosivos de la acción galvánica.

Sustento de la Regla 060-604. Como existe la posibilidad de que ocurra una falla entre un conductor de acometida y su canalización o la cubierta del equipo eléctrico de la conexión en un punto anterior del interruptor o fusible de la conexión, falla que puede resultar en un flujo grande de corriente a través de los conductores de enlace equipotencial y de puesta a tierra por un tiempo considerable, hay la preocupación de asegurar que exista una ruta a tierra de baja impedancia desde todos las partes metálicas que no llevan corriente del equipo de la conexión. Por lo tanto, se requiere en forma especial, un alto nivel de integridad de enlace equipotencial para este equipo.

Propósito de la Regla 060-604. El propósito es que sólo los métodos más seguros y confiables de enlace equipotencial, sean usados para la acometida del equipo eléctrico, canalizaciones de acometida y el blindaje o canalización metálica de los conductores de puesta a tierra.

Sustento de la Regla 060-606. Como las contratuercas y manguitos se pueden aflojar, o en ciertas situaciones puedan ser difíciles de ajustar en forma apropiada (por ejemplo, acoplamientos roscados en tubería pesada que ingresa a los paneles de acometida), no se les puede considerar suficientemente confiables como enlace equipotencial del equipo eléctrico de la acometida.

Propósito de la Regla 060-606. En esta regla se han listado cuatro métodos para hacer una conexión de enlace equipotencial que asegure que la ruta de éste sea segura y continua. También se enfatiza en el párrafo 1 (c) que solamente los puentes de enlace equipotencial deben estar conforme las Reglas 060-116 y 060-906.

Sustento de la Regla 060-608. Aunque no se use la armadura o cinta metálica del cable de acometida como una conexión de enlace, el propósito es que la armadura o cinta metálica esté propiamente enlazada a tierra. La experiencia ha demostrado que una barra conductora de enlace que funciona en el cable, directamente bajo la armadura o cinta metálica, da un excelente enlace equipotencial para la armadura en sí.

Propósito de la Regla 060-608. En esta regla, se tiene un método de enlace de la armadura del cable de acometida que no requiere de un término especial u otros dispositivos sino que sólo depende del conductor de enlace equipotencial que corre dentro de los cables.

Sustento de la Regla 060-610. En la Regla 060-606 se han listado métodos aceptables para la conexión de conductores de enlace equipotencial para los equipos eléctricos de acometida. En esta regla se reconoce que para otros equipos, los conductores de enlace pueden ser conectados a través del uso de contratuercas, manguitos y uniones no roscadas. Estos métodos, aunque no son tan rigurosos como los del equipo eléctrico de acometida, proveen una excelente conexión de enlace.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 060-610. Se reconoce en esta regla que para otros equipos diferentes a los de la acometida, se puede extender la lista de métodos aceptables para asegurar al conductor de enlace equipotencial, que incluye a las contratuercas, manguitos y uniones no roscadas. Se debe tener cuidado de que el manguito no haga contacto eficaz con la superficie interna de la caja o panel en la que la tubería pesada está entrando; de otra forma, se va a necesitar otra contratuerca.

Sustento de la Regla 060-612. Los sistemas de canalizaciones que no tienen conexiones eficaces entre las secciones, requieren métodos especiales de enlace para evitar que una o dos secciones se aíslen eléctricamente. Hay una cantidad de métodos que se pueden usar para lograr esto, pero no se puede depender del contacto casual de una Sección con otra. En la Regla 070-2210 hay un ejemplo de este principio conforme se aplica a la bandeja de cables.

Propósito de la Regla 060-612. Se requiere que todos los sistemas de canalizaciones se hagan eléctricamente continuas para asegurar una ruta de enlace confiable a través del sistema de canalización. Se ha sugerido el uso de puentes de enlace, pero se reconoce que hay otros métodos que pueden también mostrar un enlace asegurado.

Sustento de la Regla 060-614. Una de las preocupaciones que se tiene con respecto a los sistemas de canalización y cables en lugares peligrosos, es que un arco o chispa puede terminar en una explosión. El flujo de una corriente de falla en una tubería pesada o en una chaqueta o armadura de cable pueden producir un arco donde se acopla la tubería pesada o donde ésta o los cables ingresan al recinto o cubierta de protección, si estas conexiones no están ajustadas y seguras. Tal arco puede ser la fuente de ignición de una explosión mayor o de fuego. Por lo tanto se debe tener un especial cuidado en la unión de la tubería pesada y el cable localizado dentro de locales peligrosos o en su ingreso.

Propósito de la Regla 060-614. Para evitar una descarga de arco debido a las fallas a tierra de los circuitos en lugares peligrosos, se aplica las mismas restricciones a las conexiones de enlace equipotencial como se hace con el equipo eléctrico de acometida.

Sustento de la Regla 060-616. Los puentes de enlace equipotencial son nexos esenciales en la ruta de enlace equipotencial y deben ser mecánicamente seguros y eléctricamente capaces de llevar cualquier corriente de falla. Son usados para enlazar los conductores identificados o neutros al recinto o cubierta de protección del equipo eléctrico de la acometida, para enlazar los electrodos de puesta a tierra entre sí, para enlazar las secciones de canalizaciones o las bandejas de cable entre sí, para enlazar las coberturas con bisagras o separables y para una cantidad de propósitos más.

Propósito de la Regla 060-616. El propósito de esta regla es listar el tamaño mínimo y materiales aceptables que pueden ser usados como puentes de enlace equipotencial y delinear los métodos apropiados para su conexión a las cajas, electrodos u otro equipo eléctrico. Se requiere un puente de enlace para llevar cualquier corriente de falla sin sufrir daño y sin deteriorar, aflojar o dañar bajo condiciones normales de operación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

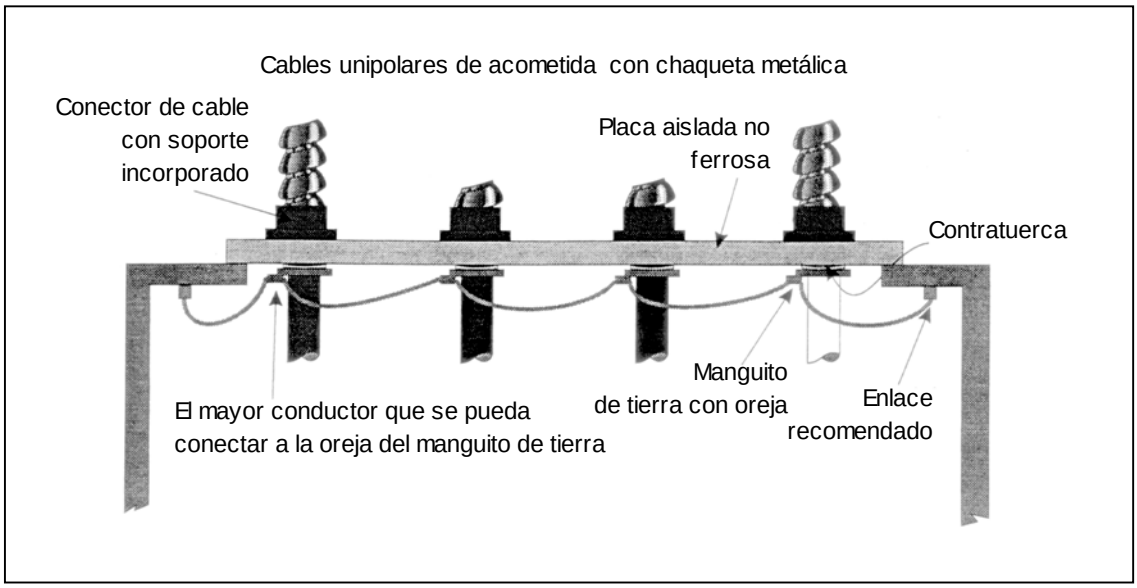


Figura 060-616 (1)
Puentes de Enlace para Cables Unipolares con Chaqueta Metálica

Electrodos de Puesta a tierra

Sustento de la Regla 060-700. Al diseñar y seleccionar material cuidadosamente, se es capaz de controlar todas las partes del sistema de enlace equipotencial y puesta a tierra, con excepción de la conexión real a tierra. La calidad y confiabilidad de esta conexión depende de la resistencia del suelo en el que se encuentra la edificación, en la humedad contenida en esa tierra y en el electrodo o electrodos de puesta a tierra que se coloca en el suelo. Por lo tanto, se selecciona el mejor sistema de electrodos posible, que sea consistente con los requerimientos de la instalación eléctrica. Por ejemplo, una acometida de 380/220 V monofásica, está puesto a tierra principalmente para poner todas las partes conductivas que no llevan corriente a tierra, a la misma tensión. Además, si la resistencia a tierra es de solamente 1 Ω - una tierra excelente - la máxima corriente de falla que puede fluir a través de la ruta a tierra es de 120 A . No se puede asegurar que esta corriente dispare un interruptor de 100 A, dado que la corriente va a secar la tierra tan rápido que el nivel de corriente de falla puede caer debajo del punto de disparo del interruptor antes de que el interruptor haya tenido tiempo de operar. En estas acometidas de baja tensión, se depende del enlace al conductor identificado para proveer la ruta de la corriente de falla para la operación de los dispositivos de protección.

Por otro lado, un sistema de alta tensión puede enviar una corriente considerable a través de la ruta a tierra y al hacerlo, puede levantar la tensión de la tierra a un nivel peligroso para las personas que están paradas en el piso o en las inmediaciones de la falla. Para dichos sistemas, se requiere un sistema de electrodos de puesta a tierra mucho más complicado.

Propósito de la Regla 060-700. Se ha establecido una variedad de electrodos de puesta a tierra, que varía entre un sistema de tuberías metálicas de agua que tengan

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

continuidad conductiva a la caja de una bomba y a un electrodo o sistema de electrodos de puesta a tierra, artificiales o especialmente instalados. Algunas veces es necesario usar dos o más electrodos o tipos de electrodos para asegurar una adecuada puesta a tierra. Cuando existen dos o más electrodos de puesta a tierra, ya sea a propósito o por la naturaleza de la instalación eléctrica, se enlazan entre sí, usando un conductor de cobre de Sección de 16 mm^2 para optimizar el efecto general del electrodo y evitar las diferencias de tensión que ocurren entre ellos.

Sustento de la Regla 060-702. Actualmente muchos sistemas de agua están hechos de tubería no conductiva y es necesario establecer una puesta a tierra a través del uso de electrodos de puesta a tierra instalados específicamente para tal propósito. Se les llama “electrodos artificiales” aunque puede pensarse en ellos como “electrodos específicamente diseñados”. Se espera que el diseñador seleccione el electrodo o electrodos de puesta a tierra más apropiado para las condiciones de la instalación.

Propósito de la Regla 060-702. (Véanse las Figuras 060-702, 060-702(3) y 060-702(5)). Se han reconocido tres tipos básicos de electrodos artificiales de puesta a tierra: embutido en concreto, electrodos con varillas y electrodos con plancha y de ahora en adelante se establecen estándares mínimos para cada uno. El electrodo embutido en concreto puede ser un conductor con barra de cobre o con una plancha de metal. Se especifican los tamaños mínimos para estos electrodos. Note que cuando una regla se refiere al área o superficie de una plancha, significa el área total de los lados en contacto con el embutido en concreto.

Normalmente se coloca un electrodo de puesta a tierra verticalmente en la tierra, pero se tiene que reconocer que las condiciones del suelo no siempre van a permitir esto y se reconoce un electrodo con varillas en zanja horizontal o aún hincado solamente hasta el fondo de la roca, siempre y cuando el fondo de la roca esté por lo menos a 1,2 m bajo la superficie y la porción restante de la varilla sea enterrada a por lo menos 600 mm bajo el suelo terminado, para ayudar a proveer una puesta a tierra de baja resistencia.

Los electrodos de plancha de puesta a tierra, requieren que se cave un hoyo y sólo son efectivos si son colocados por lo menos a 600 mm bajo el suelo terminado. A veces se coloca un electrodo de plancha al fondo de un hoyo cavado para un poste y luego se coloca el poste sobre éste. Se mantiene una separación entre los electrodos de puesta a tierra de otros sistemas eléctricos, tales como las varillas para descargas atmosféricas, de comunicaciones y de televisión por cable de por lo menos 2 m, de manera que el área de influencia de un electrodo no invada la de la siguiente. La ventaja acumulativa de más de un electrodo es notoria solamente cuando tienen por lo menos esa distancia entre sí.

Cuando no se pueda cubrir los 600 mm de cobertura, debido a las condiciones locales tales como roca, una cobertura aceptable pude ser de 450 mm de material granulado o 100 mm de concreto.

Sustento de la Regla 060-704. Aunque las vías férreas generalmente hacen un excelente electrodo de puesta a tierra, no se usan para ese propósito. Las vías férreas normalmente están hechas en forma continua, conductiva y extendidas como conductores sobre grandes distancias. Una falla eléctrica o una descarga atmosférica a los rieles puede ser transferida sobre considerables distancias y pueden crear problemas o pueden dañar cualquier sistema conectado a los rieles. Los rieles también son usados por el ferrocarril para llevar señales para el control de los trenes. No se

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

debe enlazar a tierra la corriente de falla que se origina en un edificio privado que no está controlado por el ferrocarril, puesto que puede interferir con el sistema de señalización del ferrocarril.

Propósito de la Regla 060-704. El sistema de puesta a tierra de la vía férrea y los rieles de la vía férrea, debe ser aislado de cualquier sistema de los edificios, edificaciones o instalaciones que no son parte del sistema férreo.

Sustento de la Regla 060-706. Las descargas atmosféricas son de tensiones extremadamente altas y desarrollan corrientes de intensidad muy grandes. Afortunadamente, estas corrientes son de corta duración y pueden ser llevadas a tierra a través de un sistema de varillas para descargas atmosféricas sin dañar el edificio. Sin embargo, como la alta tensión que provoca la corriente y la elevación extremadamente brusca de la forma de la onda de tensión, la corriente va a viajar a tierra por la ruta más corta, aún si esto significa un salto de una ruta de conducción a otra sobre un vacío bastante amplio. Por lo tanto, se tiene la intención de mantener el sistema de cableado y de puesta a tierra de un edificio, tan lejos como sea posible de los conductores que bajan de las varillas para descargas atmosféricas y de ser posible, se conectan los dos sistemas de tierra separadas. Cuando no se pueden mantener las conexiones del electrodo de puesta a tierra a por lo menos 2 m de distancia, se enlazan entre sí a nivel o bajo la superficie del suelo.

Propósito de la Regla 060-706. La intención es mantener una amplia separación entre un sistema de varillas para descarga atmosférica (en forma particular, los conductores que bajan y los electrodos de puesta a tierra) y todo el cableado interno del edificio.

Sustento de la Regla 060-708. Los sistemas: eléctrico, de comunicaciones y de televisión por cable, normalmente deben ser provistos con sus propios electrodos de puesta a tierra. Sin embargo, se reconoce que es posible que ocurra una falla en uno de estos sistemas y el cableado del edificio; de ahí que las tierras de los dos sistemas, deben estar interconectadas. Al hacer esta interconexión, se establece una ruta de baja impedancia para la corriente de falla y se provee una rápida operación de la protección de sobrecorriente. Sin embargo, cuando se enlazan los electrodos de puesta a tierra entre sí, se les debe espaciar de manera que no estén uno en la sombra o proyección del otro (ver la explicación en la Regla 060-702).

Propósito de la Regla 060-708. Se debe enlazar entre sí todos los sistemas de puesta a tierra de un edificio, de manera que una falla entre sistemas sea detectada y eliminada tan pronto como sea posible.

Sustento de la Regla 060-710. Se ha discutido la necesidad de que exista una separación entre el sistema de varillas de tierra para descargas atmosféricas y la tierra del edificio. A menos que el electrodo de puesta a tierra sea un sistema de tuberías metálicas de agua, no se usa el mismo electrodo para poner a tierra al conductor que baja de la varilla para descargas atmosféricas y el cableado del edificio.

Propósito de la Regla 060-710. Cuando sea posible, se mantiene una separación entre la puesta a tierra del cableado eléctrico dentro de los edificios y la puesta a tierra de los sistemas de varillas para descargas atmosféricas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

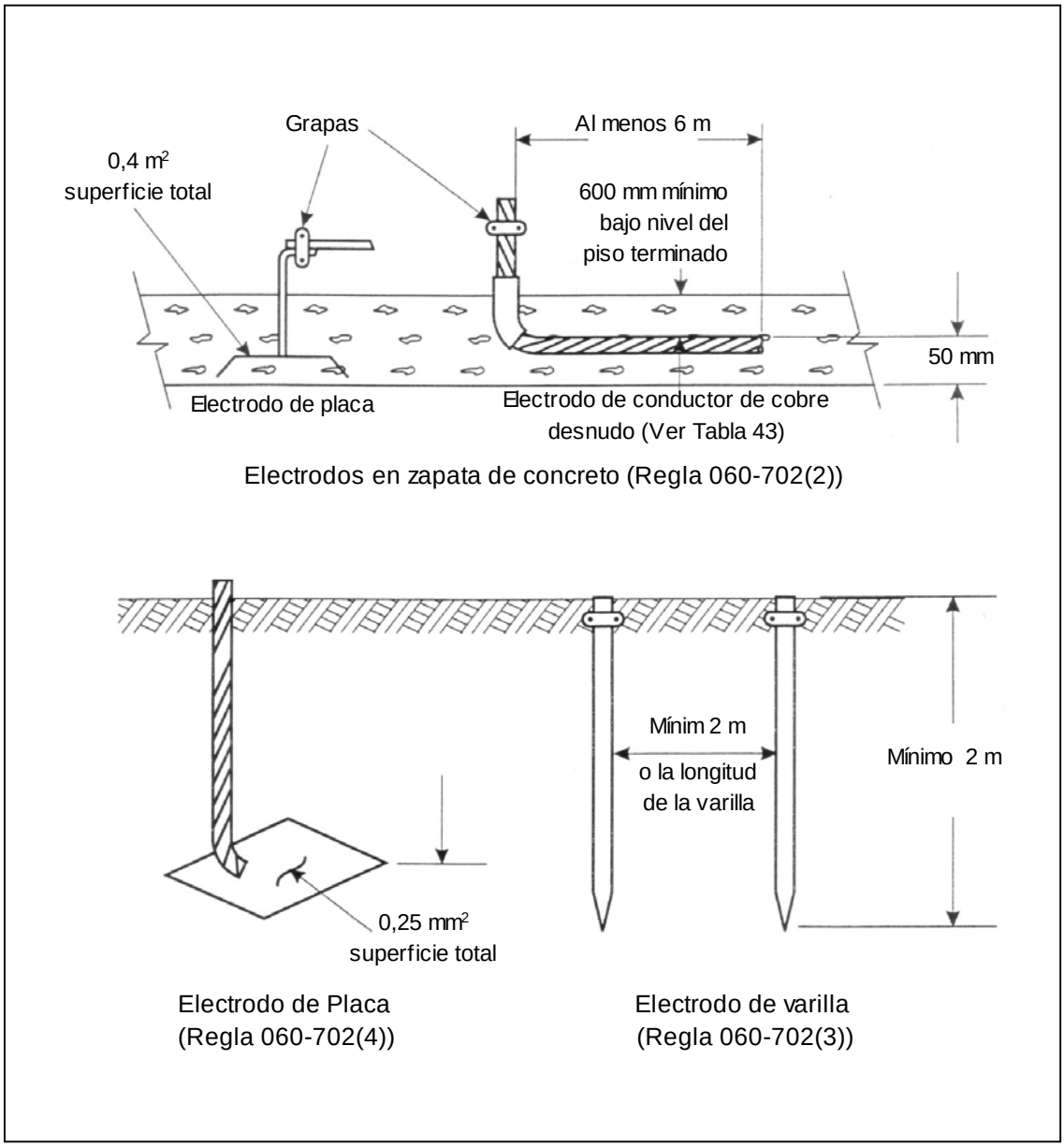


Figura 060-702
Electrodos Artificiales

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

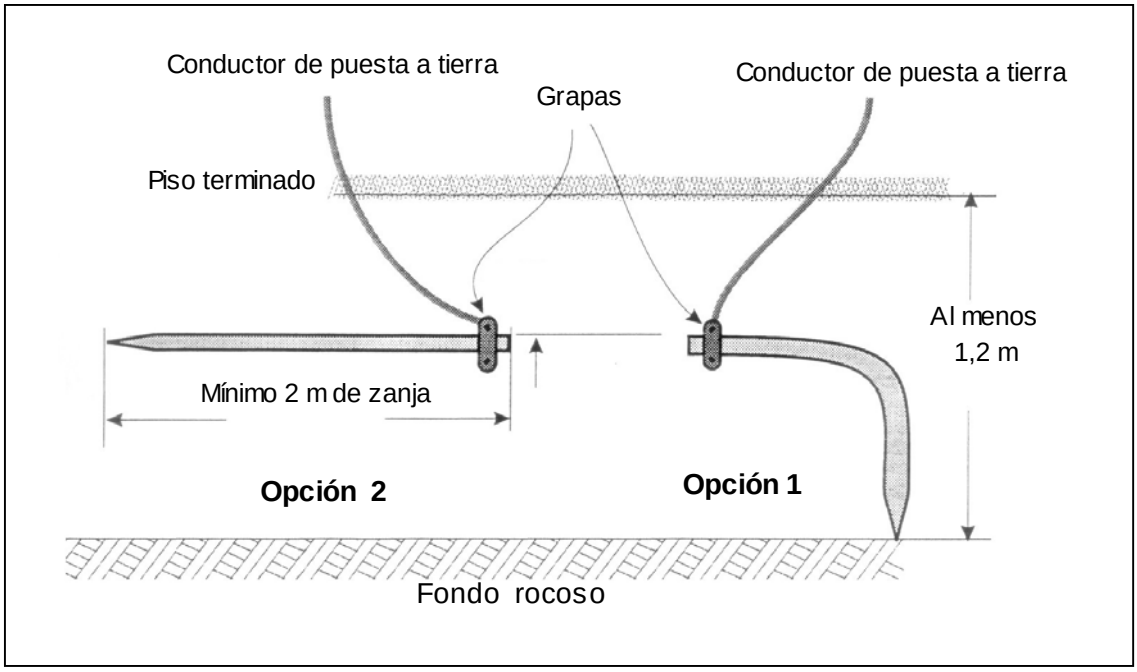


Figura 060-702 (3)
Electrodo de Varilla – Con Roca

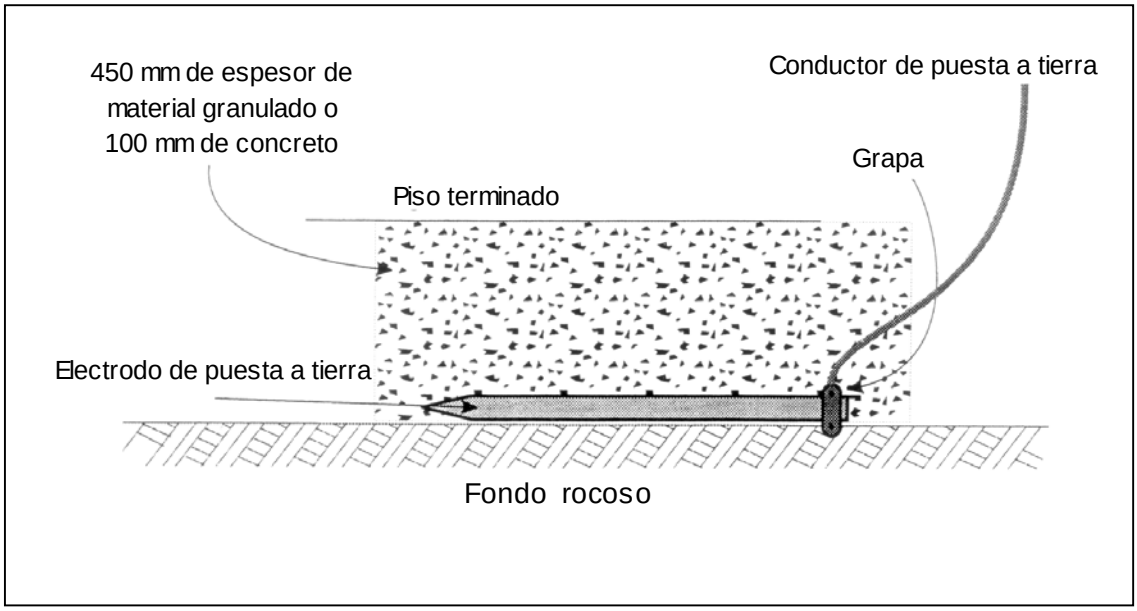


Figura 060-702 (5)
Alternativa con Excavación de 600 mm

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Conductores de Puesta a Tierra y de Enlace Equipotencial (Conductor de Protección Eléctrica)

Sustento de la Regla 060-800. Se trata de evitar, donde fuese posible, una interrupción inadvertida de la ruta de enlace equipotencial a tierra o del conductor de protección eléctrica. Por lo tanto, no se debe colocar dispositivos de desconexión en los conductores de enlace equipotencial a menos que sea absolutamente necesario y aún entonces, se debe ver la manera de que la desconexión en el conductor de enlace equipotencial vaya a desconectar al mismo tiempo a todos los otros conductores. Un ejemplo es el de un enchufe puesto a tierra y un tomacorriente usados en un equipo eléctrico que se conecta con cordón.

Propósito de la Regla 060-800. (Véase la Figura 060-800). El propósito es asegurar la integridad del sistema de enlace equipotencial a tierra, prohibiendo la inserción de dispositivos de desconexión manuales o automáticos en el conductor de enlace equipotencial. Sin embargo, se reconoce que no siempre es factible y en tales casos, se debe requerir que la desconexión del conductor de enlace equipotencial resulte siempre en la desconexión de todos los otros conductores al mismo tiempo, es decir el corte debe ser omnipolar.

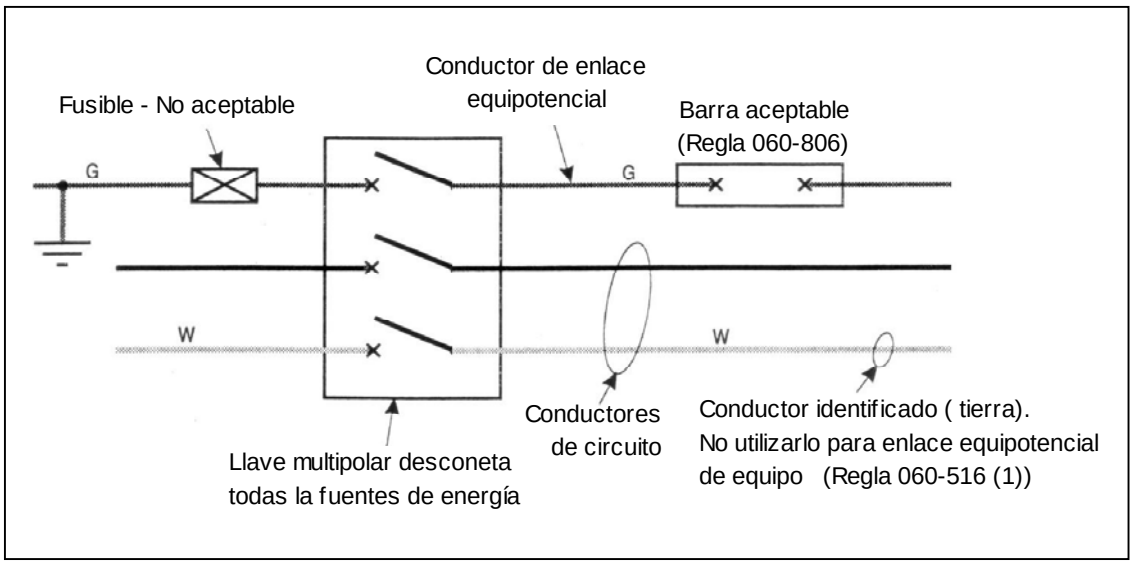


Figura 060-800
Continuidad de Conductores del Sistema de Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial

Sustento de la Regla 060-802. En esta regla se ha considerado al conductor de puesta a tierra (i.e., el conductor que corre desde el conductor identificado en la acometida del consumidor al electrodo de puesta a tierra exclusivamente), Se ha seleccionado al cobre como el material para este conductor, para asegurar que bajo todas las condiciones y luego de años de servicio, el conductor y sus conexiones, vayan a proveer una ruta de baja impedancia al electrodo de puesta a tierra. Otro material se puede corroer, particularmente en los terminales, introduciendo barreras de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

alta resistencia contra el flujo de corriente. Afortunadamente, los óxidos del cobre tienen una resistencia relativamente baja.

Propósito de la Regla 060-802. Como el conductor de puesta a tierra se conecta al electrodo de puesta a tierra y por ello siempre está al potencial de la tierra, no se necesita aislarlo del contacto con otros metales o personas. Si embargo, se ha seleccionado al cobre como el material que mejor provee una ruta a tierra de baja resistencia a través del tiempo.

Sustento de la Regla 060-804. Se listan en esta regla los conductores que son apropiados como conductores de enlace equipotencial. La lista incluye a conductores aislados o desnudos, canalizaciones, tubería pesada, chaquetas y armadura de cable. No se han incluido como conductores de enlace equipotencial a los siguientes: tubería pesada de acero inoxidable; chaqueta de acero inoxidable de un cable con aislamiento mineral, armadura de tubería pesada metálica y flexible, tubería pesada metálica, flexible y hermética al líquido y cable blindado por su gran resistencia.

Una preocupación importante en la selección de un conductor de enlace equipotencial debe ser que la ruta de enlace equipotencial se mantenga a través del tiempo, sin considerar el posible daño a los sistemas de canalización o cables causados por la corrosión, óxido o en locales expuestos, o vehículos. No se puede usar tubería metálica pesada rígida que esté directamente enterrado en la tierra o tubería pesada de metal rígido o tubería metálica eléctrica que se instale en lugares donde puede estar expuesto a condiciones corrosivas, instalado en un bloque de concreto o mampostería que esté en contacto con la tierra o en lugares a la intemperie donde puede dañarse por el tráfico vehicular. Cuando un cable enchaquetado de aluminio se instala en estos lugares, es necesario tratar el enchaquetado de aluminio con una cobertura protectora.

Propósito de la Regla 060-804. Cualquier conductor de tubería de acero aislado o desnudo, barra, tubería metálica rígida, tubo eléctrico metálico u otra canalización de metal, chaqueta de cable o armadura, pueden ser usados como un conductor de enlace equipotencial, excepto bajo ciertas condiciones específicas. Cuando una tubería pesada de metal rígido está enterrada directamente en la tierra o hecha de acero inoxidable o cuando un conducto metálico rígido o una tubería eléctrica metálica que esté en contacto con una sustancia corrosiva, es instalada en un bloque de concreto o de mampostería que está en contacto con la tierra o cuando es instalada en un lugar donde pueda ser dañada por el tráfico vehicular, no se puede confiar en la canalización y se coloca un conductor de enlace equipotencial dentro de la canalización. Tampoco se puede usar el cable de acero inoxidable con aislamiento mineral, por lo tanto se debe identificar uno de los conductores dentro del cable para ser usado como un enlace equipotencial. Cuando se instala un cable enchaquetado con aluminio bajo tierra o en contacto con un material corrosivo, se le debe añadir una chaqueta protectora o una cobertura sobre el aluminio para protegerlo de la corrosión.

Sustento y Propósito de la Regla 060-806 (1). (Véase la Figura 060-806(1)). Se establece que se debe mantener la integridad del conductor de puesta a tierra. Para este fin, no se deben usar empalmes en el conductor a menos que sea absolutamente necesario y aún entonces, sólo se permiten conexiones empernadas como las que se usan para juntar barras, soldadura exotérmica, conexiones de compresión hechas con accesorios y herramientas específicamente propuestas para la conexión de los conductores de puesta a tierra, o en el caso de técnicas de atenuación de la tensión de hormigueo o problemas de potencial entre el neutro y tierra en edificaciones de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ganado, hay dispositivos específicamente aprobados para hacer conexiones en serie con el conductor de puesta a tierra.

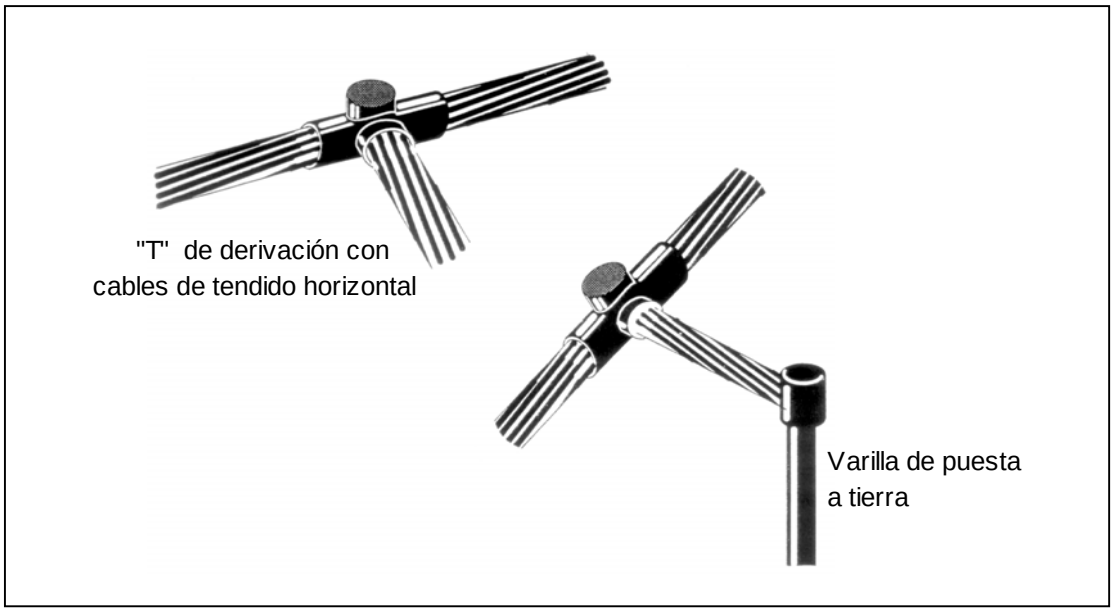


Figura 060-806 (1)
Uniones con Soldadura Exotérmica

Consideraciones de Campo para la Regla 060-806. Uno de los dispositivos aprobados es un reactor saturable, comúnmente llamado filtro de tensión de hormigueo, que limita el paso de pequeñas tensiones no deseadas, pero que bajo condiciones de falla, va a permitir el paso de la corriente de falla.

Sustento y Propósito para las Reglas 060-806(2), (3) y (4). Un conductor de cobre de Sección de 16 mm2 tiene la suficiente resistencia mecánica para correrlo en un lugar expuesto, siempre y cuando no esté sujeto a abuso mecánico. Sin embargo, cuando el Código permite el uso de 10 mm2 de Sección o conductores de cobre de puesta a tierra más pequeños para acometidas más pequeñas, para estas instalaciones eléctricas, se requiere que el conductor sea ubicado en una canalización o una armadura flexible, de manera que esté protegido contra el daño. Una vez hecho esto, se considera que la canalización o armadura sean una parte integral del conductor de puesta a tierra y entonces se puede hacerlo continuo a través de su longitud y conectarlo a un terminal a la caja de acometida y el otro terminal directamente al electrodo de puesta a tierra.

Sustento y Propósito de la Regla 060-806(5). No se requiere aislar al conductor de puesta a tierra, pero cuando corre en la misma canalización como lo hacen otros conductores que están aislados, se da la necesidad de aislar también al conductor de puesta a tierra para evitar dañar el aislamiento de los otros conductores cuando son colocados en la canalización. No se considera este factor si la canalización es corta y recta, pero si es necesario aislar el conductor a tierra cuando la canalización del conductor es mayor a 15 m o cuando hay más de dos codos de un cuarto entre los puntos de fuerza.

Sustento de la Regla 060-806(6). En la Regla 060-702 se hace la provisión para un electrodo de puesta a tierra artificial que es una barra de cobre conductora incrustada en el fondo de una base de concreto. Cuando el conductor emerge del concreto,

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

puede estar sujeto a daño mecánico, por eso se considera necesario añadir protección sobre el conductor en este punto. Esta protección puede ser una pieza corta de manguera o conductor, que va a evitar una flexión o abrasión indebida del conductor.

Propósito de la Regla 060-806(6). Cuando se instala un conductor de puesta a tierra, se busca que éste permanezca en el lugar y funcione bajo las condiciones más adversas. Para lograr esto, se eliminan empalmes y uniones donde sea posible; cuando el conductor es de menor calibre de 16mm2, se debe protege el conductor con canalizaciones; se conectan las canalizaciones a la caja de acometida en un terminal y al electrodo de puesta a tierra en el otro terminal de manera que se convierta en un componente del sistema de puesta a tierra y se protege el conductor en cualquier punto donde pueda emerger del concreto. En las situaciones en que los conductores de puesta a tierra son colocados en la misma tubería pesada o canalización, como otros conductores, se requiere que el conductor de puesta a tierra sea aislado, excepto en los tramos cortos, no para proteger el conductor de puesta a tierra sino evitar el daño al aislamiento de otros conductores.

Sustento de la Regla 060-808(1) y (2). (Véase la Figura 060-808). Como las interconexiones de los sistemas de enlace equipotencial son extensas, no es práctico, si no es imposible, eliminar los empalmes y derivaciones. Sin embargo, se debe tener particular cuidado para asegurar que estos sean seguros y permanentes. Cuando sea posible, se hacen empalmes y derivaciones dentro de las cajas o recintos de seguridad. Se deben disponer o arreglan las derivaciones de manera que una sola desconexión de un dispositivo no vaya a interrumpir el enlace a otros dispositivos. De esta forma, se mantiene la integridad del sistema de enlace equipotencial, aún cuando se cambien los tomacorrientes, artefactos o equipos eléctricos, se les da servicio o se retiran. No se puede dejar de sobre-enfatizar la importancia de tener un sistema de enlace equipotencial, en su lugar y que esté funcionando todo el tiempo. La pérdida o falla del conductor de enlace equipotencial va a dejar desprotegido al sistema eléctrico contra las fallas a tierra.

Sustento de la Regla 060-808(3). No se requiere aislar al conductor de enlace equipotencial, pero cuando corre en la misma canalización como lo hacen otros conductores que están aislados, se tiene la necesidad de aislarlo también para evitar dañar el aislamiento de los otros conductores, cuando son colocados en la canalización. No se considera un factor si la canalización es corta y recta, pero si es necesario aislar el conductor a tierra cuando la canalización del conductor es mayor a 15 m o cuando hay más de dos codos de un cuarto o 90° entre los puntos de fuerza.

Sustento de la Regla 060-808(4). Cuando se instala una canalización metálica o una tubería de acero sin otra razón que la de proveer un conductor de enlace equipotencial, no se puede ignorar los requerimientos de que sean instalados apropiadamente como un conducto o tubería pesada de acuerdo a las reglas de la Sección 070.

Sustento de la Regla 060-808(6). Un conductor de cobre de Sección de 16 mm^2 tiene la suficiente resistencia mecánica para posibilitarlo a correr en un lugar expuesto, siempre y cuando no esté sujeto a abuso mecánico. Sin embargo, los conductores más pequeños pueden resultar dañados si se exponen, de manera que se le debe proteger colocándolos en canalizaciones o incorporándolos en el cable con los conductores del circuito.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-808(7). Se requiere hacer correr al conductor de enlace equipotencial de tal manera que la impedancia encontrada por la corriente de falla a tierra se mantenga al mínimo. Para alcanzar esto, se debe mantener al conductor de enlace equipotencial tan cerca como sea posible a los conductores del circuito, haciéndolos seguir la misma ruta ya sea corriendo en el mismo cable o canalización o siendo realmente la armadura del cable o la canalización misma. Cuando el Código requiere que el conductor de enlace equipotencial complemente el enlace provisto por una canalización metálica, como cuando se corre una tubería pesada bajo tierra o se hace de acero inoxidable, se coloca el conductor de enlace equipotencial dentro de la tubería pesada conjuntamente con los conductores del circuito. Sí se fuera a colocar el conductor de enlace equipotencial fuera de la tubería pesada, el metal de esta puede volverse un lazo magnético en el circuito de corriente de falla a tierra y se puede producir innecesariamente una impedancia alta dentro del circuito.

Propósito de la Regla 060-808. (Véase la Figura 060-808). El propósito es que todo el sistema de enlace equipotencial a tierra sea continuo en todas las partes del sistema eléctrico, que tenga una impedancia tan baja como sea posible, y que esté instalado de manera que no se vaya a interrumpir ya sea por uso, accidentalmente o por mantenimiento y modificación del sistema eléctrico. Para este fin se ha requerido que cuando sea posible se hagan todas las derivaciones y conexiones dentro de cajas; que cuando se hagan uniones, todos los conductores de enlace equipotencial se junten y se tome una sola derivación a la caja o dispositivo; y que los conductores de enlace equipotencial, a menos que sean de por lo menos 16 mm^2 de sección y de cobre, sean instalados y protegidos por el mismo método de cableado que el de los conductores del circuito. Si el conductor de enlace equipotencial es un conducto o tubería pesada, se quiere que este corra con los requerimientos de la Sección 070 del Código para la instalación de conductos o tuberías pesadas. El propósito es que el conductor de enlace equipotencial se ubique siempre en la canalización, conjuntamente con los conductores del circuito.

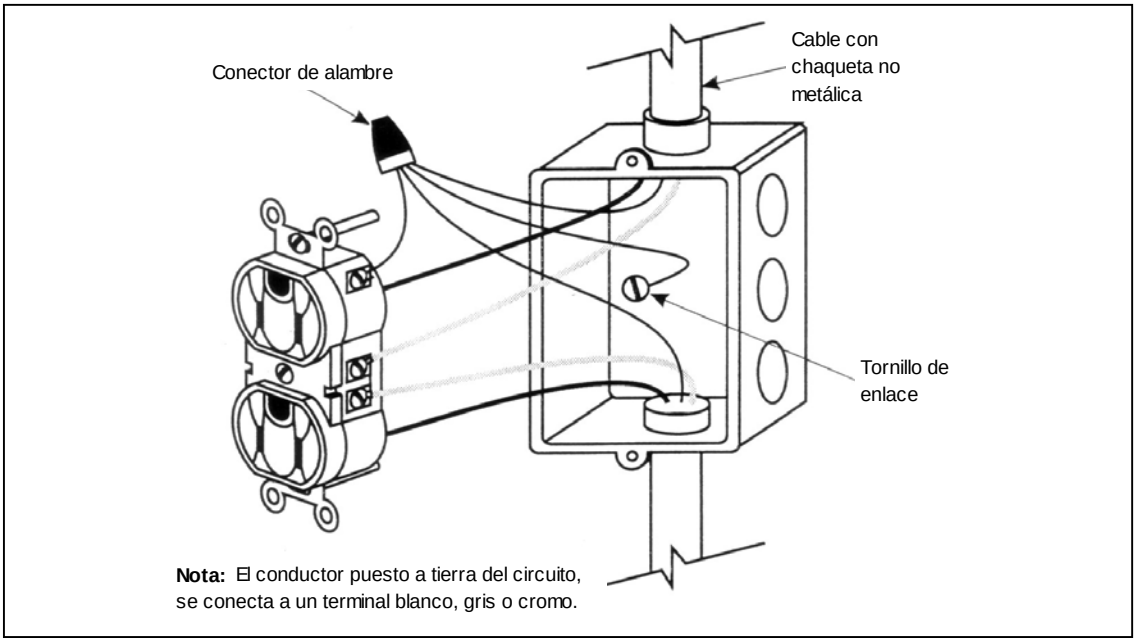


Figura 060-808
Conexión de Conductores de Enlace Equipotencial

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-808(8). El circuito de enlace equipotencial se debe mantener continuamente a través del circuito y tener una impedancia tan baja como sea posible (véase la Regla 060-500). Esta es una consideración que se debe tomar en cuenta en la instalación de cables unipolares con chaqueta o armadura metálica, cuando la chaqueta o armadura puede estar flotando en un extremo para eliminar las corrientes pro la chaqueta, y el Código requiera un conductor de enlace equipotencial aparte.

Propósito de la Regla 060-808(8). (Véase la Figura 060-808(8). El propósito es que cuando un cable unipolar requiera, por el Código, la instalación de un conductor de enlace equipotencial aparte o separado, éste debe seguir la misma ruta que tienen los cables.

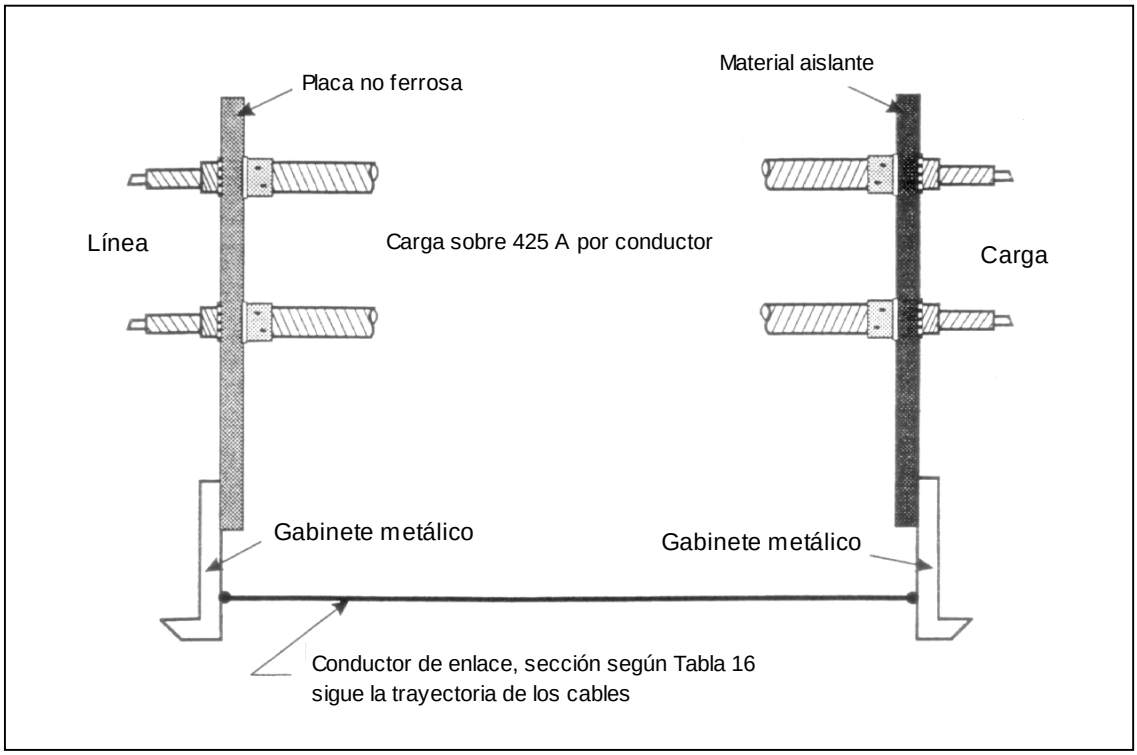


Figura 060-808 (8)
Conductor de Enlace Equipotencial con Cables Unipolares

Sustento de la Regla 060-810. Como los sistemas de corriente continua tienen inherentemente una impedancia más baja que la equivalente a los sistemas de corriente alterna y como es más difícil interrumpir la corriente continua, se puede esperar que las corrientes de falla sean grandes y que tome más tiempo erradicarlas que en los sistemas de corriente alterna. Por lo tanto, se encuentra necesario proveer un conductor de puesta a tierra más grande para los sistemas de corriente continua que para los sistemas de corriente alterna.

Propósito de la Regla 060-810. Para los sistemas de corriente continua se requiere que el conductor de puesta a tierra tenga la misma capacidad de corriente que los conductores del circuito, a menos que haya un neutro derivado desde un bobinado de balance o un grupo compensador, en cuyo caso, el conductor de puesta a tierra debe ser por lo menos tan grande como el conductor neutro, pero en ningún caso puede ser más pequeño que un conductor de cobre de 10 mm^2 de sección.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-812. En la selección del conductor de puesta a tierra para los sistemas de corriente alterna, se asume que una falla se elimina en un tiempo relativamente corto. El tiempo de eliminación puede variar desde una fracción de un ciclo a varios ciclos o aún una cantidad de segundos, dependiendo de la magnitud de la corriente de falla y de las características del dispositivo o dispositivos de protección del circuito. Como se evita que la corriente de falla a tierra fluya por un periodo de tiempo prolongado, se es capaz de usar un conductor de puesta a tierra más pequeño que el que se requiere si la corriente fuese a fluir indefinidamente. Se han seleccionado conductores con capacidad de corriente de aproximadamente la mitad de los conductores del circuito, y conforme las acometidas sean más grandes, se permite que dicha proporción decrezca en las acometidas, hasta que encima de 475 A, sea usado un conductor de cobre de sección de 95 mm2, sin considerar el tamaño de la acometida. Se puede hacer esto porque se reconoce que hay un límite en el monto de la corriente que un electrodo de puesta a tierra va a transportar, particularmente en las acometidas de baja tensión. En la Sección 190, en las instalaciones eléctricas de baja tensión, se requiere que la selección del conductor de puesta a tierra se base en la máxima falla de corriente calculada, que puede requerir de un conductor de sección mucho mayor que el indicado en la Tabla 17.

Propósito de la Regla 060-812. Se requiere que el conductor de puesta a tierra para un servicio de corriente alterna, sea lo suficiente como para transportar la corriente de falla más grande que pueda fluir al electrodo de puesta a tierra, y que lo pueda transportar sin sobrecalentar el conductor en el tiempo que toman los dispositivos de sobrecorriente del circuito, para eliminar la falla. Esto requiere un conductor con una capacidad de corriente de aproximadamente la mitad de los conductores del circuito de la acometida, aunque como la resistencia del electrodo a tierra limita la corriente que puede fluir en el conductor de puesta a tierra de los sistemas de baja tensión, no se necesita continuar incrementando la sección del conductor de puesta a tierra sobre los 95mm2 de sección de cobre.

Sustento de la Regla 060-814. Se quiere que el conductor de puesta a tierra tenga la suficiente sección para transportar corrientes de falla a tierra hasta que la falla sea despejada y también para que no se caliente, y dañe su propio aislamiento o el aislamiento de los conductores con los que hace contacto. Los conductores en la Tabla 16 han sido seleccionados para satisfacer estos requerimientos.

También se quiere que el circuito, a través del conductor del circuito y de regreso a través del conductor de enlace equipotencial, tenga una impedancia lo suficientemente baja para permitir a los dispositivos de sobrecorriente operar rápidamente. La Tabla 16 proporciona conductores que, cuando son usados con conductores del circuito, cumplen con los requerimientos de caída de la tensión de la Regla 050-102, lo que va a permitir un flujo de corriente de falla necesario, para operar los fusibles e interruptores lo suficientemente rápido para evitar dañar el aislamiento del conductor. Sin embargo, se sabe que una falla a tierra puede tener un arco de resistencia relativamente alto, que puede limitar la corriente y así evitar la rápida interrupción de la falla. Para protegerlo contra esta condición, se usan los dispositivos protectores de falla a tierra (por ejemplo, un interruptor del circuito de falla a tierra) en circuitos derivados pequeños o la protección de falla a tierra como se describe en la Regla 080-102 en los circuitos grandes. Cuando los dispositivos de sobrecorriente se omiten en el secundario de un transformador, el conductor de enlace equipotencial en el secundario, debe ser de una impedancia lo suficientemente baja para hacer disparar o accionar al dispositivo de corriente en el circuito primario del transformador en forma rápida como para evitar el daño.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Por las concesiones hechas en las reglas como la 080-100 para la reducción del calibre de los conductores del circuito, se presentan situaciones donde la aplicación de la Tabla 16 puede resultar en que el conductor de enlace equipotencial sea mayor que los conductores del circuito. Ya que la corriente de falla en el conductor de enlace equipotencial no es mayor que la corriente de falla en el conductor del circuito, es lógico que sean del mismo tamaño, aún si el conductor de enlace equipotencial sea menor que el solicitado en la Tabla.

Propósito de la Regla 060-814. (Véase la Figura 060-814(2)). Se requiere proveer un conductor de enlace equipotencial que lleve la falla de corriente a tierra, sin una magnitud de calor que dañe el aislamiento, ya sea el de sí mismo o de otros conductores, y que no limite el flujo de corriente a un punto que se evite o se retrase excesivamente la operación del equipo eléctrico protector de sobrecorriente.

En la Subregla (2) se tiene el propósito que la capacidad del dispositivo de sobrecorriente usado en la Tabla 16 para dimensionar al conductor de enlace equipotencial, para el secundario de un transformador sin la protección de sobrecorriente del secundario, sea determinado multiplicando el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente en el circuito primario por la relación de tensiones primario/secundario. Si este cálculo no permite calcular un valor nominal estándar del dispositivo de sobrecorriente, se debe usar la sección normalizada inmediata superior.

Ejemplo:

Un transformador de 75 kVA con un secundario de 600 V, trifásico, de 3 conductores y secundario de 120/208 V, trifásico y de 4 conductores, tiene al primario protegido por un interruptor de 100 A sin protección contra sobrecorriente en el circuito secundario del transformador. Si el método del cable usado para el equipo de distribución del secundario requiere un conductor de enlace equipotencial ¿cuál es el tamaño mínimo del conductor de enlace equipotencial?

1. Determinar el valor nominal de la protección contra la sobrecorriente del circuito primario: 100 A
2. Determinar la relación de tensiones primario/secundario: 600/208
3. Calcular el tamaño del dispositivo de sobrecorriente a usar en la Tabla 16:

Dispositivo de Sobrecorriente (Tabla 16)	= dispositivo de S.C. en el circuito primario (Paso 1) X relación de tensiones primario/secundario (Paso 2)
	= 100 X (600/208)
	= 288 A

Usando los datos del fabricante, la Sección normalizada inmediatamente superior del dispositivo de sobrecorriente es de 300 A .

4. Determinar el tamaño mínimo del conductor usando la relación normalizada del dispositivo de sobrecorriente del Paso 3 en la Tabla 16: cobre de sección de 25 mm^2 .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

En la Subregla (3) se ha hecho una provisión para el funcionamiento de los conductores de enlace equipotencial en paralelo, con la intención de que por cada equipo de conductores puestos en paralelo, haya un conductor de enlace equipotencial de sección apropiada para así mantener la impedancia total del circuito de falla a tierra al mínimo.

Ejemplo:

Un alimentador de 400 A, 347/600 V, trifásico de 4 conductores corre en paralelo, consistente en dos corridas de cuatro conductores con aislamiento de PVC de sección de 120 mm^2 . ¿Qué sección de conductor de enlace equipotencial se requiere en cada canalización?

1. Valor nominal del dispositivo de sobrecorriente del alimentador: 400 A

2. Capacidad de corriente del dispositivo de sobrecorriente a verse en la Tabla 16: Dispositivo de sobrecorriente del alimentador/número de conductores de enlace equipotencial = 400/2 = 200 A

3. Usando los 200 A de la Tabla 16, el calibre del conductor de enlace equipotencial para cada canalización es de 16mm2 de sección de cobre.

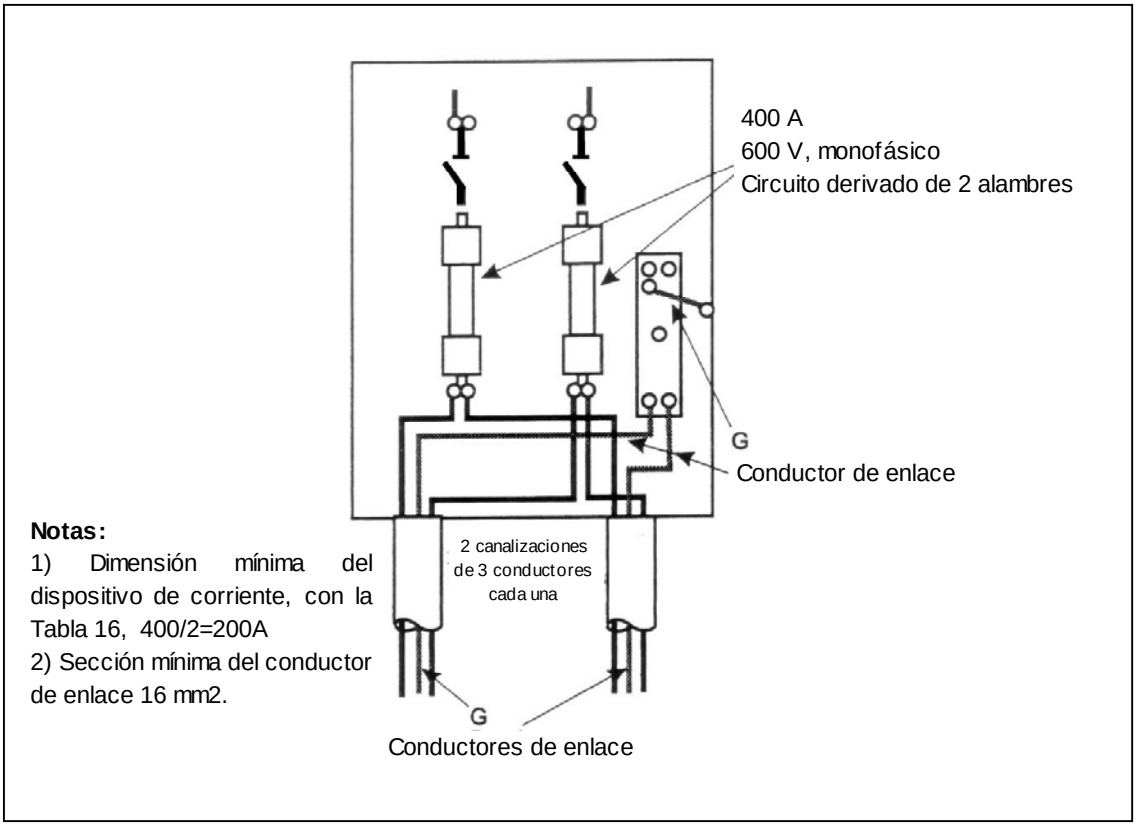


Figura 060-814 (2)
Sección Mínima del Conductor de Enlace en Canalizaciones en Paralelo

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-816. En esta regla se extiende el principio descrito en la Regla 060-814 a los equipos eléctricos colgantes y al equipo conectado con un cordón. Se usa la Tabla 16 cuando los conductores en el cordón o del equipo colgante son de 2,5 mm^2 de sección o mayores, de otra forma, se selecciona al conductor de enlace equipotencial que sea del mismo calibre que los conductores del circuito. La ventaja económica de permitir que sean menores está equilibrado con el riesgo de daño a dichos conductores de enlace equipotencial pequeños.

Propósito de la Regla 060-816. Se debe extender el circuito de enlace equipotencial a todo lo largo del cordón conectado o al del dispositivo colgante, manteniendo el principio de que el conductor debe tener la capacidad suficiente como para cumplir con los requerimientos descritos en la Regla 060-814.

Sustento de la Regla 060-818. Se trata al alumbrado perimétrico como una situación especial porque en las Reglas 170-111(4) y 170-112(2) se permite que el alumbrado externo sea protegido con fusibles a 30 A, aunque los conductores del circuito no sean de mayor capacidad que el conductor de cobre de sección de 2,5 mm2; es una situación que normalmente requiere de un conductor de enlace equipotencial de cobre de sección de 6 mm^2 . El alumbrado perimétrico está, por definición, fuera de la edificación y por lo tanto se instala expuesto y no disimulado. Consecuentemente, no hay la preocupación como la hubiese si el cableado estuviera dentro del edificio, donde una falla del conductor de enlace equipotencial pueda terminar en fuego. Más aún, un conductor de enlace equipotencial de cobre mayor que 2,5 mm^2 de sección, puede ser difícil, si no imposible, de conectar a las partes metálicas aisladas que no llevan corriente del sistema del alumbrado perimétrico. En consecuencia, se hacen menos exigentes los requerimientos para permitir el uso de un conductor de enlace equipotencial de cobre de 2,5 mm^2 de sección.

Propósito de la Regla 060-818. Se hacen menos exigentes los requerimientos para el enlace equipotencial del alumbrado perimétrico, reconociendo los problemas prácticos de tender un conductor de enlace equipotencial de cobre mayor a 2,5 mm^2 de sección, pero que todavía provee un adecuado enlace a tierra.

Sustento de la Regla 060-820. Aunque se ha tenido cuidado de tener todos los conductores de enlace equipotencial seguros y de un calibre adecuado, hay una preocupación particular de que no haya una falla del enlace equipotencial de los transformadores de instrumentos. Un transformador de tensión normalmente está protegido con un fusible relativamente grande y el circuito secundario de un transformador de corriente nunca lleva fusibles. Sin embargo, la preocupación no es tanto que pueda haber una falla a tierra del secundario, sino que pueda haber una falla del primario al secundario, lo que entonces sería casi seguro que éste falle a tierra. No siendo posible predecir que una falla sea alimentada sólo desde el secundario del transformador de instrumentos, se usa un conductor de enlace equipotencial de por lo menos 4 mm^2 de sección, sin considerar la protección del fusible del transformador mismo.

Propósito de la Regla 060-820. Se requiere que el enlace de los transformadores de instrumentos sea particularmente seguro. No hay otra regla en esta Sección que dé una guía para el enlace equipotencial de dichos transformadores y una estricta adherencia a las reglas generales para enlace equipotencial, puede resultar en un enlace inadecuado para los transformadores de tensión, particularmente los conectados a circuitos primarios de alta tensión.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Conexiones para Conductores de Puesta a Tierra y de Enlace Equipotencial

Sustento de la Regla 060-900. Para mantener la ruta de enlace equipotencial tan corta como sea posible, siempre se enlaza la canalización o la armadura del cable al extremo del alimentador. Como la mayoría de las canalizaciones y cables están enlazados a ambos extremos, automáticamente se cumple con esta regla en esos casos. Sin embargo, los cables y canalizaciones que llevan a un solo conductor, normalmente tienen la conexión de enlace equipotencial solamente en un terminal, para prevenir el flujo de corrientes circulantes en la canalización o armadura. En estos casos, se los enlaza al terminal del alimentador y se los aísla en la carga final.

Propósito de la Regla 060-900. Se debe mantener una ruta tan corta como sea posible al enlazar las canalizaciones metálicas y armaduras de cable al extremo del suministro para que la corriente de falla fluya desde la falla al electrodo de puesta a tierra.

Sustento de la Regla 060-902(1). Bajo todas las condiciones, se debe preservar la integridad de la conexión a tierra en el electrodo de puesta a tierra. Cuando el electrodo de puesta a tierra es una tubería de agua, se enlaza el conductor de puesta a tierra a la tubería de agua en un punto tan cercano como sea posible al lugar donde la tubería ingresa al edificio, que normalmente es en el lado de la calle del medidor de agua. Cuando no se puede hacer la conexión en este punto, se coloca un puente de enlace alrededor del medidor de agua de manera que si en cualquier momento se saca el medidor para darle servicio, o si el medidor añade cualquier resistencia al flujo de la corriente eléctrica, no vaya a interrumpir o inhibir la tierra. También se debe asegurar que la tubería de agua sea lo suficientemente grande como para que no presente demasiada resistencia al flujo de la corriente de falla. No se ha provisto un listado de la capacidad de conducción de corriente en la tubería de agua en el Código, pero la tubería de cobre tiene una capacidad de conducción de corriente aproximadamente equivalente a una barra conductora de cobre del mismo diámetro.

Sustento de la Regla 060-902(2). Aunque se reconoce que una vez hecha la conexión de tierra al electrodo de tierra, raramente, se regresa a inspeccionarlo o darle servicio, se debe ser capaz de hacerlo. Más aun, la Regla 070-112(3) requiere que esas uniones y empalmes en alambres y cables sean accesibles. La terminación de un conductor de puesta a tierra en un electrodo de puesta a tierra, no es estrictamente una unión o empalme, pero se ha adoptado el mismo principio. Se debe entender el significado de la palabra “accesible” y aplicarlo como se ha definido en el Código. Una conexión es accesible si puede ser alcanzada sin perturbar la estructura permanente o acabados de un edificio, lo que significa que se puede aceptar una conexión localizada detrás de paneles removibles, sobre cielos suspendidos o aún enterrados en la tierra.

Sustento de la Regla 060-902(3). En la Subregla (1), se establece que se debe hacer la conexión a una electrodo de puesta a tierra constituido por una tubería tan cerca como sea posible del punto de entrada de la tubería al edificio. Cuando no resulta práctico hacer esta conexión en un punto donde no hay conexión o equipo en la tubería de agua entre la conexión del conductor de puesta a tierra y el punto de entrada al edificio, se confirma la integridad de la tierra al examinar la tubería entre la puesta a tierra y el punto de entrada y se debe colocar un puente de enlace alrededor de cualquier sección que pueda ser desconectada o que pueda causar una restricción en el flujo de corriente de falla.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 060-904. Si el electrodo de puesta a tierra es diferente a un sistema de tuberías metálicas de agua, existe la preocupación de que la ruta al electrodo sea tan seguro y directo como sea posible. Puede ser que la pérdida de conexión al electrodo de puesta a tierra no sea detectada inmediatamente, pero su pérdida puede resultar en un choque eléctrico, daño del equipo eléctrico y fuego. Como se ha resaltado en la Regla 060-902, se quiere tener un acceso permanente a la conexión entre el conductor de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra.

Propósito de la Regla 060-904. Para cualquier sistema de electrodo de puesta a tierra, se deben dar todos los pasos razonables para asegurar la invulnerabilidad e integridad de la ruta de corriente a tierra desde la conexión de la caja de acometida hasta y a través del electrodo de puesta a tierra.

Sustento de la Regla 060-906. Cuando se pierde la conexión de un conductor del circuito, se sabe inmediatamente porque se apaga la luz o el equipo eléctrico se para o tal vez porque ocurre una falla y opera un fusible o un interruptor. Cuando se pierde un conductor de enlace equipotencial, no se sabe de esto hasta que haya una falla y en ese momento, ocurre una pérdida del enlace, puede producir un daño serio, choque eléctrico o fuego. Por lo tanto, se deben tener en cuenta todas las precauciones para instalar el conductor de enlace equipotencial de tal forma que no sea desconectado accidentalmente o en forma inadvertida. Se debe hacer la conexión del conductor de enlace equipotencial a través de métodos seguros que no dependan de la soldadura y se debe ajustar con un tornillo o un dispositivo que no se use para otro propósito. Se debe asegurar que exista el enlace y que esté conectado en forma apropiada en todos los puntos que se requiera y estén interconectados de tal manera que no se vaya a desconectar si se saca un tomacorriente u otro dispositivo. Se debe tener cuidado de que el enlace se mantenga continuo aun si está conectado a través de coberturas removibles y no se dependa del tornillo de montaje de un tomacorriente como una conexión de enlace.

En la Subregla (8) se permite una separación entre el enlace de la caja de salida y la conexión a tierra a un tomacorriente que se quiere usar con el equipo eléctrico que puede ser sensible a las perturbaciones de potencia tales como ruido y picos de tensión llevadas sobre el sistema de enlace equipotencial. Los picos de tensión, que normalmente son causados por la conexión o desconexión de grandes cargas, pueden dañar equipos electrónicos como computadoras o malograr el software de la computadora, causando una parada y pérdida de datos. Este es también el sustento de la Subregla (9), que se aplica no solamente a los conductores de enlace equipotencial a los tomacorrientes que alimentan el proceso de datos y equipo similar sino a los conductores de enlace equipotencial para cualquier operación que no sea mayor a 250 V que alimenta dicho equipo. En ambos casos se permite un conductor de enlace equipotencial separado y dedicado, a ser tendido desde el equipo eléctrico sensible, directamente de regreso al panel de distribución.

Propósito de la Regla 060-906. Cuando se conecta un conductor de enlace equipotencial, el propósito es proveer una conexión tan segura como sea posible.

Hacemos esto a través del:

a) uso de métodos de conexión efectiva solamente;

b) hacer una conexión que no dependa de una soldadura (se puede aceptar una soldadura si la conexión es segura y entonces soldada; un cable que pasa a través de un hueco y es doblado 180º se considerado seguro);

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

c) uso de un tornillo a tierra dedicado a eso solamente, en cada caja de salida (por ejemplo, que no se usa para otro propósito);

d) poner al conductor de enlace equipotencial dentro de cada caja de salida, ya sea éste metálico o no metálico y asegurando que esté disponible para el enlace de cualquier dispositivo instalado allí;

e) instalar el enlace de tal manera que la remoción de una cubierta no vaya romper el circuito de enlace equipotencial, aún cuando los conductores del circuito corran a través de la cubierta (esto va a requerir que funcione un puente con los conductores del circuito o entre la cubierta y el recinto);

f) proveer un conductor de enlace de la caja de salida a un tomacorriente si el enlace del sistema depende de una tubería metálica pesada; o

g) conectar el conductor de enlace equipotencial en cualquier caja de forma tal que la remoción de un dispositivo no vaya a interrumpir el circuito de enlace equipotencial

h) permitir que existan dos sistemas de enlace equipotencial separados, uno para la canalización y otro para el tomacorriente u otra conexión de salida, donde por la posibilidad de daños al equipo procesador de datos o a los programas de computadora, se usa un conductor de enlace equipotencial aislado.

Propósito de la Regla 060-906 (8). Para los tomacorrientes se permite la remoción del puente de enlace equipotencial de acuerdo a las Subregla 060-906(8), cuando la tensión a tierra no excede los 250 V, el tomacorriente está alimentando al equipo electrónico sensible y se alcanzan las condiciones de la Subregla (9) (a), (b) y (c)

Propósito de la Regla 060-906 (9). (Véanse las Figuras 060-906 (a) y (b)). Esta Subregla permite que los conductores de enlace equipotencial aislados, que sirven a un tomacorriente o equipo de cómputo, pasen a través de los paneles, prolongándose de regreso al panel principal de distribución y sean conectados a la cubierta o a las barras de puesta a tierra en ese punto en el panel principal de distribución. La Subregla no permite que el conductor de enlace equipotencial separado pase a través del panel principal de distribución al electrodo de puesta a tierra separado.

En este caso, la Subregla (9) se aplica a los conductores de enlace equipotencial separados que son usados sólo como medio de enlace para las partes metálicas expuestas en equipo eléctrico sensible (electrónico) y sólo en sistemas que operan a una tensión de 250 V a tierra o menos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

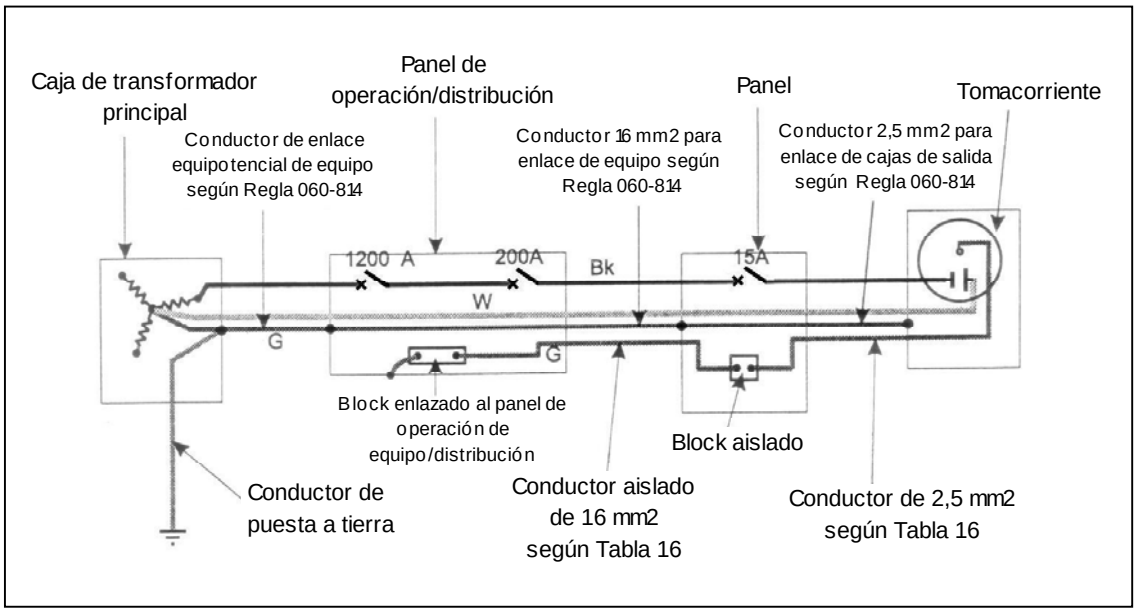


Figura 060-906 (a)
Conductores de Enlace Equipotencial Aislados (Separados)

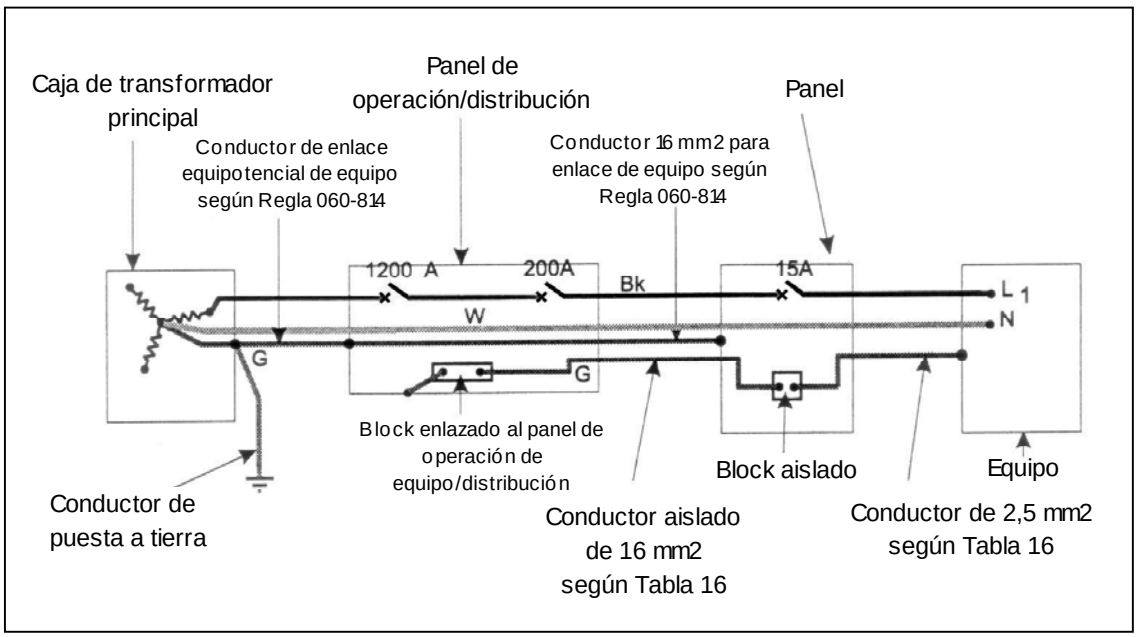


Figura 060-906 (b)
Equipo Aislado Conectado Directamente

Sustento de la Regla 060-908. Muchas veces se hace la conexión al electrodo de puesta a tierra y luego se la olvida, aunque esta conexión y el enlace entre el conductor de puesta a tierra y el conductor identificado son probablemente las conexiones más importantes en el sistema. Por lo tanto, se debe tener especial cuidado para asegurar que la conexión al electrodo de puesta a tierra sea segura y vaya a permanecer así. Hay una variedad de grapas para ser empernadas a tierra y dispositivos similares para hacer esta conexión, pero es importante seleccionar uno apropiado para la aplicación. Por ejemplo, si la conexión va a estar en un lugar

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

húmedo (a la intemperie o bajo tierra), se debe usar una grapa empernada de bronce o de latón que se apoya en tornillos de metal similar o de acero inoxidable para la acción de empernar la grapa; de otro modo, la vida de ésta va a ser corta y va a fallar la conexión.

Una buena grapa empernada a tierra no sirve si está pobremente conectada al conductor de puesta a tierra, de ahí que, se debe tener el cuidado de que la grapa empernada a tierra tenga un método aceptable de terminación para el conductor y que éste sea del tamaño correcto. No se debe usar soldadura a menos que ésta sea usada simplemente para sellar las conexiones que ya están seguras. La soldadura de plata, de latón y el proceso exotérmico para soldadura de cobre han probado ser métodos apropiados de conexión. Finalmente, a menos que se pretenda que la conexión sea para más de un conductor, se debe proveer una conexión separada para cada conductor. Sin embargo, esto no evita que un conductor de puesta a tierra corra a través de una conexión en otro electrodo de puesta a tierra, como puede suceder cuando varias varillas a tierra son enlazadas entre sí.

Propósito de la Regla 060-908. (Véase la Figura 060-908). El propósito es proveer una conexión al electrodo de puesta a tierra que sea seguro cuando esté nuevo y que permanezca seguro a lo largo de la vida de la instalación eléctrica. Se deben seleccionar los componentes cuidadosamente y sólo se deben usar los dispositivos que están hechos para el electrodo en particular y el conductor de puesta a tierra que se están usando y se debe tener cuidado al seleccionar los dispositivos apropiados para las condiciones ambientales de la instalación.

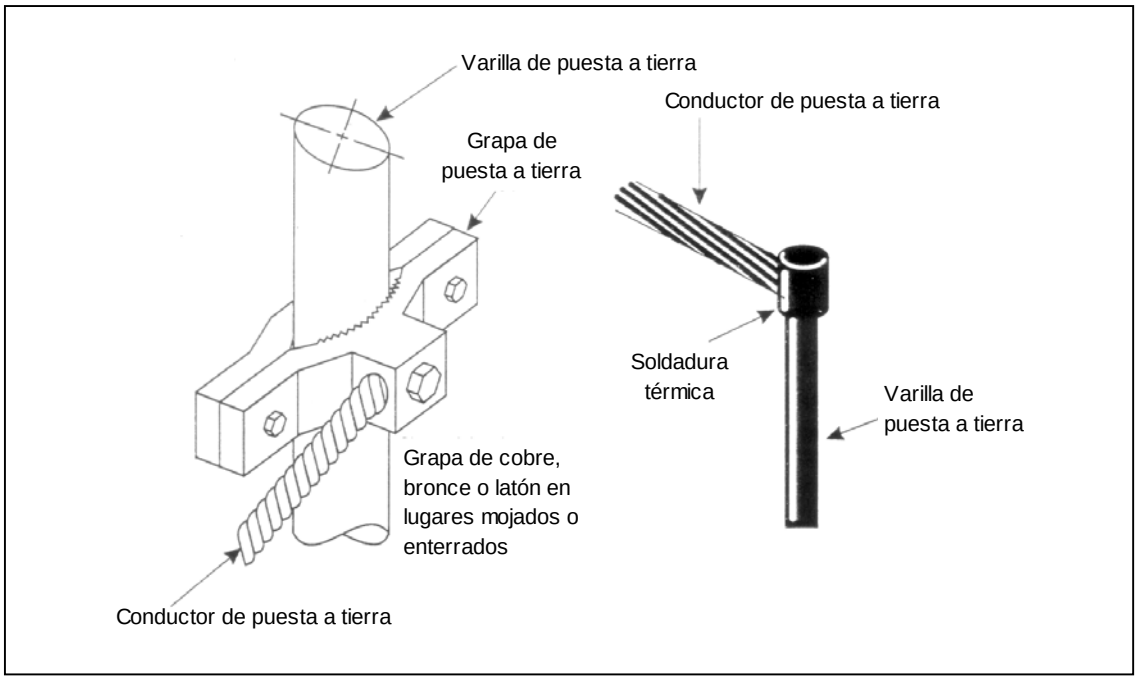


Figura 060-908
Conexiones a los Electrodos de Puesta a Tierra

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Pararrayos

Sustento de la Regla 060-1000. Las descargas atmosféricas y otras sobretensiones o impulsos de alta tensión, buscan un camino a tierra por la ruta más corta y sobre la ruta de menor resistencia. Sin embargo, la descarga va a evitar esquinas pronunciadas o reversos de dirección y en tales puntos puede saltar a otro conductor. Por lo tanto, se debe mantener a los conductores de puesta a tierra para los pararrayos, tan cortos como sea posible y también tan rectos como se pueda. No es necesario aislar o separar los conductores de puesta a tierra para los pararrayos, de la puesta a tierra del sistema de cableado del edificio, a diferencia de los conductores que bajan de los sistemas de varillas de descarga atmosférica.

Propósito de la Regla 060-1000. Se quiere disminuir, en forma tan eficiente como sea posible, la sobretensión que se forma en el pararrayos, evitando así el daño al sistema de cableado o a la estructura del edificio.

Sustento de la Regla 060-1002. La onda de tensión, trasladada efectivamente por el pararrayos, todavía es peligrosa hasta que se conduzca a los electrodos de puesta a tierra. Por lo tanto, se considera al conductor de puesta a tierra para el pararrayos, tan importante como el conductor de puesta a tierra para el sistema de cableado y se instala con el mismo cuidado y los mismos estándares.

Propósito de la Regla 060-1002. Se requiere proveer una ruta a tierra para la descarga desde el pararrayos, esta ruta debe tener toda la integridad de un conductor de un sistema de puesta a tierra.

Instalación de Dispositivos para Puesta a Tierra del Neutro

Sustento de la Regla 060-1100. Las fallas del arco a tierra en sistemas eléctricos sólidamente puestos a tierra, pueden causar un daño muy severo al equipo eléctrico y a las instalaciones. Como el arco tiene resistencia y genera calor, la corriente de falla puede ser lo suficientemente pequeña para que el dispositivo estándar de sobrecorriente no sienta su existencia y la descarga de arco puede persistir por un tiempo largo, haciendo daño al equipo eléctrico. Los sistemas que no están puestos a tierra, no son tan propensos a grandes daños como lo son los sistemas puestos a tierra, ya que una falla en una fase no va a resultar en la descarga del arco y la destrucción del equipo. Si esta fase permanece puesta a tierra y otra fase falla a tierra, puede aparecer una falla de fase a fase. Este tipo de falla normalmente genera corrientes altas de corto circuito suficiente para causar que los dispositivos de sobrecorriente se abran rápidamente, limitando por lo tanto el daño.

En un sistema puesto a tierra, cualquier corriente de falla a tierra va a retornar al sistema a través de una ruta diferente al neutro. La ruta usual de retorno a tierra es a través de los conductos o cubiertas metálicas, o a lo largo de conductores de enlace equipotencial.

Existen equipos eléctricos capaces de sentir el flujo de corriente en una ruta de retorno a tierra y activar un dispositivo de corriente para que éste opere. Hay dos métodos comunes: un método usa un transformador de corriente de secuencia cero y el segundo método usa un sensor de banda o abrazadera para sentir el escape de la corriente a tierra. Ambos métodos normalmente son usados cuando hay cargas de línea a neutro así como cargas de línea a línea. Existe la posibilidad de que alguna

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

porción de corriente de falla vaya a puentear el sensor y retornar al neutro del sistema en el transformador a través de la tierra, los componentes del edificio, etc. Además, estos dos métodos no limitan la corriente de falla y, dependiendo del tipo usado, pueden causar que dispare el dispositivo de sobrecorriente, protegiendo al circuito/equipo/instalación. Lo último puede no ser deseable para todas las instalaciones servidas.

Además, un sistema puesto a tierra va a permitir que ocurra una carga desbalanceada en un sistema trifásico sin causar una fluctuación de la tensión línea a línea o la tensión de línea a tierra.

Propósito de la Regla 060-1100. (Véase la Figura 060-1100). Se dan las reglas que se deben tomar en cuenta para la instalación de dispositivos de puesta a tierra que son usados para controlar la corriente de falla a tierra o la tensión a tierra de un sistema de corriente alterna.

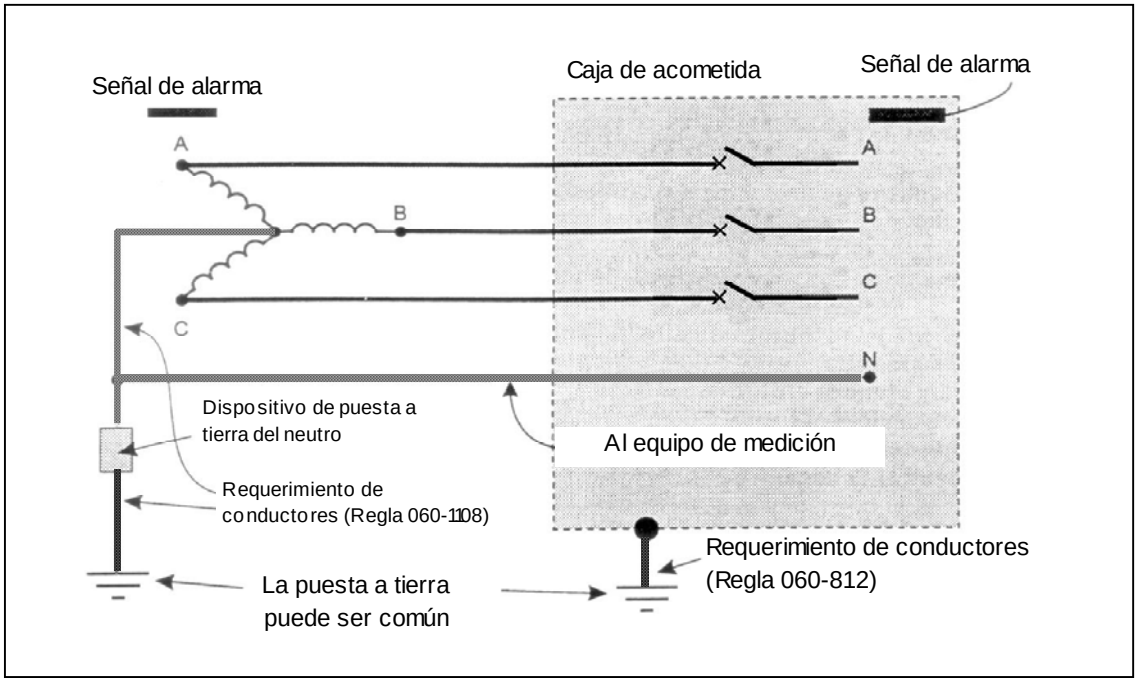


Figura 060-1100
Típico Sistema Puesto a Tierra a Través de Dispositivo

Sustento y Propósito de la Regla 060-1102. Para controlar la corriente de falla a tierra, se requiere que se instalen los dispositivos de puesta a tierra entre la tierra y el punto neutro, ya sea verdadero o artificial de un sistema, sin cargas de línea a neutro conectadas al sistema.

En los sistemas de alta tensión sobre los 5 KV, la corriente de falla a tierra es de tal magnitud que se requiere que el sistema quede automáticamente desenergizado cuando se detecte una falla a tierra, limitando por lo tanto el daño.

Para evitar que el sistema eléctrico sea desenergizado cuando ocurra una falla a tierra en las instalaciones eléctricas de 5 KV o menos, se requiere que la corriente de falla a tierra se limite a 5 A o menos y también cuando se detecte una falla a tierra, se

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

energice una alarma visible o audible para advertir al personal de la presencia de una falla a tierra en el sistema.

Sustento de la Regla 060-1104. Los dispositivos de puesta a tierra del neutro deben incluir las resistencias de puesta a tierra, transformadores de puesta a tierra, neutralizadores de falla a tierra, reactores, capacitadores o una combinación de ellos. Las fallas a tierra pueden continuar por algún tiempo hasta que se toman las medidas correctivas. Estos dispositivos van a llevar la corriente de falla a tierra en forma continua a menos que el sistema sea desenergizado automáticamente cuando ocurra una falla a tierra.

Propósito de la Regla 060-1104. Los dispositivos de puesta a tierra del neutro deben ser aprobados para su aplicación y tener un valor nominal de corriente continua. Se puede hacer una excepción al valor nominal continuo cuando se prevé la desorganización del sistema, cuando se detecta una falla a tierra y el tiempo del valor nominal del dispositivo de puesta a tierra del neutro se coordina con el valor nominal de tiempo/corriente de los dispositivos de protección del sistema.

Para evitar los peligros de choque eléctrico, se pretende que los dispositivos de puesta a tierra del neutro tengan una tensión de aislamiento de capacidad de por lo menos la tensión de línea a neutro del sistema.

Sustento de la Regla 060-1106. Los dispositivos de puesta a tierra del neutro requieren de una inspección periódica, pruebas y mantenimiento. Las condiciones de falla bajo tierra pueden provocar que los dispositivos de puesta a tierra del neutro presenten peligros de choque eléctrico y, dependiendo del tipo, pueden elevar la temperatura sobre la del ambiente de su localización.

Durante la instalación inicial y a lo largo de la vida de la instalación, el personal que trabaja en el sistema (por ejemplo, personal autorizado de mantenimiento o de la empresa eléctrica) necesita saber que está instalado un dispositivo de puesta a tierra del neutro y conocer la tensión del neutro a tierra del sistema, de manera que no se tome ninguna acción que pueda crear un peligro de choque eléctrico o puentear los dispositivos de protección del sistema.

Propósito de la Regla 060-1106. Para evitar los peligros de descarga y permitir el servicio requerido para los dispositivos de puesta a tierra del neutro deben estar cubiertos o protegidos (véase la Regla 060-202), deben ser localizados en un área que sea accesible solamente para el personal autorizado y se coloquen señales de peligro en el suministro de potencia (por ejemplo, transformador o generador), el equipo de la conexión y el equipo de medición de suministro de energía.

La disipación del calor de los dispositivos de puesta a tierra del neutro no deben dañar o afectar la operación de los dispositivos u otros equipos eléctricos.

Sustento de la Regla 060-1108. El conductor que corre entre el dispositivo de puesta a tierra del neutro y el punto neutro del transformador, generador o transformador de puesta a tierra no es un conductor neutro en esta aplicación aunque muchos de los requerimientos de las instalaciones sean los mismos.

Propósito de la Regla 060-1108. Para asegurar la operación apropiada del sistema, se requiere que el conductor tendido entre el dispositivo de puesta a tierra del neutro y el punto neutro de la fuente de energía, sea instalada de una forma adecuada y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

aprobada, que no sea conectado a tierra, que tenga una capacidad de corriente igual o mayor al valor nominal del dispositivo de puesta a tierra del neutro, pero no menor a 10 mm^2 de sección y que sea identificado por el aislamiento de color blanco o gris natural, que tenga un valor nominal de tensión de aislamiento no menor a la tensión nominal del sistema.

Se requiere que el conductor corra entre el dispositivo de puesta a tierra del neutro y el sistema de electrodo de puesta a tierra, sea instalado de una forma aprobada; que tenga una capacidad de corriente igual o mayor al de la capacidad nominal del dispositivo de puesta a tierra del neutro, pero no menor a 10 mm^2 de sección y que sea desnudo o aislado con un aislamiento de color verde.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 070

MÉTODOS DE ALAMBRADO

Preliminares

La Sección 070 reconoce un número de métodos de alambrado, uno o más de los cuales puede ser escogido para satisfacer las condiciones de una instalación eléctrica. Los métodos se listan en la Sección 070 bajo cuatro Subsecciones tal como sigue:

Generalidades. Estos son requerimientos generales que se aplican a todos los métodos de alambrado.

Conductores. Estos requerimientos se aplican a conductores o conformaciones de cables tales como los instalados:

Sobre aisladores
- Cableado a la vista
- Alambrado expuesto sobre y entre edificaciones
- Barras desnudas

Conformaciones de cables
- Cables con cubierta no metálica
- Cables con armadura
- Cables con aislamiento mineral o cables con cubierta de aluminio
- Cables planos
- Sistemas de alambrado prefabricados

Canalizaciones. Estos requerimientos se aplican a los canales para sostener conductores, cables o barras tales como los instalados:

De tipo para instalación de cables con tiro mecánico
- Conducto metálico pesado rígido y flexible
- Conducto rígido de PVC y de HFT
- Conducto no metálico liviano
- Conducto pesado flexible impermeable a líquidos
- Tubería eléctrica metálica
- Canalizaciones de superficie
- Canalizaciones bajo piso
- Canalizaciones de piso celular
- Canaletas auxiliares
- Ductos de barras y derivaciones
- Tubería liviana no metálica corrugada

De tipo para instalación de cables sin tiro mecánico
- Ductos de cables
- Canaletas de cables

Cajas, Gabinetes, Salidas y Accesorios Terminales. Estos requerimientos se aplican a los accesorios a ser utilizados con los conductores y las canalizaciones.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Alcances

Sustento de la Regla 070-000. Al planificar o ejecutar una instalación eléctrica, las más importantes Reglas en el Código se refieren a donde y bajo que condiciones deben utilizarse los diferentes métodos de alambrado. Tres condiciones generales determinan el tipo de método de alambrado a utilizar:

(a) Condiciones de construcción de la edificación, tales como materiales combustibles o no combustibles, acabado de mampostería o de concreto vaciado;

(b) Condiciones de ubicación, tales como instalación visible u oculta, tendido subterráneo o sobre el terreno, lugares secos, húmedos o mojados;

(c) Condiciones de uso, tales como nivel de tensión, lugares peligrosos, temperatura ambiente o posibilidad de daños mecánicos.

Se debe hacer referencia al Reglamento Nacional de Construcciones, en lo concerniente a instalaciones eléctricas y las posibilidades de uso de equipos eléctricos no metálicos tales como canalizaciones y cajas, y acerca del uso de conductores.

Propósito de la Regla 070-000(1). Estas provisiones se aplican a todos los tipos de métodos de alambrado requeridos por instalaciones eléctricas operando a niveles de tensión de 1 000 V o menos, con excepción de los circuitos que no se consideran capaces de originar peligros de electrocución, y los conductores de equipos eléctricos armados en fábrica, de modo de permitir una mayor selección de colores con fines de identificación.

Propósito de la Regla 070-000(2). Estas provisiones también se aplican a las instalaciones eléctricas que operan a tensiones de más de 1 000 V contra tierra, excepto en lo que sean modificadas de acuerdo a la Sección 190. Por ejemplo, la Regla 190-102 modifica la Regla 070-712 en las consideraciones del radio de curvatura para el doblado de cables.

Requerimientos Generales

Sustento de la Regla 070-010. Esta regla provee requerimientos para prevenir la circulación de productos de combustión a través de un sistema de ventilación o de aire acondicionado. Cámara de aire tal como se le utiliza en esta regla, denota una cubierta construida para transportar aire como un elemento de un sistema de ventilación o de aire acondicionado. El espacio sobre un falso cielo, cuando se le utiliza para transportar aire, puede ser clasificado como una cámara de aire.

Propósito de las Reglas 070-010(1) y (2). Se requiere que únicamente se instalen dentro de un ducto o cámara de aire equipos eléctricos específicamente aprobados para tal uso. Se propone que las instalaciones eléctricas en ductos o cámara de aire, utilizadas para transportar vapores o sustancias peligrosas deben cumplir con los requerimientos de la Sección 110 que les sean aplicables, y que las instalaciones eléctricas en ductos o cámara de aire utilizadas para transportar agua, vapores de escape o materiales corrosivos, deben cumplir los requerimientos de la Sección 130.

Propósito de la Regla 070-010(3). Se requiere que la instalación eléctrica de conductores o cables dentro de un ducto o cámara de aire se realice de acuerdo a la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Regla 070-100 y cumpla con los requerimientos de propagación de fuego o llama de la Regla 020-126.

Propósito de la Regla 070-010(4). Dado que se requiere flexibilidad para la reubicación de polos tipo ensamblados y luminarias fluorescentes empotradas, se propone el uso de cordones flexibles para su alimentación, en la medida que cuando la tensión del circuito sea de 300 V o menos, el cordón debe ser del tipo de "uso exigente" y cuando la tensión del circuito sea de 1 000 V o menos, el cordón debe ser del tipo de "uso muy exigente". Cuando se alimenten luminarias fluorescentes empotradas, se propone que la temperatura nominal del conductor sea de por lo menos 90 °C .

Propósito de la Regla 070-010(5). (Véase la Figura 070-010(5)). Los ductos para el retorno de aire frío, tales como aquellos instalados entre las vigas de la estructura de una edificación, pueden ser utilizados para ubicar un método de alambrado, en la medida que se cumplan los requerimientos de la Sección 070 del Código para esa ubicación. Se puede instalar en una casa habitación por ejemplo, un cable con cubierta no metálica dentro de un ducto para el retorno de aire frío fabricado tal como se establece en la regla.

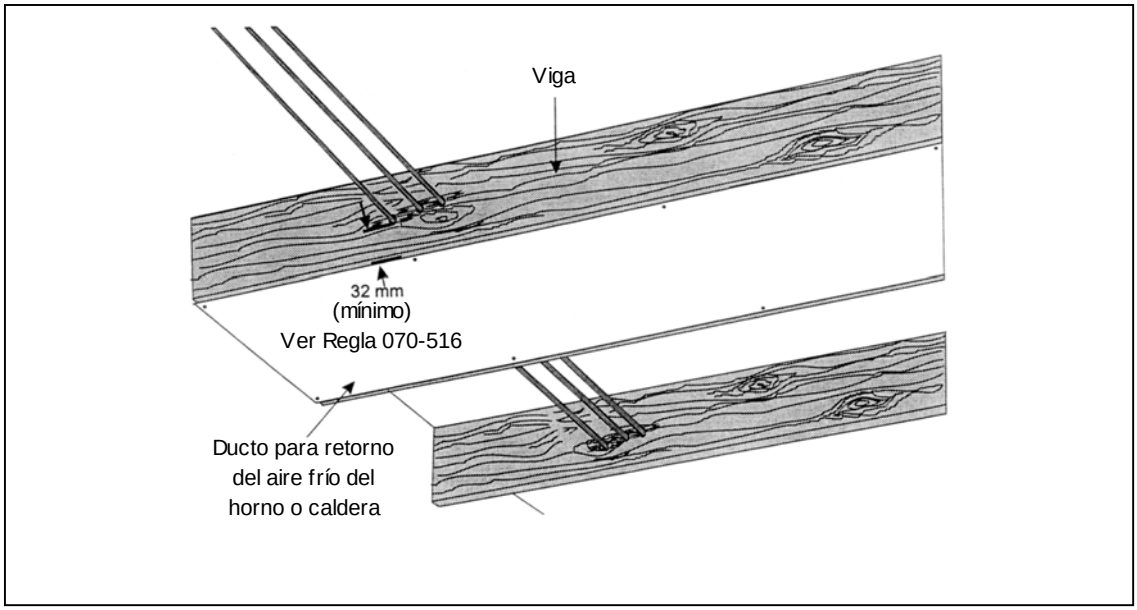


Figura 070-010(5)
Alambrado a Través del Ducto de Retorno de Aire Frío

Sustento de la Regla 070-012. Esta regla provee requerimientos para la instalación y protección de conductores, cables y canalizaciones en ubicaciones subterráneas, dando atención a la seguridad de las personas y la continuidad de la operación del sistema.

Propósito de la Regla 070-012(1). (Véase la Figura 070-012). Se propone la provisión de suficiente aislamiento para el sistema subterráneo, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 53, para la protección de las personas y del equipo eléctrico. El término "directamente enterrado" al que se hace referencia en esta regla, se refiere a los conductores y cables que son dispuestos directamente enterrados sin la provisión de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ningún tipo de protección mecánica. El término “profundidad” se refiere a la mínima distancia entre la superficie superior del conductor, cable o canalización y el piso terminado.

Propósito de la Regla 070-012(2). (Véase la Figura 070-012). Si se instala protección mecánica, de acuerdo a lo especificado en la Subregla (3), se permita reducir en 150 mm la profundidad de enterramiento.

Propósito de la Regla 070-012(3). (Véase la Figura 070-012). La protección mecánica se considera como una defensa que permite la reducción de la profundidad de enterramiento, en la medida que el método de protección no cause daño a los conductores o restrinja el principio de aislamiento. Cuando se diseñe o instale canalizaciones subterráneas, se deben tomar en cuenta las restricciones de la Regla 070-936. Se aceptan los siguientes métodos de protección mecánica, en la medida que se extiendan hasta por lo menos 50 mm más allá de los conductores, cables o canalizaciones.

Párrafo (a). Planchas de madera tratadas – Al seleccionar un tratamiento para la madera, se debe escoger una solución tal como pentaclorofenol u otro material adecuado para preservación. El usar creosota como preservante puede dañar el aislamiento del conductor.

Párrafos (b), (c), y (d). Concreto – Cuando se proteja mediante ductos de concreto (Párrafo (d)), los conductores pueden ser instalados en una tubería pesada, o pueden estar conformando un cable, para prevenir daños al aislamiento.

Párrafo (e). Otros materiales – Entre los otros materiales adecuados se incluyen las tuberías de polietileno. Se deben utilizar conductores de tipos apropiados para ser directamente enterrados, de acuerdo a lo que se menciona en la Tabla 19. Cuando para las cruzadas bajo pistas se utiliza tuberías, deben utilizarse tuberías pesadas rígidas metálicas o tuberías de acero para agua.

Propósito de la Regla 070-012(4). Para proveer protección física, los conductores o cables directamente enterrados deben ser separados entre sí con arena cernida, que cubra los conductores con un espesor mínimo de 75 mm tanto por arriba como por debajo de los conductores y cables.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

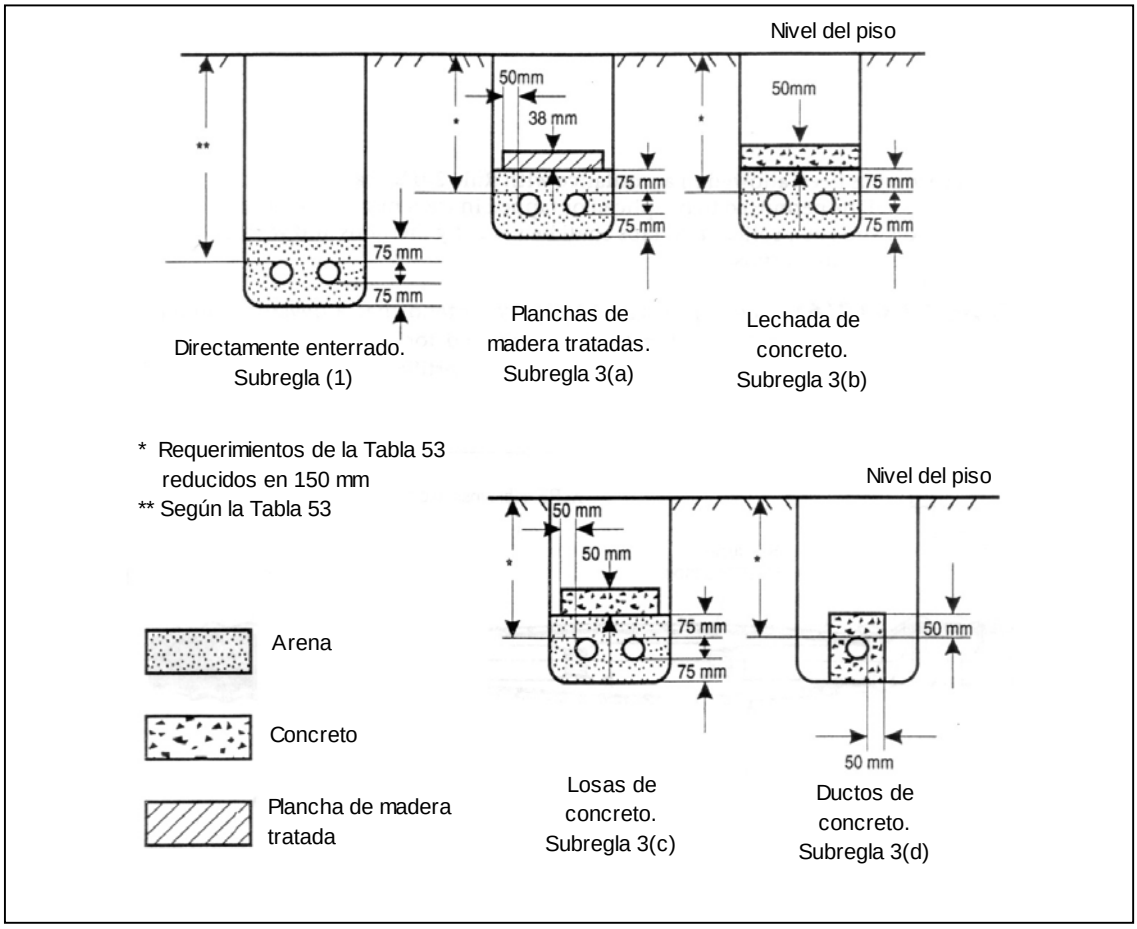


Figura 070-012
Protección Mecánica Típica para Conductores, Cables y Canalizaciones

Propósito de la Regla 070-012(5). Cuando los conductores suben, en sus extremos terminales, se les debe proveer protección mecánica a partir de 300 mm del fondo de la zanja hasta por lo menos 2 m sobre el nivel del piso terminado. Se requiere que los conductores tengan holgura en la tubería pesada vertical, de modo se asegure que su introducción con pasacables no cause problemas de abrasión o esfuerzos físicos en los conductores.

Propósito de la Regla 070-012(6). (Véase la Figura 070-012(6)). Se requiere que deba obtenerse una excepción de acuerdo a la Regla 020-030 antes de proceder a considerar la realización de un empalme o derivación en una instalación eléctrica subterránea. Se disponen juegos comerciales de equipos de empalmes para la mayoría de los tipos de cables utilizados, que son certificados como adecuados para ser directamente enterrados.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

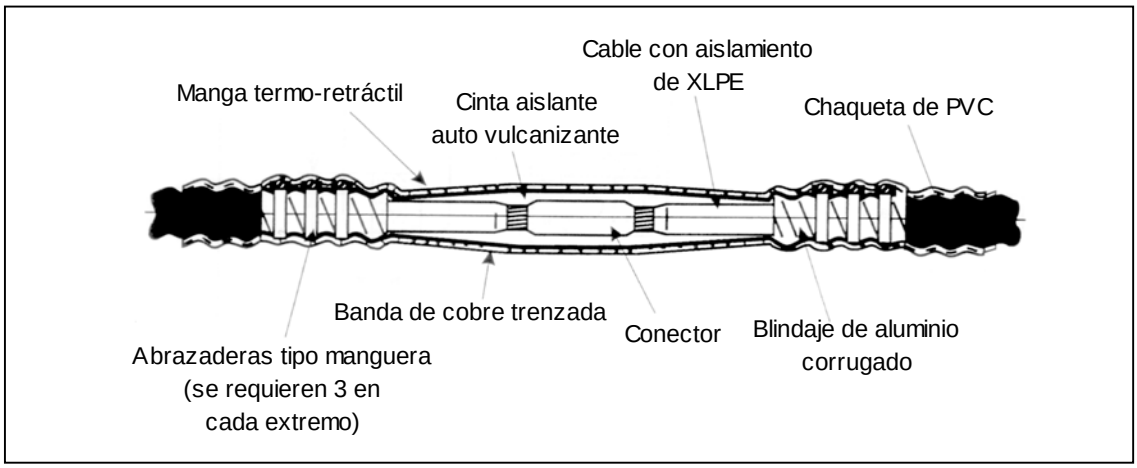


Figura 070-012(6)
Empalme Subterráneo Típico

Propósito de la Regla 070-012(7). En caso se encontrase roca sólida durante la instalación, se permita que las canalizaciones o cables sean enterrados a menor profundidad que la especificada en la Tabla 53, si se excava un canal de 150 mm de profundidad dentro de la roca y se rellena con concreto hasta el nivel de la superficie de la roca.

Propósito de la Regla 070-012(8). Se permite la instalación de canalizaciones inmediatamente bajo una losa de concreto, en la medida que ésta tenga por lo menos 100 mm de espesor. La losa de concreto provee de adecuada protección ante cualquier operación de excavación, en la medida que la ubicación de los conductores sea marcada después de la instalación.

Propósito de la Regla 070-012(9). Cuando se instalan canalizaciones o cables con cubierta metálica en un tramo subterráneo, se considera que estas instalaciones están en un lugar mojado, pues están expuestas a la humedad y a influencias corrosivas. Se debe evitar en esta situación el uso de metales diferentes, para prevenir problemas de corrosión galvánica. Por ejemplo, cuando se usa concreto con acero de refuerzo como protección mecánica para las instalaciones, las tuberías y cubiertas de aluminio o el blindaje de cables sin cubierta de PVC pueden verse seriamente afectados.

Propósito de la Regla 070-012(10). Se debe considerar en forma primordial la protección física de cables y canalizaciones subterráneas. Los materiales de relleno que contienen rocas grandes pueden afectar la compactación del relleno, y el peso adicional puede contribuir a que objetos puntiagudos penetren la arena o tierra usada como cobertura, y dañen el aislamiento de los conductores. Los materiales de pavimentación que contienen creosota o gasolina pueden ser dañinos a algunos tipos de cubiertas de cables o de aislamientos de conductores. Las cenizas productos de la combustión de carbón bituminoso contienen azufre, y en presencia de humedad producen ácido sulfúrico que causa corrosión, atacando cubiertas ferrosas de cables y tuberías metálicas de fierro o derivados.

Propósito de la Regla 070-012(11). La ubicación exacta de un sistema subterráneo es muy importante, no sólo por la protección física de la instalación eléctrica, sino

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

también por la información que requiere el personal involucrado en su operación futura. Podrían utilizarse los siguientes métodos de marcado:

(a) señales impresas;

(b) marcadores en concreto;

(c) marcadores de cinta plástica; o

(d) un dibujo indicando la ubicación y la profundidad de instalación del sistema.

Propósito de la Regla 070-012(12). Estas prescripciones no cubren todos los requerimientos relativos a las instalaciones eléctricas subterráneas. Consecuentemente, las normas aplicables que aseguren los objetivos equivalentes de seguridad, deben definir las distancias de instalación a tuberías de agua y de gas, a sistemas de comunicaciones, a cruces de ferrocarriles, y otros tópicos pertinentes.

Sustento de la Regla 070-014. A causa del limitado espacio disponible y a las restricciones de acceso, se requiere una excepción, de acuerdo a la Regla 020-030 para instalar equipos eléctricos en un pozo de ascensor. Se requiere que los conductores ubicados dentro de pozos de ascensores estén contenidos en canalizaciones metálicas o sean cables teniendo una cubierta o blindaje metálico.

Propósito de la Regla 070-014. Se requiere que se obtenga una excepción para instalar equipos eléctricos que no estén destinados a la operación del ascensor. De obtener la excepción, se propone que el equipo para propósitos de detección de fuego o humo, sea de construcción no combustible, y que asegure que no causará interferencia con la operación del ascensor. Las cajas terminales, de salida o de empalme, deben abrirse hacia fuera del pozo, y el equipo debe ser firmemente sujeto a la estructura.

Sustento de la Regla 070-016. Se pueden producir daños en instalaciones con cubiertas metálicas (tales como interruptores blindados, tuberías metálicas o cables con cubiertas metálicas) cuando se instalan cerca de un electrodo de descarga a tierra, y ocurre una descarga lateral originada por efecto de un rayo.

Propósito de la Regla 070-016. Se requiere que todas las cubiertas metálicas (tales como interruptores blindados, tuberías metálicas, cables con cubiertas metálicas o cajas de paso metálicas) se mantengan alejadas a por lo menos 2 m de los electrodos de descarga a tierra. De no ser posible mantener esa separación, las conexiones a tierra de ambos sistemas se deben mantener unidas, de acuerdo a lo establecido en la Regla 060-706.

Sustento de la Regla 070-018. Esta regla es para prevenir la entrada de humedad a una edificación, ya sea por filtración o a través de la superficie de una canalización o la cubierta de un cable.

Propósito de la Regla 070-018. Cuando se perforen agujeros en la estructura de una edificación para la entrada de canalizaciones o cables, se requiere que tales agujeros sean sellados mediante el uso de empaquetaduras, o con tarrajeo de concreto u otros medios aceptables.

Sustento de la Regla 070-020. El alambrado instalado bajo un falso piso para sistemas de procesamiento de datos o similares, no está sujeto a los mismos daños mecánicos que experimentan los sistemas regulares de alambrado de una edificación,

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

por lo que se propone los requerimientos generales de alambrado de la Sección 070 no tengan el carácter de exigentes para estos casos.

Propósito de la Regla 070-020(1). Se permite la instalación bajo un falso piso, de cables y cordones flexibles, materiales para alambrado de aparatos y tuberías flexibles impermeables a líquidos, en la medida que los métodos de alambrado escogidos cumplan los requerimientos definidos en esta regla. Estos requerimientos se refieren a las cubiertas del material de alambrado de aparatos, a la conexión equipotencial a tierra de pisos conductores, al uso de enchufes, conectores y tomacorrientes para uso industrial o de tipo especial.

Propósito de la Regla 070-020(2). Con objeto de proveer una instalación segura, se requiere que los circuitos derivados que alimenten los tomacorrientes ubicados bajo un falso piso, utilicen métodos de alambrado empleando canalizaciones o tuberías metálicas de tipo pesado.

Conductores - Generalidades

Sustento de la Regla 070-100. Los conductores usados en las instalaciones eléctricas deben ser adecuados para la ubicación (por ejemplo, lugares secos, húmedos, mojados o peligrosos) y adecuados para las condiciones de uso (por ejemplo, directamente enterrado, métodos de alambrado expuesto u oculto, en canalizaciones y acometidas).

Propósito de la Regla 070-100. Los conductores listados en la Tabla 19 deben ser instalados teniendo particular atención de lo siguiente:

(a) **Humedad**. Si hay en alguna medida humedad presente, se puede depositar en la superficie del aislamiento, y con la presencia de contaminantes superficiales, el flujo de corriente eventualmente puede perforar el material aislante. Para superar este efecto de la humedad, se añaden materiales al aislamiento para impedir el depósito de la humedad y de contaminantes. En la Tabla 19, se listan los tipos de conductores adecuados para ser utilizados en lugares húmedos o mojados.

(b) **Acción Corrosiva.** En las instalaciones eléctricas se presenta comúnmente la corrosión en forma de ataque químico de aceites, grasas, gasolinas y ácidos, o como efecto galvánico entre metales diferentes (por ejemplo, cobre y aluminio), o como ataque electrónico (por ejemplo, por humedad que penetra por una fisura en el aislamiento de un conductor subterráneo). En la Tabla 19 se listan tipos de cables adecuados para ser utilizados en donde puedan encontrarse tales condiciones corrosivas.

(c) **Temperatura.** En términos generales, el calentamiento de los conductores instalados en un ambiente de alta temperatura, deteriora el aislamiento y reduce su capacidad de transportar corriente. Los conductores deben ser utilizados bajo condiciones tales, que nunca sea excedida la máxima temperatura permisible por el aislamiento. Las bajas temperaturas causan que muchos tipos de materiales aislantes se vuelvan quebradizos y puedan romperse por acción de impactos o flexiones. La Tabla 19 lista las máximas temperaturas permisibles

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

para los diferentes tipos de conductores. La Tabla 5A lista los factores de corrección a las capacidades de corriente de los conductores para temperaturas ambiente superiores a 30°C cuando están al aire libre y 20°C cuando están enterrados. Cuando la temperatura superficial, y/o la temperatura en la superficie del aislante de conductores, arreglos de cables o de sistemas de canalizaciones supera los 90°C, tales arreglos constituyen un peligro potencial de incendio, si son instalados adyacentes a materiales combustibles, y en tales casos se propone remover ese peligro potencial reubicando o soportando adecuadamente las instalaciones.

Para información con relación a marcado de baja temperatura, véase la Nota en el Anexo B.

(d) **Capacidad de Disipación.** El calor generado por conductores adyacentes instalados dentro de una canalización, eleva la temperatura ambiente y afecta la disipación del calor y la capacidad de conducción de los conductores. La Regla 030-004(1) y (2) define factores de reducción en función del número de conductores instalados en una canalización o cable.

(e) **Protección Mecánica.** La conservación de las características eléctricas del aislamiento de un conductor depende de su protección contra abuso mecánico. Un doblado muy agudo puede eventualmente causar un resquebrajamiento del aislamiento: una pérdida de soporte en los terminales, puede dar origen a esfuerzos combinados de tensión y compresión: la introducción de un clavo o tornillo en una pared, puede originar la perforación del aislamiento.

Sustento de la Regla 070-102. El aislamiento termoplástico de los conductores o de las cubiertas protectoras de cables, puede ser dañado cuando estos elementos se instalan en lugares en que la temperatura es menor de 10 °C . El aislamiento y la cubierta termoplásticos pueden volverse rígidos y pueden rajarse o destrozarse a tan bajas temperaturas.

Propósito de la Regla 070-102. Se restringe la instalación de conductores con aislamiento termoplástico o cables con cubiertas termoplásticas en ambientes donde las condiciones de baja temperatura puedan causar daño al aislamiento o a las cubiertas. Para información con relación a marcado de baja temperatura, véase la Nota en el Anexo B referente a la Regla 070-100.

Sustento y Propósito de la Regla 070-104. Para prevenir la fluencia de corriente, el aislamiento debe ser removido hasta una corta distancia del terminal o del empalme. Hay aislamientos a prueba de fuego, tales como el asbesto o la cinta de tela barnizada. El aislamiento de PVC no absorbe humedad.

Sustento de la Regla 070-106. Cuando fluye una corriente alterna en un cable con un solo conductor con cubierta metálica, se induce una tensión en la cubierta, que es proporcional a la corriente circulante. Cuando la cubierta contiene todos los conductores del circuito la corriente en ellos tiende a cancelar el efecto de las otras en lo referente a la tensión inducida. En los cables con un solo conductores con cubierta metálica sin embargo, no se presenta el efecto cancelatorio de los conductores de retorno, causando la inducción de una tensión en la cubierta y dando lugar a una pérdida de energía por efecto del calentamiento.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-106(1). Cuando se utilizan cables multipolares, se requiere que todos los conductores del circuito sean contenidos en el mismo cable con cubierta, de modo de prevenir el efecto de sobrecalentamiento de la cubierta. Cuando se tienden cables multipolares en paralelo, se deben cumplir los requerimientos de la Regla 070-108.

Propósito de la Regla 070-106(2). Se debe evitar una condición peligrosa, previniendo la posibilidad que los conductores de un cable multipolar sean cruzados con circuitos de un sistema diferente. Cuando los conductores de un cable multipolar se alimenten desde un sistema eléctrico con tensión o características diferentes, (por ejemplo, una tensión más alta impuesta sobre un circuito teniendo menor tensión). Esta Subregla no permite que los conductores de sistemas diferentes conformen un mismo cable, excepto cuando los conductores sean utilizados para la alimentación o control de dispositivos remotos, de acuerdo con la Regla 070-3032. (Véase también la Regla 070-904).

Propósito de la Regla 070-106(3). Se debe enfatizar la importancia de que cada conductor en paralelo comparta igualmente la carga del circuito, siendo del mismo tipo y de la misma clase de temperatura. El “tipo” se refiere a la designación del tipo de aislante y la “temperatura” se refiere a la máxima temperatura permisible por el mismo, según se lista en la Tabla 19.

Propósito de la Regla 070-106(4). Se debe reducir el efecto del calentamiento inductivo, mediante el uso de blindajes no magnéticos o no ferrosos, tales como aluminio. (Véase también la Regla 070-3024)8)).

Propósito de la Regla 070-106(5). Para prevenir el calentamiento inductivo en los componentes estructurales de la edificación, y en los soportes de los cables con un solo conductores, se debe tender y soportar cada cable con un solo conductor, de manera que sólo sea completamente rodeado por materiales no ferrosos.

Sustento de la Regla 070-108. Se debe poner énfasis en que cuando se escoja conductores para ser instalados en paralelo, la corriente de la carga debe ser dividida igualmente entre todos los conductores en paralelo involucrados.

Propósito de la Regla 070-108(1). Los conductores de cobre, con secciones iguales o mayores a 50 mm² pueden ser instalados en paralelo conectando en forma conductiva sus extremos para conformar un solo conductor. Cuando se instalen conductores en canalizaciones separadas, cada canalización debe contener el mismo número de conductores por cada fase y el conductor neutro. (Véase las Reglas 070-106(1) y 070-904(1)). Se requiere que la corriente de la carga sea igualmente repartida entre los conductores conectados en paralelo.

Propósito de la Regla 070-108(2). (Véase la Figura en el Anexo B correspondiente a la Regla 070-108). Cuando se escogen cables con un solo conductores para ser instalados en paralelo, se deben utilizar algunas de las configuraciones mostradas en el Anexo B u otras recomendadas por el fabricante. De requerirse conectar conductores adicionales en paralelo, pueden utilizarse configuraciones similares a las ilustradas en forma repetitiva. Tales configuraciones no necesariamente pueden dar lugar a una igual división de corriente para todos los tipos de sistemas de cables. (Véase también la Regla 030-008 para corrientes circulantes por las cubiertas).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-108(3). Los conductores con secciones menores de 50 mm² no tienen el mismo factor de seguridad ni pueden soportar los mismos esfuerzos de instalación que los conductores de 50 mm² o de mayor sección. Se permite que los conductores de secciones menores de 50 mm² sean tendidos en paralelo, si es que suministran energía de control a dispositivos específicos; cada conductor tendido en paralelo puede conducir la carga total; el dispositivo de sobrecorriente es igual o menor que la capacidad de conducción de cada conductor; y todos los conductores están tendidos en un mismo cable.

Sustento de la Regla 070-110. Se pueden originar daños en el aislamiento o en las cubiertas de los cables a causa de esfuerzos o dobleces excesivos.

Propósito de la Regla 070-110. La regla no estipula requerimientos relativos al radio de curvatura. La regla únicamente se refiere a la manipulación y al cuidado que debe prestarse cuando deben doblarse y tenderse los conductores. Para tener en cuenta los radios de curvatura permitidos, se deben ver otras reglas en el Código (Por ejemplo, la Regla 070-712, o la Regla 190-102).

Sustento de la Regla 070-112.. Las uniones y empalmes de conductores deben realizarse de modo de asegurar una alta conductividad, y deben tener la misma calidad de aislamiento que la del resto del conductor.

Propósito de la Regla 070-112(1). Se propone que las uniones y empalmes soldados deben ser mecánica y eléctricamente seguros antes de proceder al soldado ("mecánicamente seguro" significa que los conductores estén unidos o conectados sin dañarse, mientras que "eléctricamente seguro" significa que los conductores tengan una conexión conductiva adecuada).

Propósito de la Regla 070-112(2). El aislamiento aplicado a la conexión debe ser igual a la tensión nominal de aislamiento del conductor. Las cintas aislantes aprobadas, son adecuadas para uniones y empalmes de conductores teniendo una tensión de aislamiento hasta de 1 000 V . La cinta aislante debe ser aplicada en capas, con 50% de traslape entre las capas.

Propósito de la Regla 070-112(3). Se requiere que todas las uniones y empalmes sean accesibles para propósitos de inspección y mantenimiento.

Propósito de la Regla 070-112(4). Se permite que los cables subterráneos sean empalmados de acuerdo a la Regla 070-012(6) si la instalación eléctrica original ha quedado dañada. Si el empalme debe quedar sobre el terreno por accesibilidad, se propone que sea ubicado en una caja de paso, a 1 m sobre el piso terminado y asegurado a la edificación o a postes cortos. Si el empalme se ubica bajo tierra, se requiere que sea realizado con elementos adecuados para conexiones directamente enterradas.

Sustento de la Regla 070-114. Para prevenir contactos o descargas accidentales, deben aislarse los extremos no utilizados de los conductores.

Propósito de la Regla 070-114. Se requiere que los extremos no utilizados de los conductores sean aislados, utilizando por ejemplo conectores adecuados o utilizando cinta aislante, según se describe e la Regla 070-112.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 070-116. Deben realizarse conexiones de conductores mediante terminales, para asegurar que se mantienen la conductividad para ambos, el material y el método involucrado.

Propósito de la Regla 070-116. Se requiere que los conductores sean terminados mediante el uso de terminales o conectores. Cuando los conductores tienen una sección mayor de 6 mm², ya sean sólidos o cableados, se deben utilizar preferentemente conectores no soldados, pudiendo utilizarse los del tipo soldado en la medida que no sean prohibidos en la Sección 060.

Sustento y Propósito de la Regla 070-120(1). Los conductores deben ser soportados en forma independiente de las conexiones terminales de los equipos eléctricos, de los empalmes y de las uniones, de manera de prevenir la aparición de esfuerzos dañinos en los puntos terminales.

Propósito de la Regla 070-120(2). El peso de los conductores montados en forma vertical no debe ser soportado en los terminales de los equipos eléctricos. Cuando el peso es considerable, no debe ser confiado únicamente al soporte superior, sino que debe ser necesario emplear soportes intermedios. Los conductores instalados en canalizaciones verticales deben ser soportados de acuerdo a lo especificado en la Tabla 21.

Consideraciones prácticas para la Regla 070-120(2). Hay varios tipos de cables unipolares y multipolares que cuando son tendidos verticalmente, a causa de su construcción, tienen problemas similares a los conductores tendidos en canalizaciones verticales. Debe consultarse al fabricante del cable, para determinar la máxima distancia vertical entre soportes, o debe utilizarse cables específicamente diseñados para ser tendidos en forma vertical.

Propósito de la Regla 070-120(3). Se requiere que los conductores no cuelguen de filos o pasacables, o formen curvas que soporten todo el peso del conductor, para prevenir daños en el aislamiento.

Cableado a la Vista

Sustento y Propósito de la Regla 070-200. El método de cableado a la vista tiene su aplicación en las plantas industriales, talleres o instalaciones eléctricas temporales donde la apariencia es de poca preocupación. Los conductores son para ser tendidos al aire libre y no ocultados por la estructura de un edificio y apoyados y protegidos mediante el uso de aisladores, listones, tubos normales o flexibles. En el método del cableado a la vista, solamente se permite el uso de cables de conductores sencillos (mono-conductores).

Sustento de la Regla 070-204. Los conductores de cableado a la vista deben ser instalados en una forma tal que exista una separación adecuada entre los conductores y superficies adyacentes.

Propósito de la Regla 070-204(1). Se requiere que los conductores instalados como cableado a la vista en lugares secos, mantengan los espacios entre conductores de acuerdo al Tabla 20. En lugares húmedos, se requiere una separación de por lo menos 25 mm; el espacio adicional asegura que se mantenga el espacio de aire.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-204(2). Cuando los conductores se instalan adyacentes a las tuberías de agua o a materiales conductores, se requiere que se mantenga una separación de por lo menos 25 mm . Cuando sea posible, los conductores se han de poner sobre y no bajo las tuberías de agua, para evitar que la humedad o condensación caiga sobre los conductores.

Propósito de la Regla 070-204(3). Cuando se tienden los conductores a través de vanos de vigas o travesaños y están expuestos a daño mecánico, se requiere que sean protegidos como se especifica en la Regla 070-212(1). Cuando no están expuestos a daño, se han de instalar de acuerdo a la Regla 070-212(2).

Sustento de la Regla 070-206. Los conductores de cableado a la vista deben estar apoyados de manera que provean continuidad al sistema de cableado a la vista sin dañar a los conductores o sus cubiertas.

Propósito de la Regla 070-206(1). Se requiere que los aisladores empleados para el soporte de los conductores a la vistas sean de material no combustible y resistentes a la absorción, tales como porcelana o vidrio.

Propósito de la Regla 070-206(2) y (3). Los tipos más comunes de soportes aislados son los aisladores de porcelana tipo partido o tipo sólido, y abrazaderas de porcelana. Para los conductores de menor calibre, normalmente se usan los aisladores partidos. Para los conductores que tengan un calibre mayor a 6 mm^2, se puede usar aisladores sólidos con alambres de amarre. Se requiere que los alambres usados para el amarre, tengan el mismo tipo de aislamiento que los conductores que aseguran.

Propósito de la Regla 070-206(4). Se requiere que los aisladores partidos o abrazaderas, usados para soportar a los conductores con aislamiento termoplástico, no sean instalados sobre superficies metálicas. El tornillo de soporte del aislador partido o de la abrazadera puede conectarse a tierra por el contacto con la superficie del metal.

Sustento y Propósito de la Regla 070-208. Se requiere que los conductores estén rígidamente apoyados para evitar flechas entre los aisladores y así mantener el espacio deseado de las superficies adyacentes. Los intervalos de soporte no deben ser mayores de 1,5 m .

Sustento y Propósito de la Regla 070-210. Para obtener un método rígido de soporte, se requiere que los aisladores y abrazaderas se sujeten y aseguren con tornillos. El montaje incorrecto de los soportes (por ejemplo, con uñas), daña la porcelana o el vidrio. Además, algunas uñas no se sujetan a ciertas maderas y si el conductor no está instalado en forma correcta, se va a soltar de los soportes.

Sustento de la Regla 070-212. Los conductores están expuestos a daño mecánico cuando son tendidos a través de vanos de vigas, travesaños de pared, paredes u otras áreas abiertas. En estas situaciones, se debe proveer protección.

Propósito de la Regla 070-212(1). Se acepta uno de los siguientes métodos como protección para los conductores expuestos a daño mecánico:

(a) largueros;

(b) bandas protectoras;

(c) cajuelas de madera; o

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(d) mangas de tubo metálico

Propósito de la Regla 070-212(2). Se requiere que los conductores que no están expuestos a daño mecánico, sean tendidos a través de vigas, travesaños o viguetas siempre y cuando tengan una sección de 6 mm^2 o más, estén apoyados en cada viga, travesaño o vigueta y se mantengan espacios no menores de 150 mm entre ellos.

Sustento de la Regla 070-214. La elección de la protección está impuesta por las condiciones y ubicaciones en las que los conductores están expuestos a daño mecánico.

Propósito de la Regla 070-214(1). Se requiere que el material de madera usado para la protección, sea de por lo menos 19 mm de espesor y cuando se use como largueros, que se extienda por lo menos 12 mm más de cada lado del soporte de los aisladores.

Propósito de la Regla 070-214(2). Se requiere que las bandas protectoras y los terminales de protección lateral de los largueros por lo menos tengan alturas iguales a los aisladores del soporte y estén tan cerca de los conductores como se permita en la Tabla 20.

Propósito de la Regla 070-214(3). Se requiere que el espacio libre dentro de las cajuelas de madera, sea de por lo menos 25 mm entre los conductores y las superficies adyacentes de la caja y cuando los extremos de las mismas no colindan con las estructuras del edificio, deben estar cerradas.

Sustento de la Regla 070-216. Los extremos muertos de los conductores deben estar soportados rígidamente para evitar cualquier aflojamiento entre los soportes.

Propósito de la Regla 070-216(1). Cuando los conductores terminan en accesorios tales como portalámparas o tomacorrientes, se requiere que el aislador de soporte se encuentre dentro de los 300 mm del accesorio.

Propósito de la Regla 070-216(2). Cuando los conductores son de 6 mm^2 de sección o más, se requiere que sean de extremo muerto mediante el uso de aisladores sólidos o aisladores tensores.

Sustento y Propósito de la Regla 070-218. Cuando los conductores pasan a través de paredes, pisos, vigas o tabiques, se requiere que sean protegidos mediante una canalización o un tipo apropiado de tubería aislada.

Sustento y Propósito de la Regla 070-220. Se requiere que los conductores no estén en contacto con superficie u objeto alguno, excepto con sus aisladores de soporte. Cuando no se pueden mantener las separaciones en los dispositivos montados sobre la superficie, se requiere que se instalen sub-bases para ellos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-222. Cuando se hacen conexiones de cableado a la vista a otro método de cableado, se requiere que los conductores sean conectados en una caja o en un accesorio con agujeros provistos con pasacables aislados para cada conductor.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-224. Los requerimientos para el enlace equipotencial a tierra de la Sección 060, deben ser aplicables al método de cableado a la vista.

Alambrado Expuesto en Exteriores de Edificios y Entre Edificios de un Mismo Local

Sustento y Propósito de la Regla 070-300. El método del cableado expuesto exterior, es similar al método de cableado a la vista, excepto que el cableado está tendido sobre las superficies exteriores de edificios o entre edificios de un mismo local.

Sustento y Propósito de la Regla 070-304. En la Subregla (1), se requiere que los conductores estén ubicados de manera que estén aislados de las personas y protegidos a su vez de daño mecánico. Se requiere además, que los conductores sean ubicados de manera que los espacios sobre el nivel del piso terminado estén de acuerdo a lo provisto en la Regla 040-112. En ningún caso los conductores deben estar tendidos a menos de 4,5 m sobre el nivel del piso (no transitado por vehículos), excepto cuando se permita una desviación aceptada en la Regla 020-030.

En la Subregla (2), cuando los conductores están expuestos a daño por objetos móviles, se quiere que estén protegidos por tuberías rígidas e instalados para evitar que la humedad ingrese a la tubería pesada.

Sustento y Propósito de la Regla 070-306(1). Se requiere que los conductores instalados en las superficies exteriores de edificios, sean soportados por ménsulas, estantes o aisladores a intervalos no mayores de 3 m . Los conductores individuales deben tener una separación de por lo menos 150 mm uno del otro y a no menos de 50 mm de las superficies adyacentes.

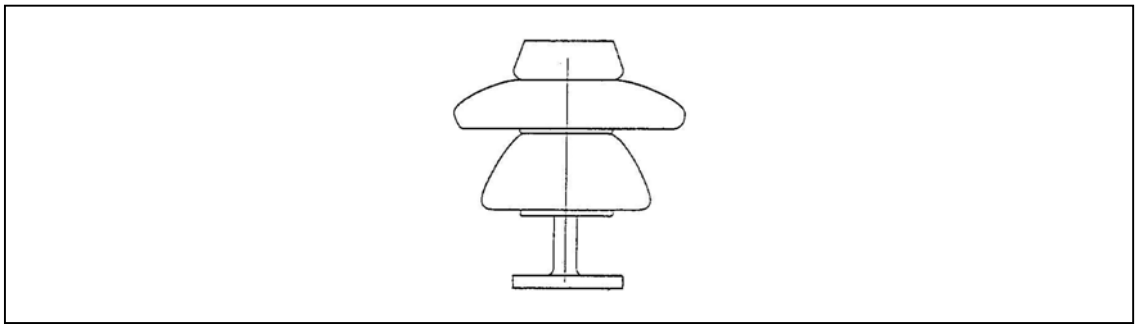


Figura 070-306
Aislador de Campanas Típico

Sustento y Propósito de la Regla 070-306(2). (Véase la Figura 070-306). Cuando se usan los aisladores tipo campana, los intervalos de soporte pueden incrementarse a no más de 4,5 m y los conductores individuales separados por lo menos 300 mm entre ellos y por lo menos 50 mm de las superficies adyacentes.

Sustento y Propósito de la Regla 070-306(3). Cuando los conductores no están expuestos a la intemperie (bajo colgantes) se requiere que los conductores sean

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

soportados sobre aisladores de vidrio o porcelana, dispuestos en intervalos de no más de 1,5 m, y con una separación mínima de 25 mm de las superficies adyacentes.

Sustento y Propósito de la Regla 070-306(4). Se requiere que los conductores que operen a una tensión más alta, se instalen sobre conductores que operen a una tensión menor y se mantengan a una distancia de por lo menos 300 mm .

Sustento y Propósito de la Regla 070-308. Se requiere que los conductores instalados en forma aérea entre edificios, tengan una resistencia de tracción adecuada para soportar los conductores y las condiciones atmosféricas.

Sustento y Propósito de la Regla 070-310. Cuando los conductores aéreos son instalados en una ubicación donde son accesibles y pueden ser tocados por una persona, se requiere que tengan barreras de protección y que tengan un espacio vertical de por lo menos 3 m . En los techos inclinados, o techos que no puedan ser fácilmente escalados, se requiere un espacio de 1,8 m sobre la cumbre o el punto más elevado.

Sustento y Propósito de la Regla 070-314. Cuando se otorga una excepción de la Regla 020-030 para que los conductores pasen sobre un edificio, se les ha de proveer con sus propios medios de soporte, independientes del edificio, para evitar un compromiso de terceras partes. Cuando no son posibles los mecanismos de auto-apoyo, los conductores pueden ser montados en caballetes, siempre y cuando se mantengan las distancias dadas en la Regla 070-310. Se requiere que los bastidores o caballetes sean construidos de acero u otro material aceptable.

Sustento y Propósito de la Regla 070-316. Se requiere que exista una separación de por lo menos 300 mm entre los conductores de sistemas de fuerza y los de comunicación, a fin de evitar que la tensión más alta de los circuitos de potencia se transfiera, accidentalmente, a los de comunicación. Si no puede haber una separación, se debe dar protección por medio de una barrera aislada o una cubierta en una tubería pesada.

Barras Desnudas y Montantes

Sustento y Propósito de la Regla 070-400. Las barras desnudas es un método de cableado que consiste en barras desnudas sobre soportes no combustibles, no absorbentes y aislados. De acuerdo a la Regla 070-2000, el método de la barra desnuda es similar al de la barra en ducto, excepto que las barras desnudas se ensamblan en el lugar de trabajo, mientras que el método de cableado de las barras en ducto es prefabricado.

Si se otorga una excepción de acuerdo a la Regla 020-030, se requiere que las barras desnudas se restrinjan a:

(a) un edificio de una construcción no combustible;

(b) una ubicación no accesible o guardada y ubicada en una jaula, canal o pozo;

(c) no sean locales peligrosos

(d) los requerimientos de la propagación de incendios de la Regla 020-126;

(e) condiciones apropiadas de operación y mantenimiento (por ejemplo, ventilación, espacio de trabajo y soporte del conductor).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cables con Cubierta No Metálica

Sustento y Propósito de la Regla 070-500. Un cable con cubierta no metálica (NM, NMC) es un cable con un ensamblaje de 2, 3 o 4 conductores aislados comprendidos en una cubierta no metálica; es un método de cableado donde el cable puede estar sujeto directamente a la superficie ya sea en ubicaciones expuestas u ocultas. Su ventaja sobre los métodos de cableado a la vista es que la cubierta les da protección continua sobre toda la longitud del conductor.

Sustento y Propósito de la Regla 070-504. Se permite que el cable de cubierta no metálica sea instalado en una construcción combustible o de otro tipo donde sea aceptable.

Sustento y Propósito de la Regla 070-506(1). Se requiere que el cable sea tendido en tramos continuos sin derivaciones, empalmes o uniones, excepto en salidas, cajas de empalmes o en paneles.

Sustento y Propósito de la Regla 070-506(2) y (3). Cuando se tiende un cable de cubierta no metálica conectado a un cableado a la vista, se requiere que la conexión se haga en una caja. Si se usa un accesorio para la conexión, se debe proveer de agujeros separados para cada conductor. Se requiere que la conexión del cableado oculto al cable con cubierta no metálica se haga en una caja.

Sustento y Propósito de la Regla 070-506(4). (Véase la Figura 070-506(4)). Se requiere que el cable sea instalado en ubicaciones con temperatura ambiente normal. Cuando el cable se instala en áreas de temperaturas mayores (por ejemplo, cerca de tuberías o ductos de calefacción), se requiere un espacio de aire de 25 mm o una barrera térmica apropiada ubicada entre el cable y la fuente de calor).

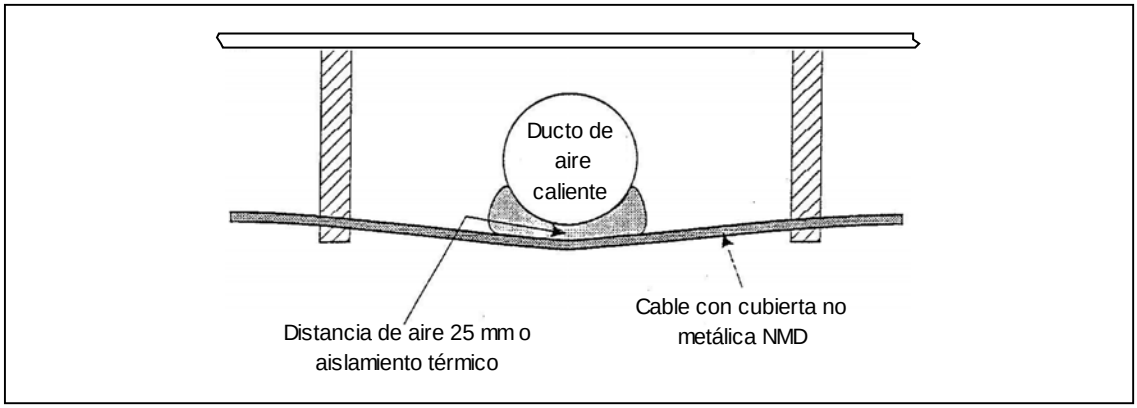


Figura 070-506 (4)
Instalación Típica de Cable con cubierta no Metálica
Cerca de Ducto de Aire Caliente

Sustento y Propósito de la Regla 070-506(5). Cuando un cable de dos conductores esté engrapado o sujeto con correas, se requiere que el lado plano del cable esté sobre la superficie, para evitar que se dañen los conductores.

Sustento y Propósito de la Regla 070-508. (Véase la Figura 070-508). Se requiere que los cables sean manejados de forma tal que la cubierta protectora no sea dañada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Los cables no deben ser manipulados o instalados bajo -10º C, a menos que esté específicamente indicado por el fabricante. (Véase la Nota en el Anexo B de la Regla 070-100). Para evitar daños al cable, se requiere que se usen las grapas aprobadas con topes para limitar la profundidad de la penetración. Se prueba el cierre de las grapas usando un (NM o NMC). No se permiten grapas de cerca o de cerca de ganado.

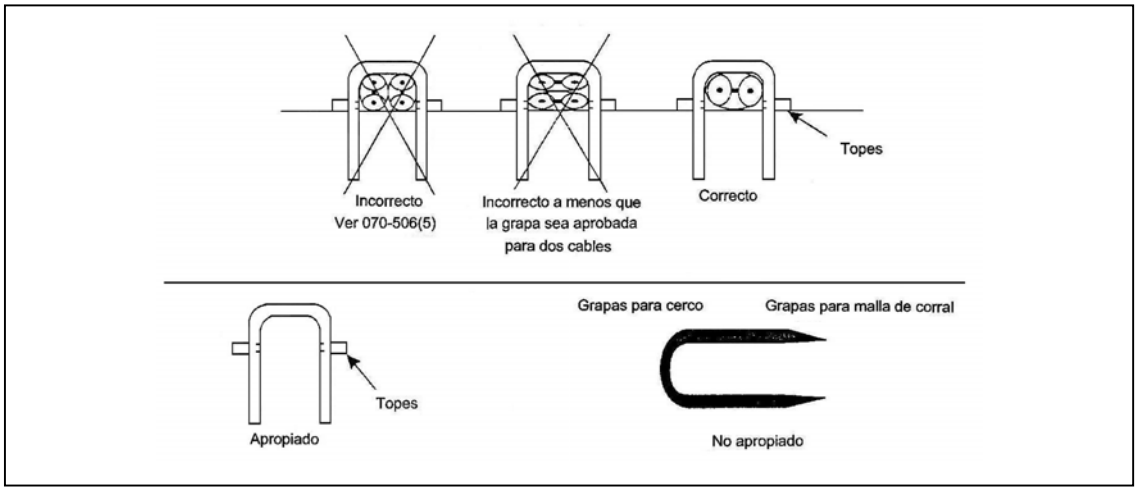


Figura 070-508
Grapas Típicas para Cable Armado, Conducto Metálico Flexible y Cable con cubierta No Metálica

Sustento y Propósito de la Regla 070-510(1). (Véase la Figura 070-510). Se requiere que los cables sean protegidos al ser soportados en una forma que no vaya a dañar al cable. El cable debe ser soportado a intervalos no menores de 1,5 m a lo largo del tendido y dentro de los 300 mm de una caja o accesorio, para soportar y evitar que el cable sea jalado de la caja o el dispositivo.

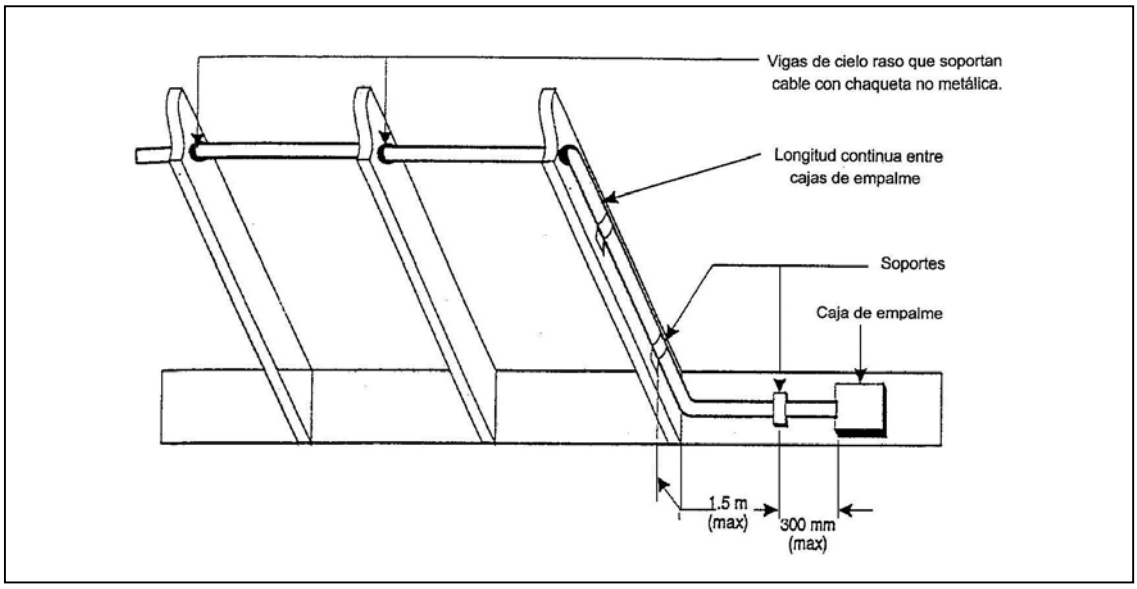


Figura 070-510
Instalación de Cable con cubierta No Metálica

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-510(2). Se requiere que los cables sean considerados como que están con soporte cuando se tiendan a través de agujeros en las vigas o travesaños.

Sustento y Propósito de la Regla 070-510(3). Se permite que los cables sean instalados sin los medios de soporte cuando están en el aire con separadores gemelos o en ubicaciones inaccesibles.

Sustento y Propósito de la Regla 070-512. Los cables no deben ser embebidos en yeso, cemento o acabados similares.

Sustento y Propósito de la Regla 070-514. Se requiere que los cables no se tiendan sobre o a través de la cara superior de vigas en ubicaciones donde la separación vertical entre vigas y viguetas sea mayor a 1 m, o en las caras inferiores de las vigas de la base, a menos que estén protegidas contra daños mecánicos. Una protección apropiada puede ser guardas o tablas de tendido.

Sustento y Propósito de la Regla 070-516(1). (Véase la Figura 070-516). Se requiere que los cables sean protegidos contra daños por su ubicación o por medios mecánicos. Cuando los cables pasan a través de travesaños y vigas o similares, se requiere una protección cuando la superficie exterior del cable esté a menos de 32 mm del borde más cercano del elemento. Se puede dar protección mediante placas de acero o mangas de metal para proteger al cable de daños como la penetración por clavos o tornillos para pared de piedra.

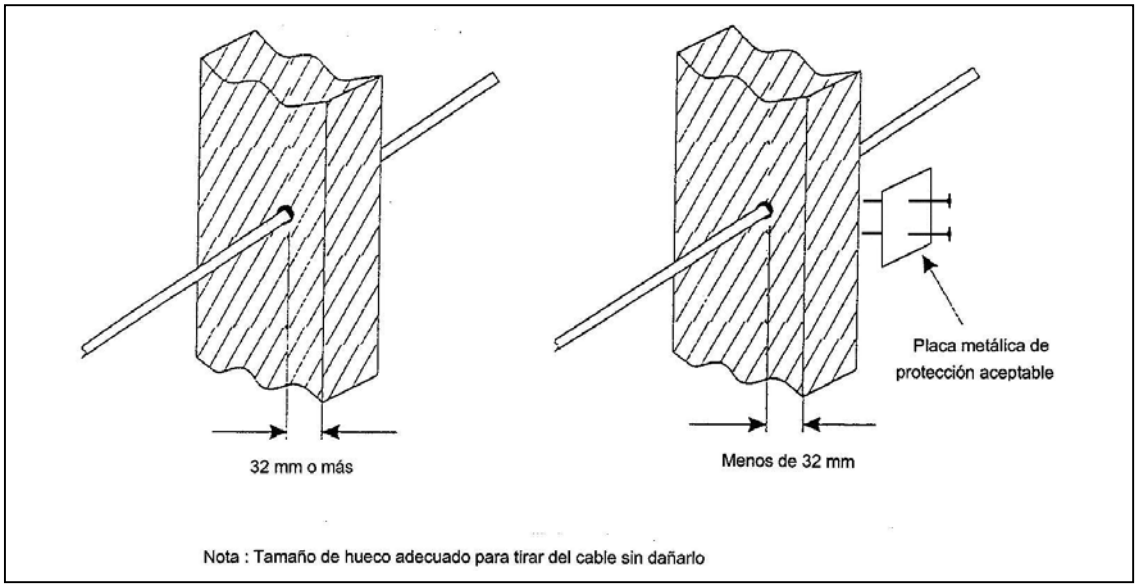


Figura 070-516
Tamaño del Hueco Adecuado para Tirar del Cable sin Dañarlo

Sustento y Propósito de la Regla 070-516(2). Se permite que los cables sean instalados en travesaños de metal, siempre y cuando el cable esté protegido contra daños mecánicos durante y después de su instalación, de orillas filosas y tornillos para fijar revestimientos. Cuando pasan a través de los huecos, deben estar protegidos mediante una inserción aprobada para el propósito y asegurada en el lugar en forma apropiada. Esta inserción puede ser de metal o de un material aislante. Cuando se

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

tiende a través de miembros, el cable debe estar aislado del metal mediante el uso de soportes aislados. Se requiere que se limite la posibilidad de que un cable dañado, energice los travesaños de acero.

Sustento y Propósito de la Regla 070-516(3). Cuando se instale cables detrás de un tablero de base, se requiere que éstos sean protegidos con medios *aceptables* o sean ubicados de tal manera que no exista peligro de que los clavos penetren el cable (por ejemplo, tuberías pesadas metálicas o pasacables metálicos).

Sustento y Propósito de la Regla 070-518. Cuando los cables atraviesen pisos o sean ubicados a menos de 1,5 m sobre el nivel del piso, se requiere protegerlos contra daños mecánicos mediante el empleo de tuberías pesadas metálicas o cintas de guarda o sean instalados en un lugar donde no existan posibles peligros.

Sustento y Propósito de la Regla 070-520. Se permite el tendido de cables en suspensión separados con gemelos cuando sean instalados en lugares donde resulte imposible proveer soporte.

Sustento de la Regla 070-522. Cuando se instalen cables en lugares expuestos, se deben utilizar dispositivos asilados aprobados en lugar de cajas.

Propósito de la Regla 070-522. Se requiere que las aberturas de los dispositivos aislados formen un ajuste estrecho alrededor de la cubierta externa o la parte interna del cable donde se ha retirado la cubierta. Cuando los conductores son sostenidos con terminales con tornillos de sujeción, se requiere que en cada conductor exista un terminal de tornillo a menos que el cable esté engrapado dentro del dispositivo.

Sustento y Propósito de la Regla 070-524(1). Se requiere proveer una caja o accesorios aprobados para ser utilizados con cables con cubierta no metálica en todos los lugares donde existan salidas y dispositivos. Se requiere que los cables sean asegurados de tal manera que las aberturas de la caja sean cerradas mediante el uso de conectores de caja tipo grapa o a compresión, o mediante conectores del tipo incorporado.

Sustento y Propósito de la Regla 070-524(2). Se permite el uso de cajas de salida y dispositivo no metálicos y cubiertas, siempre que tengan una composición resistente al fuego.

Sustento y Propósito de la Regla 070-526. Se requiere que todos los equipos eléctricos conectados con métodos de alambrado con cubierta no metálica sean enlazados equipotencialmente a tierra de acuerdo con los requerimientos de la Sección 060. Con fines de realizar un enlace equipotencial, se incorporará un conductor de enlace no aislado al cable.

Cables Blindados

Sustento y Propósito de la Regla 070-600. (Véase la Figura 070-600). Debido a su flexibilidad, el método de cable con armadura puede ser utilizado para trabajos de acabado oculto, y cuando el aspecto externo no sea importante, éste puede ser utilizado para trabajos expuestos. La cubierta de blindaje metálico de cinta de acero o de aluminio, proporciona protección mecánica a los conductores aislados. El blindaje de un cable o los cables que tienen incorporado cintas internas de cobre o aluminio

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

que estén en contacto con el blindaje no constituye un conductor de enlace equipotencial (véase la Regla 060-510(2).) Los cables con blindaje de aluminio tienen las letras "AL" sangradas o grabadas en relieve en el blindaje.

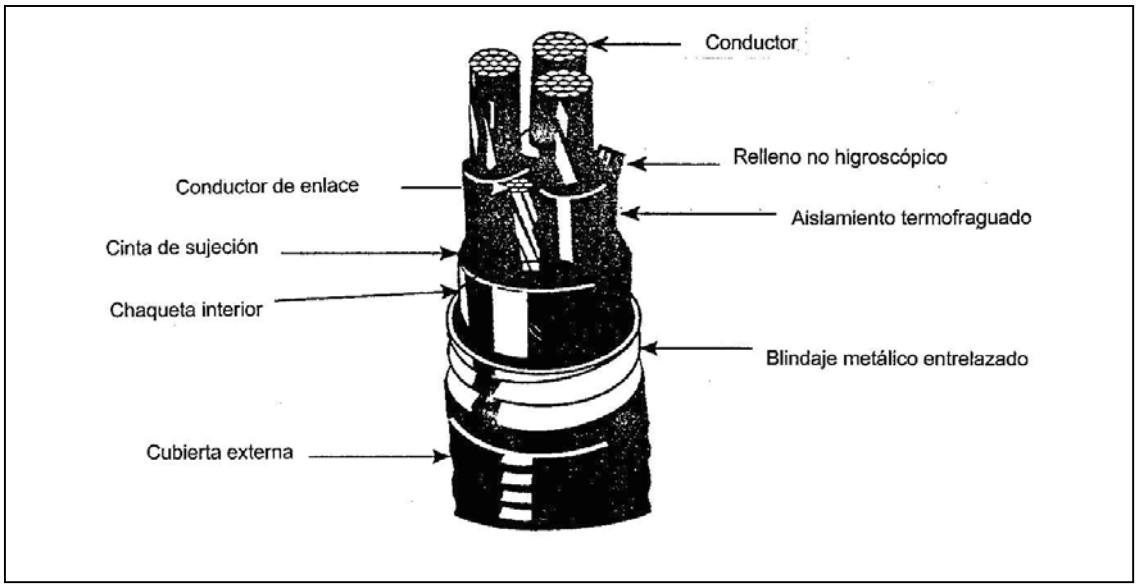


Figura 070-600
Cable Armado

Sustento y Propósito de la Regla 070-602(1). (Véase la Figura 070-602(1)). Se permiten que los cables con armadura sean utilizados en edificaciones de construcción combustible e incombustible, debido a la protección que brindan a los conductores con sus cubiertas metálicas. La construcción de cables con blindaje de alambre de acero (SWA-"Steel Wire Armour") proporciona una alta resistencia a la tracción, no obstante cuando están expuestos a daños mecánicos, tales como pinchazos, pueden brindar menor protección que los cables de blindaje entrelazado. La Nota del Anexo B requiere que se considere la aplicación particular antes de utilizar cables con blindaje de alambre de acero (SWA).

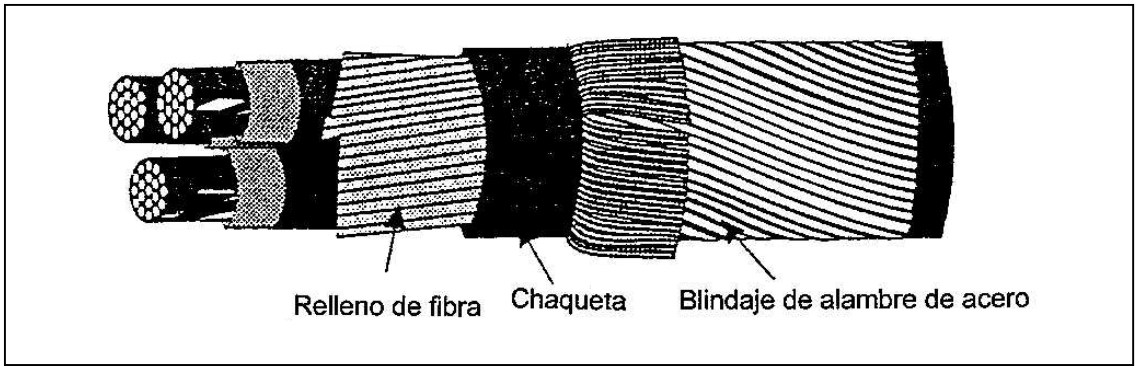


Figura 070-602 (1)
Cable con Blindaje de Alambre de Acero

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-602(2). (Véanse las Figuras 070-602(2), (3) y (4)). Se permite el empleo de cables con armadura en las condiciones de uso que se indican en la Tabla 19. Si el cable es adecuado para ser utilizado directamente enterrado, puede también ser utilizado para acometidas subterráneas (véase la Regla 040-300).

Sustento y Propósito de la Regla 070-602(3). (Véanse las Figuras 070-602(2), (3) y (4). Se permiten que los cables con blindaje de aluminio que son apropiados para ser directamente enterrados, también pueden ser empotrados en concreto armado con fierro, siempre que el concreto no contenga aditivos de cloruro o el blindaje haya sido tratado para la prevención de cualquier acción galvánica. El concreto puede ser considerado como lugar mojado o húmedo en algunas áreas, y la presencia de cualquier cloruro da como resultado actividades corrosivas en el blindaje de aluminio. "Otro método" puede ser el empleo de cubiertas o cintas de PVC aplicadas sobre el blindaje de aluminio.

Propósito de la Regla 070-602(4). (Véanse las Figuras 070-602(2), (3) y (4). Se requiere proporcionar una protección extra cuando los cables son instalados en áreas que contienen escorias o concreto de escorias. Las escorias vienen a ser el producto de la combustión de carbón bituminoso con contenido de azufre; con la humedad, se establece una acción galvánica que ataca el blindaje. La protección extra puede ser en forma de empotramiento del cable en por lo menos 25 mm de concreto sin contenido de escorias. No debe ser necesario ninguna protección extra si es que los cables están ubicadas a más de 450 mm por debajo de las escorias o concreto de escorias.

Propósito de la Regla 070-602(5). En las edificaciones de construcción no combustible, se permite el tendido expuesto de cables, que no contienen conductores con una sección mayor de 6 mm^2, sobre la superficie de la mampostería u otros materiales de construcción o sean enterrados en yeso, siempre que el cable sea sólo para extensiones de salidas existentes.

Sustento y Propósito de la Regla 070-604. Cuando los cables con armadura son instalados en lugares expuestos a daños mecánicos (por ejemplo, sobre postes o en las fachadas de las edificaciones expuestas a tránsito vehicular) y a menos de 2 m sobre el piso terminado, es necesario proveer protección mecánica, la cual puede ser en forma de guarda o canalización rígida de acero o material de características similares, con un espesor de 3,5 mm o una tubería pesada de acero rígida.

Sustento y Propósito de la Regla 070-606. Se permite que los cables provistos de cubiertas termoplásticas y adecuados para ser directamente enterrados, sean utilizados sólo en lugares donde no se dañen las cubiertas. Dichos lugares pueden ser los que se describen en la Regla 070-012(4), donde los cables son empotrados con arena o tierra cernida.

Sustento y Propósito de la Regla 070-608. Los cables con armadura están conformados por cintas simples de acero o aluminio entrelazados y proporcionan una buena resistencia mecánica y flexibilidad. Para lograr una continuidad mecánica y eléctrica, se requiere que los cables sean manipulados con cuidado a fin de no abrir las circunvoluciones del blindaje y sean fijados de manera segura a los equipos eléctricos. La continuidad eléctrica es importante para el enlace equipotencial del blindaje a tierra. La continuidad mecánica se obtiene fijando de manera segura el cable entre los tramos y el equipo, de acuerdo con la Regla 070-501. Un detalle importante en la instalación de cables con armadura es el método para asegurar el

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cable al recinto de protección. El blindaje del cable debe ser sujetado de manera segura con el conector a fin de lograr una buena conexión mecánica y eléctrica.

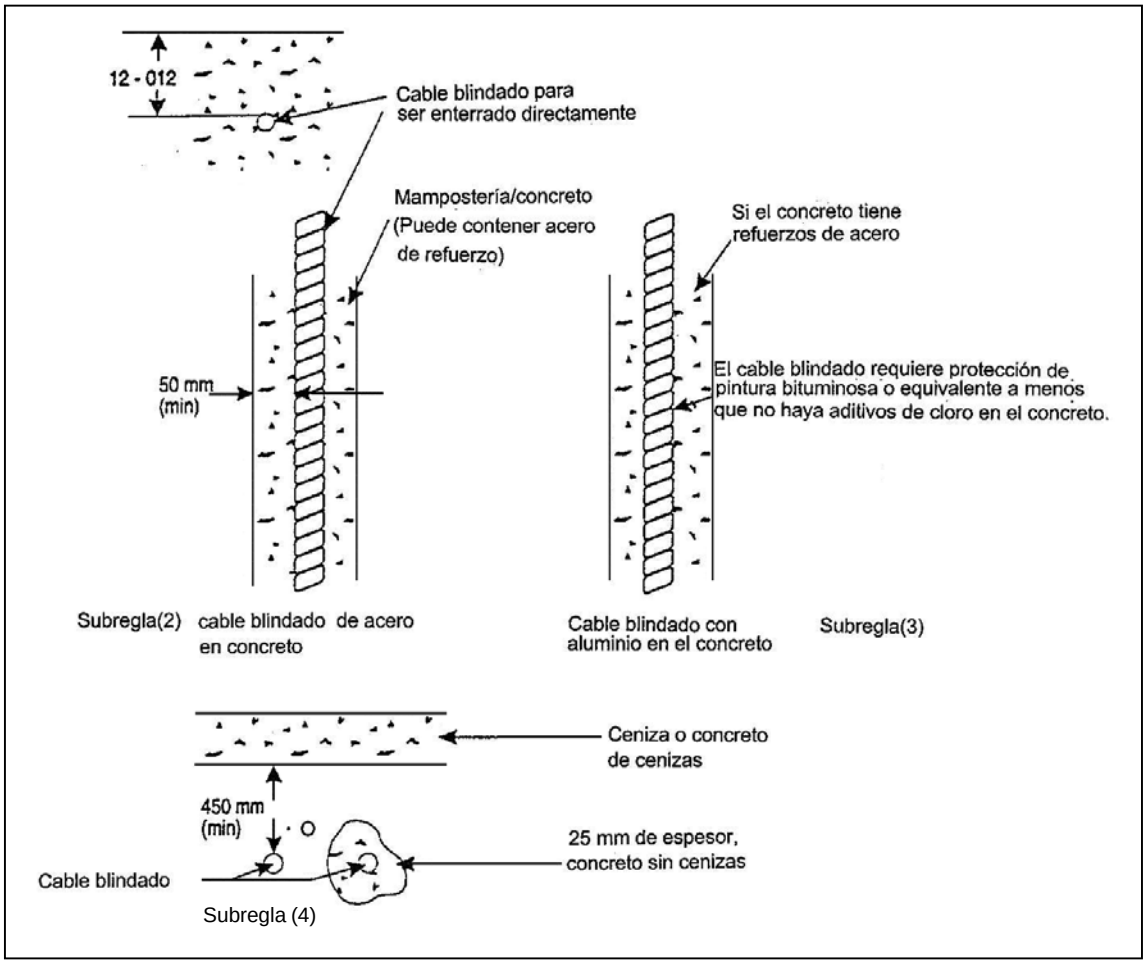


Figura 070-602 (2), (3) y (4)
Uso de Cable con armadura Apropiado para Enterrarlo Directamente (Tabla 19)

Sustento de la Regla 070-610. A fin de prevenir la abrasión o cortes provocados por los bordes afilados del blindaje, se debe proteger el aislamiento del conductor mediante pasacables o accesorios de inserción aislados, algunas veces denominados pasacables anticortocircuito.

Propósito de la Regla 070-610(1). (Véase la Figura 070-610 (1)). Se requiere que el aislamiento del conductor sea protegido mediante el empleo de pasacables, accesorios de inserción, o dispositivos equivalentes aislados.

Propósito de la Regla 070-610(2). Se requiere que los conductores con sección de 6 mm^2 o más, cuenten con una protección en forma de pasacables aislados o acople aislados con orificios lisos y redondos. Se puede instalar material aislante, siempre que dicho material pueda ser insertado para separar el blindaje y el aislamiento del conductor.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-610(3). Se requiere que los conectores o grapas sean diseñados para permitir, luego de la instalación, la inspección de los dispositivos de protección o el extremo de la cubierta de plomo.

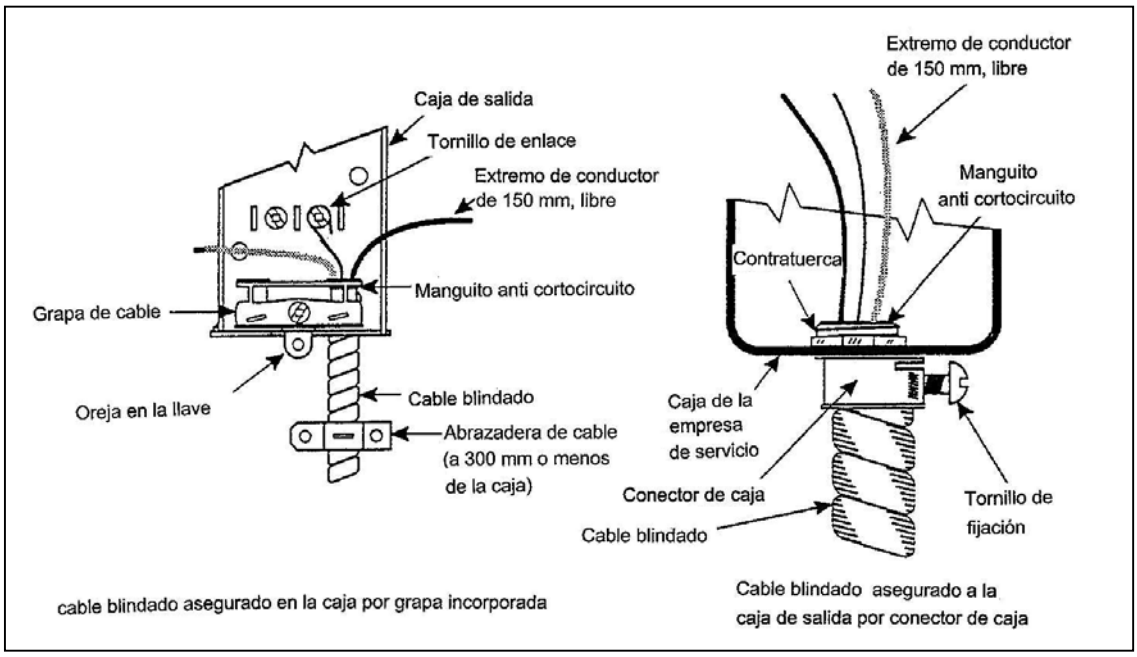


Figura 070-610 (1)
Conector Típico para Cable con armadura

Propósito de la Regla 070-610(4). Cuando se conecten los cables a un método de alambrado a la vista, se requiere que la terminación o conexión sean realizadas en una caja o accesorio similar al requerido según la Regla 070-222.

Sustento y Propósito de la Regla 070-612. Se requiere que los cables con armadura no sean tendidos en el aire con gemelos, en lugares donde se haya instalado alambrado oculto de perillas y tubos o cables con cubiertas no metálicas. Los cables con armadura pueden dañar los conductores, cables o soportes de los sistemas existentes.

Sustento y Propósito de la Regla 070-614. Se requiere restringir los radios de las curvas, a fin de prevenir que se abra el entrelazado del blindaje y exponer el conjunto de los conductores. Durante la instalación, los radios deben tener un límite de 6 veces el diámetro externo del cable, y en caso de instalar un cable con cubierta de plomo, el radio debe tener un límite de 10 veces el diámetro externo.

Sustento y Propósito de la Regla 070-616(1). Se requiere que los cables sean protegidos contra daños mediante métodos de ubicación o mecánicos. Cuando los cables atraviesan montantes, vigas o miembros similares, debe ser necesario protegerlos cuando la superficie externa del cable se encuentre a menos de 32 mm del borde más próximo de un miembro. La protección puede ser en forma de placas de acero o pasacables de metal, a fin de proteger el cable contra daños tales como penetración de clavos o tornillos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-616(2). Se requiere que los cables instalados detrás de tableros de base sean ubicados o protegidos contra daños de la misma forma que se describió en la Subregla (1).

Sustento y Propósito de la Regla 070-618. Se requiere que los cables con armadura sean soportados de la misma forma requerida para los cables con cubierta no metálica según la Regla 070-510.

Cables con Aislamiento Mineral y con Cubierta de Aluminio

Sustento y Propósito de la Regla 070-700. Los cables con aislamiento mineral (MI - "Mineral Insulated" o LWMI - "Light-weight Mineral Insulated") y con cubierta de aluminio son sistemas de alambrado monofilares o de múltiples conductores con cubiertas metálicas. En el cable con aislamiento mineral, los conductores están separados y aislados con óxido de magnesio comprimido en forma densa cubierto con una cubierta de cobre, aluminio o acero inoxidable. Un cable con cubierta de acero inoxidable (SSMI - "Steel sheath") debe de ser enlazado equipotencialmente a tierra en condiciones indicadas en la Regla 060-510(4). En los cables con cubierta de aluminio, los conductores se encuentran separados y encerrados por una cubierta sin costura de cierre hermético de aluminio liso o acanalado. El espesor de la cubierta de cobre para los cables con aislamiento mineral del Tipo MI o LWMI y para los cables con cubierta de aluminio asegura el cumplimiento de los requerimientos de enlace equipotencial a tierra de la Tabla 16.

Sustento y Propósito de la Regla 070-702. Se permite el empleo de cables con aislamiento mineral y con cubierta de aluminio en edificaciones de construcción combustible e incombustible, tanto para trabajos de acabado oculto o expuestos y tanto en lugares mojados o secos. Los cables con aislamiento mineral de peso ligero (LWMI- -"Light-weight Mineral Insulated") sólo pueden ser utilizados como de múltiples conductores. Debido a las diferencias en el grosor del aislamiento, el cable con aislamiento mineral de peso ligero es marcado para ser utilizado tanto a niveles de 300 V o 600 V .

Sustento de la Regla 070-704. Los cables pueden ser empotrados en yeso para realizar extensiones de circuitos existentes o cubiertos con concreto. Las extensiones empotradas en yeso constituyen un método práctico para evitar realizar excesivas cantidades de canalizaciones o perforaciones de paredes y pisos.

Propósito de la Regla 070-704(1). Se permite que los cables sean instalados en yeso o tarrajeo como extensiones de salidas existentes o cuando sean cubiertos o empotrados en por lo menos 50 mm de mampostería o de concreto.

Sustento y Propósito de la Regla 070-704(2). Según el lugar, un cable bifilar plano con cubierta de aluminio estará propenso a daños mecánicos y eléctricos cuando se encuentre empotrado en yeso, mampostería o concreto. Es necesaria una excepción según la Regla 020-030 a fin de permitir su uso para empotramiento en mampostería o concreto.

Propósito de la Regla 070-704(3). Debido a una posible corrosión galvánica, se requiere restringir el uso de cables con cubierta de aluminio en concreto que contenga acero armado con aditivos de cloruro. Si es que la cubierta es tratada con pintura

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

bituminosa o materiales adecuados para prevenir condiciones de corrosión, el cable puede ser empotrado en concreto armado.

Sustento y Propósito de la Regla 070-706(1). Se requiere que los cables sean soportados de manera segura con armellas, cintas o soportes colgantes de tal manera que no dañen el cable, o expongan las terminaciones a tensiones o esfuerzos indebidos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-706(2). A fin de prevenir daños al cable, se requiere que sea soportado a intervalos que no excedan de 2 m . Cuando los cables sean tendidos en suspensión con separadores de gemelos, debe ser necesario agregar soporte en las terminaciones.

Sustento y Propósito de la Regla 070-706(3). Se requiere que los cables sean instalados de tal manera que se evite la imposición de cualquier tensión o esfuerzo al cable o los accesorios de terminales de cubiertas. Cuando el establecimiento de una estructura pueda dañar el cable o sus accesorios, debe ser necesario proporcionar soporte físico o protección mecánicas adicionales.

Sustento y Protección de la Regla 070-706(4). Se permiten que los cables sean instalados en lugares expuestos, siempre que se provea protección mecánica de acuerdo con la Regla 070-710.

Sustento y Propósito de la Regla 070-708. Cuando los cables que cuenten con cubierta de aluminio sean enterrados directamente, se requiere que estén provistos de una cubierta de PVC u otra cubierta resistente a la corrosión.

Sustento y Propósito de la Regla 070-710(1). Cuando los cables sean instalados en lugares expuestos a daños, se requiere que cuenten con protección mecánica adecuada tal como tuberías pesadas metálicas rígidas o largueros.

Sustento y Propósito de la Regla 070-710(2). Se requiere proporcionar protección mecánica cuando los cables estén expuestos sobre el miembro estructural de una edificación a 1,5 m o menos del nivel del piso o en otros lugares propensos a daños debido al movimiento de vehículos, almacenamiento o excesivas vibraciones.

Sustento y Propósito de la Regla 070-710(3). Cuando los cables sean instalados en lugares donde se encuentren expuestos a daños o penetración de clavos de 62 mm, se requiere proporcionar protección o reubicar el cable a fin de evitar peligros.

Sustento y Propósito de la Regla 070-710(4). Se requiere reducir o evitar daños al cable agrandando los agujeros, ranuras o cintas de soporte en los lugares que se indican en la Subregla (3). El agrandamiento permite un movimiento libre de por lo menos la mitad del diámetro del cable.

Sustento y Propósito de la Regla 070-710(5). (Véase la Figura 070-710(5)). Cuando los cables emerjan de un entierro directo o se sumerjan al mismo, se requiere proporcionar protección mecánica al cable por una distancia de 300 mm sobre el piso terminado. La protección puede ser en forma de un fragmento de tubería, cubrir el cable o utilizar una guarda metálica. En los lugares expuestos a formación de escarcha, se requiere que la cubierta recubra holgadamente los cables, a fin de prevenir posibles daños al cable.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

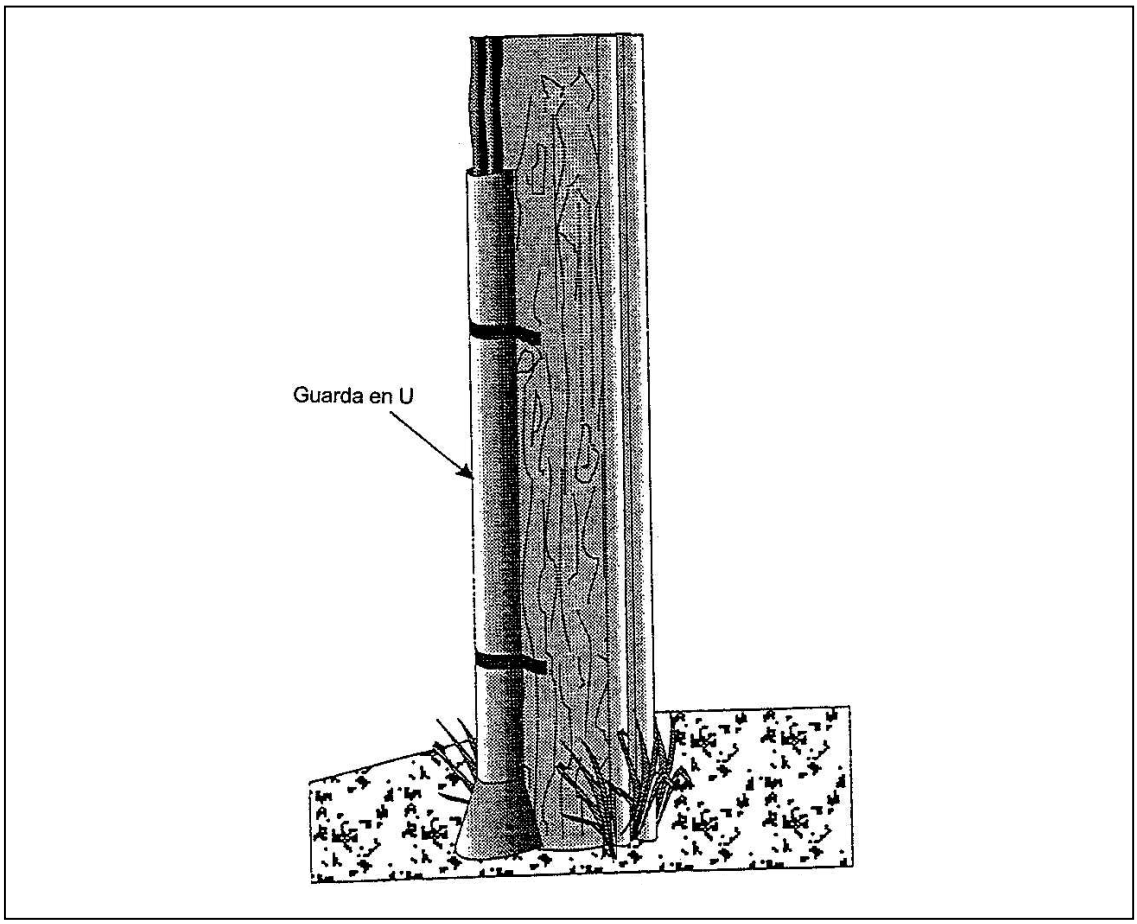


Figura 070-710 (5)
Protección Mecánica Típica

Sustento y Propósito de la Regla 070-712(1). Durante la instalación, se requiere que todas las curvas realizadas a los cables con aislamiento mineral no dañen la cubierta. Como límite el radio de las curvaturas no debe de ser menor de 6 veces el diámetro externo de la cubierta.

Sustento y Propósito de la Regla 712(2). El aluminio es menos dúctil que la mayoría de los metales; en consecuencia, se romperá más rápidamente cuando sea flexionado. Consulte la Regla 070-614 respecto a los radios de curvatura de los cables con armadura.

Propósito de la Regla 070-712(2). Se requiere que las curvas realizadas a los cables con cubierta de aluminio liso tengan como límite un radio no menor al que se indica en los Párrafos (a), (b) y (c).

Propósito de la Regla 070-712(3). Se requiere que las curvas realizadas a los cables con cubierta de aluminio corrugado tengan como límite un radio no menor de 9 veces el diámetro externo de la cubierta.

Sustento y Propósito de la Regla 070-714. (Véase la Figura 070-714). Se requiere que todas las terminaciones de los cables con aislamiento mineral (MI) sean

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

realizadas con accesorios aprobados diseñados para sellar extremos de cables y asegurar mecánicamente el cable al equipo eléctrico. Ya que los cables MI cuentan con cubierta de cobre o de aluminio, se requiere emplear conectores de cajas adecuados para ser utilizados con un determinado material de cubierta.

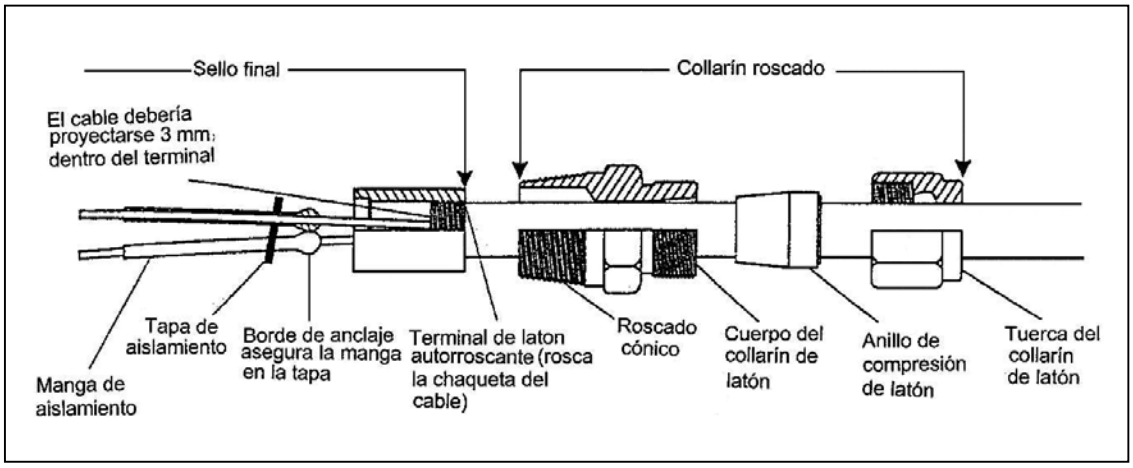


Figura 070-714
Conector de Caja para Cable con Aislamiento Mineral

Sustento y Propósito de la Regla 070-716. Cuando los cables con aislamiento mineral o con cubierta de aluminio sean conectados a otros métodos de alambrado, se requiere que las conexiones se realicen en una caja o accesorio que cuenten con agujeros individuales con pasacables para cada cable.

Cables de conductor plano – Tipo FCC *(Flat Conductor Cable)*

Sustento y Propósito de la Regla 070-800. (Véase la Figura 070-800). El cable de conductor plano tipo FCC – "Flat Conductor Cable", es un método de alambrado concebido para instalaciones eléctricas ocultas debajo de cuadrados de alfombra. El sistema utiliza un cable que consta de tres o más conductores planos, colocados en paralelo en la misma superficie plana y encerrados dentro de un montaje de aislamiento. Su protección contra daños físicos es proporcionada mediante el empleo de pantallas superiores e inferiores. Sus accesorios incluyen cajas, elementos de conexión, terminales de aislamiento, dispositivos, cintas de acero y montajes de transición.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

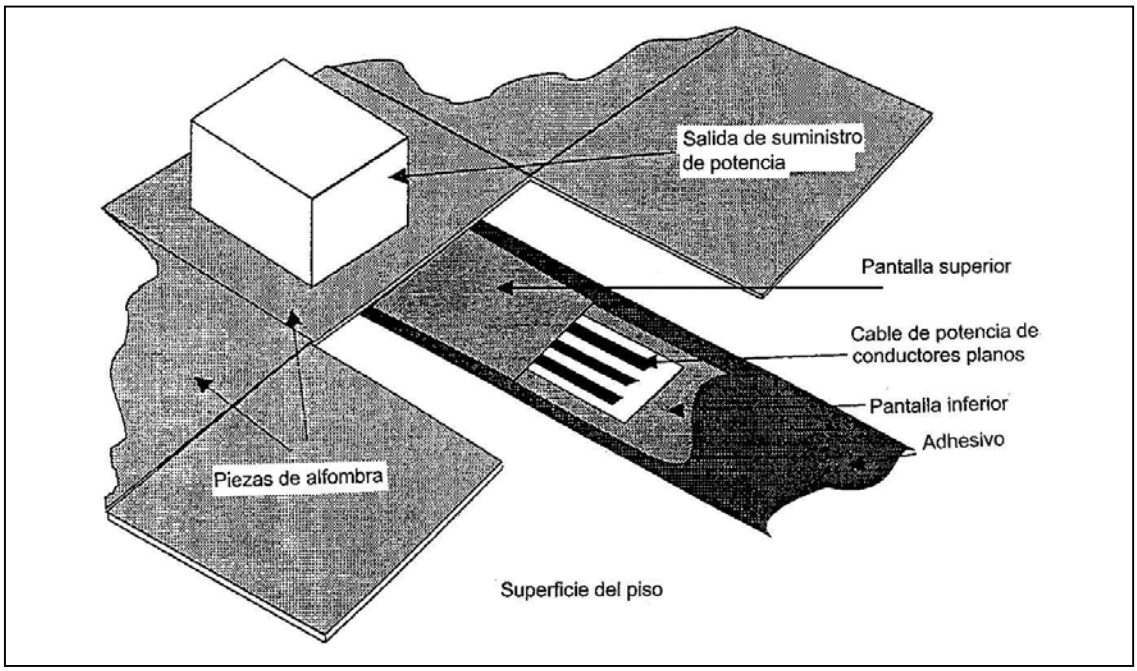


Figura 070-800
Instalación de Cables de Conductor Plano

Sustento de la Regla 070-802. Por lo general, las definiciones se dan en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o término, o sus derivados, que solamente se aplican a una Sección es definido en dicha Sección.

Propósito de la Regla 070-802. Se requiere que las definiciones señaladas se apliquen a los fines de las *instalaciones eléctricas de cables de conductor plano*-FCC. La *pantalla inferior* puede o no ser incorporada como parte integrante del cable. La *pantalla* superior y la *cinta metálica* pueden ser dos componentes individuales o puede ser un solo componente integral del sistema.

Sustento y Propósito de la Regla 070-804. Se permite que los *sistemas con cables de conductor plano - FCC* sean instalados sobre superficies de pisos continuos resistentes, lisos (por ejemplo, concreto, cerámica o madera) tanto en lugares *secos* como *húmedos*. Los sistemas pueden instalarse sobre pisos que se calienten a más de 30 ºC, siempre que el *sistema de cables de conductor plano-FCC,* esté identificado para uso a dichas temperaturas.

Sustento y Propósito de la Regla 070-808. Se requiere que el *sistema de cables de conductor plano-FCC* sea cubierto con cuadrados de alfombra removibles cuyos lados no midan más de 750 mm .

Sustento y Propósito de la Regla 070-810. Cuando se unan, empalmen o terminen los cables, se requiere que éstos sean conectados con conectores de cable FCC *aprobados*. Se requiere que se instale en los extremos expuestos un *terminal de aislamiento*, diseñado para aislar *eléctricamente* y sellar el extremo del cable contra la penetración de humedad y el derramamiento de líquidos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-812. Se requiere proteger al cable contra daños físicos tanto por la parte superior como inferior por medio de pantallas: la *pantalla inferior* montada sobre el piso debajo del cable FCC y la pantalla superior montada sobre el cable y debajo de los cuadrados de alfombra.

Sustento y Propósito de la Regla 070-814. Se requiere que todas las pantallas metálicas, cintas de acero, cajas, alojamientos de tomacorrientes y dispositivos autónomos sean continuos eléctricamente y sean *enlazados equipotencialmente a tierra.* Se considera que las cintas que presentan superficies conductivas en contacto eléctrico íntimo con las pantallas metálicas a todo lo largo del sistema sean *enlazadas equipotencialmente* cuando sean *aprobadas* para dicho fin.

Sustento y Propósito de la Regla 070-816. Cuando se una un sistema de cables de conductor plano-FCC con otro tipo de método de alambrado, se requiere que la conexión se realice con un *montaje de transición* y un *conector de transición aprobados,* para la conexión del *conductor* y su *enlace equipotencial.*

Sustento y Propósito de la Regla 070-820. Se permite que dos *cables de conductor plano-FCC* se crucen por encima o por debajo, siempre que los dos cables estén separados por *una pantalla metálica enlazada equipotencialmente*. Un cable de conductor plano-FCC puede cruzar por encima o por debajo de una cable plano de comunicación, siempre que éste esté separado por una pantalla.

Sustento y Propósito de la Regla 070-822. Se requiere que todos los sistemas con cable de conductores planos-FCC sean protegidos contra daños mecánicos utilizando pantallas superiores e inferiores, las pantallas superiores aprobadas deben ser metálicas y las pantallas inferiores pueden ser o metálicas o no metálicas. Cuando los cables ingresen a un montaje de transición montado en una pared, se requiere que se provea una protección mecánica adicional.

Sustento y Propósito de la Regla 070-824. No se permite el tendido de cables planos superpuestos, salvo cuando los cables crucen unos sobre otros. (Véase la Regla 070-820).

Canalizaciones - Generalidades

Sustento y Propósito de la Regla 070-900. Las canalizaciones son canales diseñados para alojar en su interior de manera holgada conductores, cables o barras. Los conductores o cables pueden ser retirados o tendidos, según el tipo de canalización. Las canalizaciones pueden ser de construcción metálica o no metálica y se requiere que éstas sean instaladas de acuerdo con las condiciones y lugares de uso. En el Resumen de la Sección 070 se señalan los diferentes tipos de canalizaciones.

Sustento y Propósito de la Regla 070-902. Se requiere que los conductores sean del tipo adecuado para las condiciones de uso del método elegido de alambrado en canalizaciones. En la Tabla 19 se indican las condiciones de uso y los lugares adecuados para los diferentes tipos de conductores para instalación en canalizaciones.

Sustento y Propósito de la Regla 070-904(1). A fin de prevenir el calentamiento inductivo de la canalización metálica, se requiere que todos los conductores del mismo

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

circuito sean alojados en la misma canalización o canal metálicos. Los conductores instalados en una construcción en paralelo pueden utilizar canalizaciones adicionales; sin embargo, cada canalización adicional debe alojar una misma cantidad de conductores neutros y de fase.

Sustento y Propósito de la Regla 070-904(2). Se requiere evitar que los conductores de sistemas diferentes se crucen y se aplique diferentes tensiones a un circuito. El objetivo es que los conductores de diferentes transformadores u otras fuentes de tensión no sean instalados en la misma canalización o compartimiento de una canalización de múltiples canales, salvo cuando los conductores sean utilizados para el suministro y/o control de dispositivos remotos y sean aislados para las más altas tensiones en el recinto de protección. Se requiere que los conductores de baja tensión no sean conectados directamente a los circuitos derivados de alumbrado. Los conductores de sistemas diferentes pueden ser instalados en la misma canalización o compartimiento, siempre que se encuentren separados por un recinto de protección en un cable con armadura o un cable con cubierta metálica o por una barrera de acero en planchas. Por ejemplo, los conductores de un circuito de control de 220 V pueden ser instalados en la misma *tubería pesada* que suministra un motor trifásico de 380 V, con tal que todo el aislamiento de los conductores tenga una tensión nominal de 600 V .

Sustento y Propósito de la Regla 070-906(1). Para prevenir daños, se requiere que todos los conductores que salgan de una canalización sean protegidos con pasacables aislados, o accesorios terminales, o medios similares diseñados para permitir una protección equivalente.

Propósito de la Regla 070-906(2). A fin de que los conductores con secciones transversales de 10 mm^2 y más no sufran daños debido a esfuerzos de flexión, se requiere que los conductores sean protegidos con un pasacable aislado o de material aislante, que aísle al conductor del accesorio de la canalización. Por lo general, a los conductores menores de 10 mm^2, un conector con una garganta bien redondeada les proporcionará dicha protección.

Sustento y Propósito de la Regla 070-908. Cuando se seleccione un lubricante para ayudar a insertar conductores en una canalización, se requiere que se tenga cuidado a fin de evitar que los tiros tengan un efecto perjudicial para el aislamiento. Se requiere que los lubricantes sean compuestos para tirar alambres, talco o saponita. El objetivo es que no se utilice lubricantes que contengan minerales tales como aceites o grasas, o agentes de limpieza de naturaleza conductiva.

Sustento y Propósito de la Regla 070-910. Se requiere que cada canalización sea continua de salida a salida, y a una caja, recinto de protección o accesorio. Cuando sea accesible se pueden utilizar juntas o empalmes en las canalizaciones del tipo "tendido" (por ejemplo, ductos de barras, ductos de alambres, bandejas para cables), o en canalizaciones superficiales que cuenten con una cubierta removible.

Sustento y Propósito de la Regla 070-912. Se requiere que los conductores con secciones transversales de 10 mm^2 o más e instalados en una canalización sean del tipo cableado. La construcción cableada permite una mayor flexibilidad cuando se realiza inserciones en una canalización.

Sustento y Propósito de la Regla 070-914. Se requiere que las canalizaciones metálicas sean conectadas entre sí y al equipo eléctrico de manera segura a fin de formar una trayectoria conductiva eléctrica continua. Un sistema de canalización

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

metálica fijada de manera segura formará una trayectoria de baja impedancia continua a tierra que elimina las posibles fallas del sistema.

Sustento de la Regla 070-916. El aseguramiento mecánico significa la fijación conjunta de los componentes del sistema de canalización y con el equipo eléctrico a fin de que no se aflojen o suelten en uso normal, lo cual incluye la vibración.

Propósito de la Regla 070-916. Se requiere que las canalizaciones sean mecánicamente aseguradas juntas y con el equipo eléctrico mediante el uso de acoplamientos, contratuercas o conexiones de rosca, a fin de proporcionar una continuidad mecánica al sistema. Los accesorios deben de ser del mismo material que la canalización, a fin de evitar el contacto entre metales diferentes.

Sustento y Propósito de la Regla 070-918. Se requiere que los métodos de alambrado de canalizaciones sean soportados en forma independiente del equipo eléctrico, a fin de prevenir tensiones o esfuerzos en los puntos terminales.

Sustento y Propósito de la Regla 070-920. Se requiere que se eliminen todos los bordes ásperos o filosos de los terminales de las canalizaciones, a fin de prevenir daños al aislamiento de los conductores.

Sustento y Propósito de la Regla 070-922(1). Cuando los conductores sean tendidos, se requiere que la canalización sea instalada de tal manera que se evite aplicar fuerzas excesivas a los conductores y sus aislamientos. Para facilitar el tendido de conductores, se requiere que el radio de los codos tenga un límite de 6 veces el diámetro interno de la canalización. Cuando se trate de un cable con cubierta de plomo o con aislamiento tejido barnizado, se requiere aumentar el radio a 10 veces del diámetro interno.

Sustento y Propósito de la Regla 070-922(2). Se requiere que el acodamiento en las canalizaciones de realicen sin distorsionar la canalización o reducir de manera efectiva el volumen interno.

Sustento y Propósito de la Regla 070-924. En la unión del método de alambrado a la vista y los métodos de alambrado en canalizaciones, se requiere que las conexiones sean protegidas con cajas o accesorios. El objetivo es que los accesorios estén provistos de un agujero revestido para cada conductor.

Sustento y Propósito de la Regla 070-928(1). Cuando las canalizaciones son instaladas bajo tierra o en losas de concreto, en contacto con la tierra húmeda o en otros lugares expuestos a la humedad, se requiere aplicar los requerimientos para la Categoría 1 de la Sección 130. El objetivo es considerar la construcción del equipo eléctrico, drenaje, sellado y la exclusión de la humedad.

Propósito de la Regla 070-928(2). Se requiere que los conductores con cubierta de plomo sean protegidos en sus terminaciones contra la humedad y daños mecánicos que pueda sufrir el aislamiento del conductor mediante el empleo de una cabeza terminal de cable o un dispositivo equivalente.

Sustento y Propósito de la Regla 070-930. En las edificaciones de construcción incombustible, se permiten que las canalizaciones metálicas que van a ser tendidas sobre la superficie de mampostería u otros tipos de materiales de pared o cielo raso sean embebidas en el yeso o tarrajeo, siempre que los conductores del circuito tengan

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

un límite en su calibre de 6 mm^2 o menos. Los conductores son protegidos mecánicamente por la canalización metálica.

Sustento y Propósito de la Regla 070-932. Se requiere proteger a las canalizaciones cuando se instalen en lugares que se encuentren a menos de 2 m sobre el nivel del piso terminado en veredas, vías de acceso y estén expuestas a daños mecánicos. La protección puede ser en forma de guardas de acero de un grosor no menor de 3,5 mm, adecuadamente asegurados a la fachada de las edificaciones, o mediante postes o pértigas. Las canalizaciones pueden ser protegidas ubicándolas en un lugar donde no existan peligros de daño.

Sustento y Propósito de la Regla 070-936(1). Se requiere que las canalizaciones hechas total o parcialmente de aluminio sean instaladas en concreto armado con acero, siempre que:

(a) el concreto no contenga aditivos de cloruro; o

(b) la canalización haya sido tratada para prevenir corrosión galvánica del aluminio.

El concreto puede considerarse como un lugar mojado o húmedo. En presencia de armado de acero o aditivos de cloruro, se produce una acción galvánica, dando como resultado la corrosión del aluminio. Consulte la Regla 070-602(3) para el cable con armadura de aluminio.

Propósito de la Regla 070-936(2). Se requiere proporcionar una protección extra a las canalizaciones instaladas en áreas que contienen escorias o concreto de escorias. Las cenizas, cuando son producidas por la quemadura de carbón bituminoso, contienen azufre, y en presencia de humedad, se forma ácido sulfúrico, el cual ataca a la canalización metálica. La canalización puede ser protegida cubriéndola con concreto sin cenizas de 25 mm . Si es que las canalizaciones son instaladas a más de 450 mm debajo de las cenizas o concreto de cenizas, no debe ser necesario proporcionar ninguna protección. Consulte la Regla 070-602(4) para cables con armadura con metal.

Sustento y Propósito de la Regla 070-938. Se requiere que las canalizaciones sean completamente instaladas como sistema antes de que se inserten o tiendan conductores o cables. Este procedimiento previene daños al conductor antes y después de la instalación de la canalización. En las edificaciones en construcción, los conductores y cables pueden, sin embargo, ser instalados en áreas donde las operaciones de construcción no dañen la canalización o conductores y donde estén físicamente protegidos contra los agentes atmosféricos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-940. Se requiere que las canalizaciones no utilizadas que terminan en un recinto de protección sean tapadas, a fin de prevenir que se inserte una guía o cable de tiro y emerja en un recinto, y posiblemente entre en contacto con las partes vivas.

Sustento de la Regla 070-942. Los tramos de las canalizaciones deben de ser construidas de tal manera que el conductor pueda ser fácilmente instalado o retirado sin que su aislamiento sufra algún daño indebido.

Propósito de la Regla 070-942. Se requiere que una tramo de canalización, entre salida y salida o entre los puntos de ingreso, no tengan un equivalente mayor de cuatro curvas de 90º, incluyendo la flexión en las salidas o accesorios.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Conductos Metálicos Rígidos y Flexibles

Sustento y Propósito de la Regla 070-1000. (Véase la Figura 070-1000). Los conductos metálicos rígidos y flexibles son canalizaciones con secciones transversales circulares en las cuales se requiere instalar o retirar conductores. El conducto metálico rígida es construido con las mismas dimensiones que una tubería estándar y es adecuada para acoplarse con las roscas de tuberías estándares. El conducto metálico rígido es ampliamente usado para trabajos en general. El conducto metálico flexible se utiliza con frecuencia para tramos cortos, tales como conexiones de motor y es de fácil instalación ya que es flexible y puede ser doblada sin utilizar herramientas.

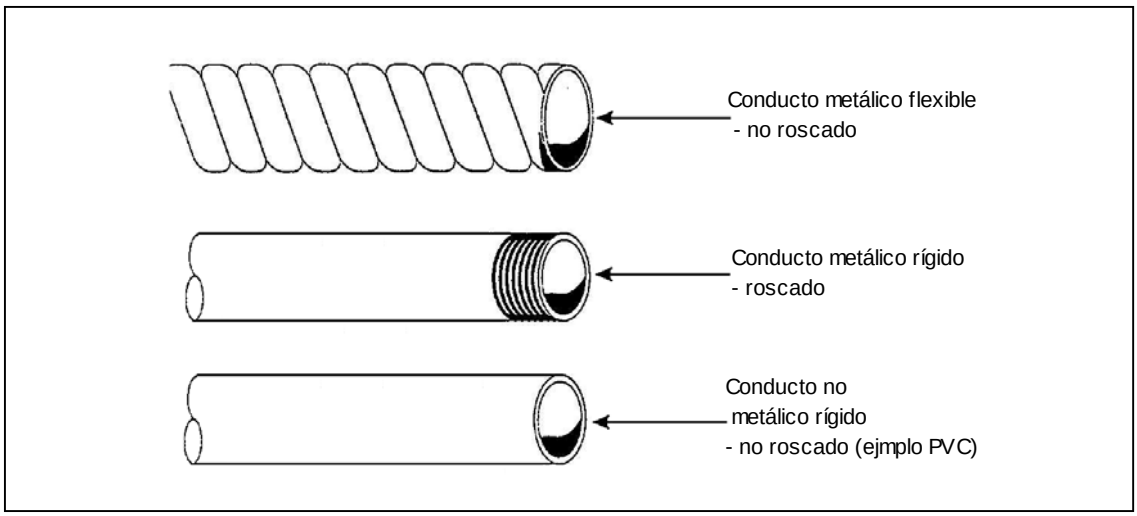


Figura 070-1000
Conducto Rígido y Flexible

Sustento de la Regla 070-1002(1). Se permite que los conductos metálicos rígidos y flexibles sean utilizados en edificaciones o sobre las mismas, las cuales pueden ser o de construcción combustible o *no combustible.*

Propósito de la Regla 070-1002(2). Cuando el conducto metálico rígido sea utilizado en un lugar húmedo o mojado, se requiere que las roscas en las juntas o accesorios sean realizadas e instaladas de tal manera que se prevenga cualquier filtración de agua a la tubería pesada. Se considera que los techos son lugares mojados o húmedos, ya que son áreas donde con frecuencia se lavan las paredes; en estas condiciones, se requiere que el conducto y los accesorios sean de construcción hermética al agua y sean del mismo material, a fin de prevenir contactos entre metales diferentes.

Cabe recalcar que, en ciertas condiciones, la Regla 060-804 exige que se instale un conductor de enlace equipotencial individual en el conducto metálico rígido.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1004. Se requiere que el tamaño comercial del conducto sea limitado a un mínimo de 15 mm . Los tamaños menores de conductos metálicos flexibles, de una dimensión comercial de 13 mm son permitidos, siempre que la longitud sea como límite 1,5 m para la conexión de equipos eléctricos. Los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

conductos flexibles herméticos al agua de un tamaño comercial de 13 mm son utilizados de acuerdo con la Regla 070-1302(2).

Sustento y Propósito de la Regla 070-1006(1). (Véase la Figura 070-1006). A fin de proporcionar una conexión eléctrica efectiva y una conexión mecánica fuerte, se requiere que todas las roscas de los conductos metálicos rígidos tengan una forma cónica.

Se pueden utilizar acoplamientos roscados interiormente en línea recta con roscas en forma cónica en el conducto metálico rígido sin comprometer la resistencia de la junta, su capacidad de trayectoria de retorno de falla a tierra y su rendimiento funcional en *lugares peligrosos*.

Propósito de la Regla 070-1006(2). Se requiere que el roscado externo hecho en el campo, del conducto metálico rígido cumpla con la Tabla 40 en cuanto a longitudes y número de hilos por pulgada, y sean conificados utilizando un cincel o terraja estándar con una conicidad de 3/4 pulgada por pie.

Consideraciones de Campo de la Regla 070-1006(2). Cuando las roscas conificadas sean cortadas más grandes que las dimensiones especificadas en la Tabla 40, tal como se permite en la Subregla (4), el acoplador o la conexión puede debilitarse en forma considerable, y en dicho caso no puede soportar equipos eléctricos tal como lo permiten otras Reglas del Código. Véase la Regla 170-302.

Propósito de la Regla 070-1006(3). No se permiten roscas rectas a excepción de casos especiales, tal como se señala en la Subregla (4).

Propósito de la Regla 070-1006(4). (Véase la Figura 070-1006). En los casos en que la rosca del conducto sobresalga de la pared de un recinto de protección y no exista suficiente rosca para aplicar al manguito aislador de la tubería pesada, se permite el uso de una rosca recta adicional como continuación de las dimensiones de la rosca conificada establecidas en la Tabla 40.

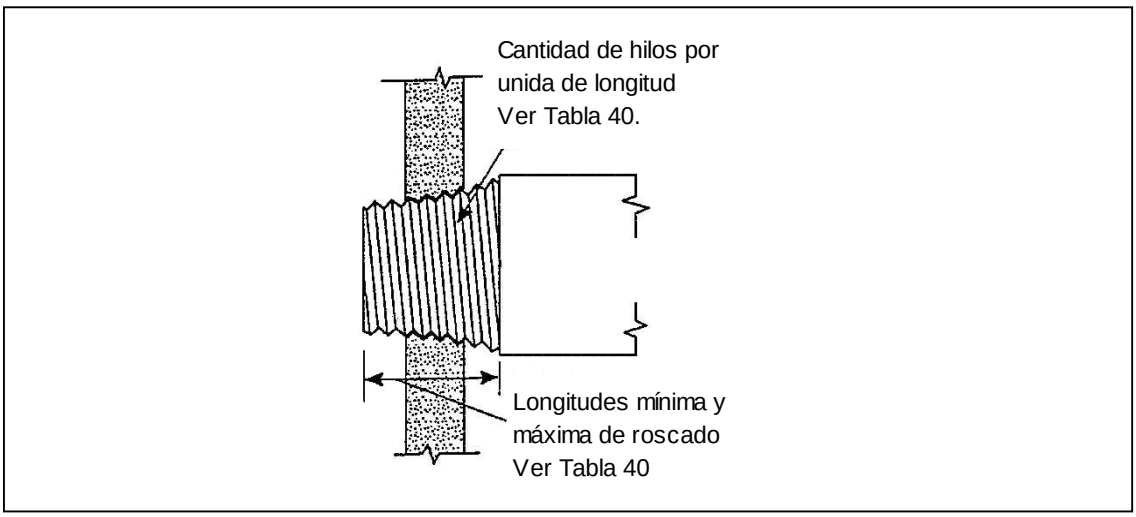


Figura 070-1006
Roscado Cónico – Véase la Tabla 40

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-1008. Cuando las cajas son perforadas y roscadas en obra, se requiere que tengan una pared de suficiente grosor a fin de que encajen como mínimo tres hilos completos.

Sustento de la Regla 070-1010. Todas los conductos metálicos rígidos deben de ser firmemente fijados en el lugar de tal manera que se soporte su peso y prevenir cualquier esfuerzo o tensión en sus terminaciones.

Propósito de la Regla 070-1010(1). Se requiere que los espacios máximos de soporte que se muestran en los Párrafos (a), (b) y (c) sean aplicados al conducto de un tamaño determinado. El objetivo es que el conducto sea fijado de manera segura a una superficie sólida mediante abrazaderas para tuberías pesadas o soportes colgantes.

Propósito de la Regla 070-1010(2). Para los conductos de tamaños combinados, se requiere que el espacio de soporte sea dispuesto de tal manera que el máximo espacio sea para el conducto más pequeño tal como se señala en la Subregla (1). Por ejemplo, el espacio de soporte para un conducto de tamaño comercial de 65 mm y un conducto de tamaño comercial de 15 mm montadas en el mismo soporte colgante debe ser de 1,5 m .

Propósito de la Regla 070-1010(3). Cuando se utilicen tuberías pesadas metálicas flexibles, se requiere que sean soportadas en intervalos que no excedan de 1,5 m y sean soportadas a 300 mm o menos de cada lado de una caja o accesorio. Los tramos de las tuberías pesadas metálicas flexibles, dispuestos en el aire con separadores gemelos, pueden exceder el 1,5 m del espacio de soporte. Cuando sea necesaria la flexibilidad en los terminales, los tramos se limitan a 900 mm .

Sustento de la Regla 070-1012. El conducto rígido puede ser de material metálico o no metálico. El conducto no metálico tiene un coeficiente más alto de dilatación que el conducto metálico cuando están expuesta a cambios de temperatura.

Propósito de la Regla 070-1012(1). Se requiere prever la dilatación y contracción de los tramos largos de conductos rígidos mediante el uso de juntas de expansión aprobadas. En caso de conductos metálicos rígidos montados en superficie, es aceptable la instalación de dos curvas de 90º en un tramo.

Propósito de la Regla 070-1012(2). Cuando las juntas de expansión sean utilizadas con canalizaciones metálicas en áreas de alta variación de temperaturas, se requiere instalar puentes de enlace equipotencial para la continuación del enlace, de acuerdo con la Regla 060-616.

Sustento de la Regla 070-1014. El conducto debe tener un tamaño suficiente como para permitir que los conductores sean fácilmente instalados o retirados, permitir una adecuada disipación del calor y prevenir daños a los conductores y aislamientos.

Propósito de la Regla 070-1014(1). Se requiere que el tamaño del conducto sea suficiente como para prevenir daños a los conductores. El tamaño del conducto se relaciona con el uso para el cual ha sido designado (por ejemplo, trabajo nuevo o realambrado del conducto existente) ya sea si los conductores van a ser del mismo tamaño o de una combinación de tamaños, la longitud de tiro y el número de curvas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-1014(2). Se requiere que las Subreglas (3), (4) y (5) se apliquen al tamaño del conducto y al número de conductores y comprendan al sistema completo. Las Subreglas no se refieren a tramos cortos de conductos cuando son utilizados como protección mecánica.

Sustento de la Regla 070-1014(3). Una de las reglas básicas del Código se relaciona con el número de conductores que se deben permitir dentro de un conducto. La determinación del tamaño y número requiere de un estudio detallado de los componentes del circuito, diseño del trazado y los costos de material e instalación de tanto el conducto como de los conductores.

Propósito de la Regla 1014(3). Se permite que el conducto aloje un número máximo de 200 conductores como límite. Para cualquier instalación eléctrica determinada se requiere que el tamaño del conducto y el número de conductores sean determinados comparando las posibilidades señaladas en la Subregla (4). Cuando se instale un gran número de conductores, se debe considerar la reducción de la capacidad nominal de corriente, tal como se señala en la Regla 030-004. Además, se debe considerar que cuando se utiliza un gran número de conductores la continuidad del suministro puede interrumpirse debido a la falla de un conductor. En ciertos casos, puede ser factible utilizar conductores múltiples por ramal.

Propósito de la Regla 070-1014(4). Se requiere que el número de conductores o cables de múltiples conductores alojados en un conducto simple concuerden con el porcentaje de llenado de la Tabla 8. Los porcentajes de la Tabla 8 se relacionan con un límite razonable de longitudes de tiro, numero de curvas, facilidad de instalación y retiro, y la disipación del calor, sin dañar el aislamiento del conductor. Se deben incluir los conductores de puesta a tierra y enlace equipotencial, aislados o desnudos cuando se realice el cálculo para el llenado del conducto, mas no cuando se realice el cálculo de las capacidades de corriente tal como se estipula en la Regla 030-404(1) y (2).

Pasos para determinar el número máximo de conductores que debe alojar un conducto/canalización cuando no se puede utilizar la Tabla 6

Paso 1: Utilizando medidas de campo, determinar el calibre de cada conductor simple desnudo o aislado y de cada conductor de cable de conductores múltiples que deben ser instalados en el conducto. Observar la Tabla 10, puede ser utilizada para determinar el área de la sección transversal de los tipos de conductores simples aislados que se indican en la tabla utilizando el tamaño y designación de aislamiento del conductor.

Paso 2: Calcular el área total considerando todos los conductores o cables de cada calibre que se requiere instalar en el conducto /canalización.

Paso 3: Calcular el área total de todos los conductores o cables que se requiere sean instalados en el conducto/canalización.

Paso 4: Determinar a partir de la Tabla 8 el máximo porcentaje de llenado de la tubería pesada. Para otros tipos de canalización, se debe obtener el porcentaje máximo de llenado a partir de la regla apropiada de la Sección 070.

Paso 5: Determinar a partir de la Tabla 9 el tamaño requerido del conducto

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

utilizando el máximo porcentaje de llenado del conducto a partir de la Tabla 8 (ver el Paso 4) para establecer la columna correcta que se debe utilizar en la Tabla 9 y el área máxima de todos los conductores o cables (ver el Paso 3). Cuando utilice una canalización con otras áreas que no sean las áreas de las secciones transversales circulares, se debe determinar el área máxima de la canalización que puede llenar con conductores y cables multiplicando el área total de la sección transversal de la canalización por el porcentaje de llenado obtenido en el Paso 4. El área de los conductores o cables en mm^2 (ver el Paso 3) no puede exceder del llenado requerido del conducto /canalización en mm^2 .

Ejemplo de conductores de diferentes tamaños dentro un mismo Conducto

Determinar el tamaño comercial de un conducto que aloja cuatro cables THW de 95 mm^2 y seis conductores TW de 4 mm^2:

= 4 x 227 (95 mm^2, Tabla 10, Columna 6)
= 908 mm2
= 6 x 15,9 (4 mm2, Tabla 10, Columna 10)
= 95,4 mm2
= 908 + 95,4 = 1 003,4 mm^2

Porcentaje de llenado del conducto = 40% (Tabla 8, sin chaqueta de plomo, más de 4 conductores)

Tamaño comercial del conducto = conducto de tamaño comercial de 65 mm (Tabla 9, Línea 7, Columna 6, llenado de tubería 40%)

Propósito de la Regla 070-1014(5). Los conductores del mismo calibre, que se encuentran instalados en un conducto, según los requerimientos de la Subregla (4), no deben exceder del máximo número de conductores que se muestra en la Tabla 6 para conductores simples.

Pasos para determinar el número máximo de conductores del mismo calibre para un Conducto que aloja a otros conductores que no sean los que tienen chaquetas de plomo

Notas:
1. *Los conductores deben ser del mismo calibre;*
2. *La designación de la letra de aislamiento del conductor debe estar indicada en la Tabla 6.*
3. *Este método se utiliza para tipos de conductos que permiten el uso de la Tabla 6 según la Regla 070-1014 (5).*

Paso 1: Encontrar la designación del aislamiento del conductor en la columna de la mano izquierda de la Tabla 6. Si es que la designación del aislamiento del conductor no aparece en esta columna, utilice el método que se indica según la Regla 070-1014(4).

Paso 2: En la siguiente columna de la Tabla 6, frente a la designación del aislamiento del conductor, localizar el tamaño del conductor.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Paso 3: En la fila frente al tamaño del conductor, localizar el número máximo de conductores permitidos según la columna de tamaños de diversos conductos para dicho tamaño particular de conductor y designación de aislamiento.

Ejemplo de conductores del mismo calibre en una sola tubería pesada

Nota: La dimensión elegida del conducto debe de alojar por lo menos un mínimo número de conductores de dicho tamaño particular y designación de aislamiento.

Determinar la dimensión comercial del conducto para alojar un cable THHW con sección transversal de 95 mm^2, 600 V, con conductores para un sistema tetrafilar, trifásico:

Diámetro comercial del conducto = 65 mm (Tabla 6, Columna 8)

Consideraciones de Campo de la Regla 070-1014. Cuando se determina el tamaño de un conducto para su instalación, el tamaño del conducto determinado según los requerimientos de la Regla 070-1014, es el tamaño mínimo permitido por el Código. Puede ser necesario incrementar el tamaño del conducto debido a las siguientes condiciones: longitud del tramo del conducto; número de flexiones; lugares, tales como ocultos, encerrados, bajo tierra, o expuestos; ambientes, tales como secos, mojados, temperatura, o lugares peligrosos de Categoría 1 o 2; propósito del tramo del conducto, tales como alimentadores, circuitos derivados, controles, señalizaciones, o datos; tipo de aislamiento del conductor, o tipo de conductor o cable.

Conductos Rígidos de Cloruro de Polivinilo- PVC y Conducto Rígidos de Termoplástico Libre de Halógenos - HFT

Sustento de la Regla 070-1100. El conducto rígido de PVC y el conducto rígido de HFT son métodos de alambrado de canalizaciones de sección transversal circular concebidas para alojar en su interior o retirar de las mismas conductores y cables. El conducto rígido de PVC es fabricado con cloruro de polivinilo no plastificado cuyo uso está destinado para trabajar a máximas temperaturas de 75 ºC . Cada tramo de la tubería, codo o curva está identificado con *"Conducto Rígido de PVC para 75 ºC".* El conducto de PVC no propaga el fuego, ya que es retardante al fuego o a las llamas; se derrite en fuego sostenido.

El conducto eléctrico rígido termoplástico sin halógenos (HFT) es un método de alambrado en canalizaciones de sección transversal circular, destinado para alojar en su interior o retirar de la misma conductores y cables. El conducto rígido HFT es elaborado con material termoplástico sin halógenos y su uso proyectado es para temperaturas de operación continua de 125 ºC en lugares no peligrosos. Los accesorios HFT incluyen, codos, curvas, adaptadores, juntas de expansión y acopladores. El conducto y sus accesorios están identificados con *"Conducto Rígido HFT para 125 ºC".* El conducto HFT y sus accesorios son resistentes al fuego.

Propósito de la Regla 070-1100. Se permite el uso de conductos HFT y de PVC para trabajos expuestos u ocultos por encima o por debajo del piso. Los conductos HFT o

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de PVC pueden ser utilizados con cenizas o concreto de cenizas sin necesidad de lechadas o profundidades tal como lo establece la Regla 070-936.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1102(1). Se requiere que el uso de conductos HFT y de PVC sea restringido en los siguientes lugares:

a) Lugares peligrosos tal como se describe en la Sección 110. El conducto no puede soportar altas presiones de explosión; o

b) En edificaciones que requieran tener una construcción incombustible a menos que el conducto tenga una capacidad nominal de propagación de fuego y de humo.. El conducto puede ser utilizado en edificaciones incombustibles siempre que sea instalada en forma oculta en una pared o losa de piso de concreto. Se requiere proporcionar su protección mediante recintos, en materiales especificados para fuego.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1102(2). No se debe utilizar conducto de PVC en lugares donde esté alojada dentro de aislamientos térmicos. Las temperaturas de estas áreas, debido al calentamiento interno del conductor, pueden exceder de aquellas para los cuales el conducto de PVC ha sido aprobado. (Véase la Regla 070-1104).

Sustento de la Regla 070-1104. Ya que este material de PVC presenta una máxima temperatura de trabajo de 75 ºC, se debe tener cuidado respecto al lugar donde va a ser utilizado y el tipo de conductor. Las pruebas han demostrado que los conductores de 90 ºC, de carga continua, en condiciones de llenado en un 50% y a una temperatura ambiente de 30 ºC, no llegan a alcanzar temperaturas que excedan de 75 ºC .

Propósito de la Regla 070-1104(1). Se requiere que el conducto de PVC sólo sea instalado en áreas cuya temperatura no exceda de 75 ºC . Los recintos de altas temperaturas, tales como salas de calderas, son áreas donde el conducto puede exponerse a temperaturas superiores a 75 ºC (véase la Regla 070-1118 respecto al uso de juntas de expansión).

Propósito de la Regla 070-1104(2). Se permite el uso de conductores aislados con márgenes nominales de temperatura superiores a 75 ºC en el conducto, siempre que las capacidades nominales de corriente sean rebajadas para aquellos conductores de 90 ºC .

Propósito de la Regla 070-1104(3). Se requiere que el conducto de termoplástico libre de halógenos-HFT sea instalado sólo en áreas donde la temperatura no exceda de 125 ºC .

Sustento y Propósito de la Regla 070-1106. Cuando los conductos de PVC o HFT estén expuestos a daños físicos, ya sea durante o después de su instalación, se requiere proporcionarle protección mecánica con tuberías metálicas rígidas, pantallas metálicas o mediante su reubicación.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1108(1). Se permite la elaboración de codos o curvas en campo de conductos de PVC, siempre que el equipo a emplear esté destinado específicamente para este fin. Los dispositivos que producen llamas utilizados como aplicadores de calor no son aceptables. El calor excesivo puede dañar

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

el conducto cuando es aplicado de manera inadecuada. Las pistolas de calor controladas termostáticamente, para los tamaños comerciales de hasta 55 mm, proporcionan una aplicación uniforme de calor sin dañar el conducto. Para los tamaños comerciales de 25 mm a 55 mm, se requiere utilizar resortes o dispositivos equivalentes junto con la pistola de calor, a fin de prevenir la reducción del diámetro interno. Para los tamaños comerciales mayores de 55 mm, debe ser necesario plantillas especiales, moldes, resortes y dispositivos de calentamiento.

Propósito de la Regla 070-1108(2). Se requiere que los mínimos radios de curvatura del conducto sean, como límite, similares a aquellos requerimientos de la Regla 070-922.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1108(3). Debido al material implicado, el conducto de termoplástico libre de halógenos-HFT no debe ser curvado en el campo.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1112(1). (Véase la Figura 070-1112). Ya que los codos de los conductos de PVC y HFT y las curvaturas no son roscados, se requiere que sean unidos mediante adaptadores y acopladores utilizando cemento adecuado. Cada contenedor de cemento disolvente para ser utilizado con PVC debe estar identificado con "PARA USO CON CONDUCTOS RÍGIDOS DE PVC" y para la HFT el cemento de contacto debe ser identificado con "PARA USO CON CONDUCTOS RÍGIDOS HFT". El uso del tipo incorrecto de cemento de contacto o disolvente, no unirá de manera apropiada las conexiones del conducto, dando como resultado su separación.

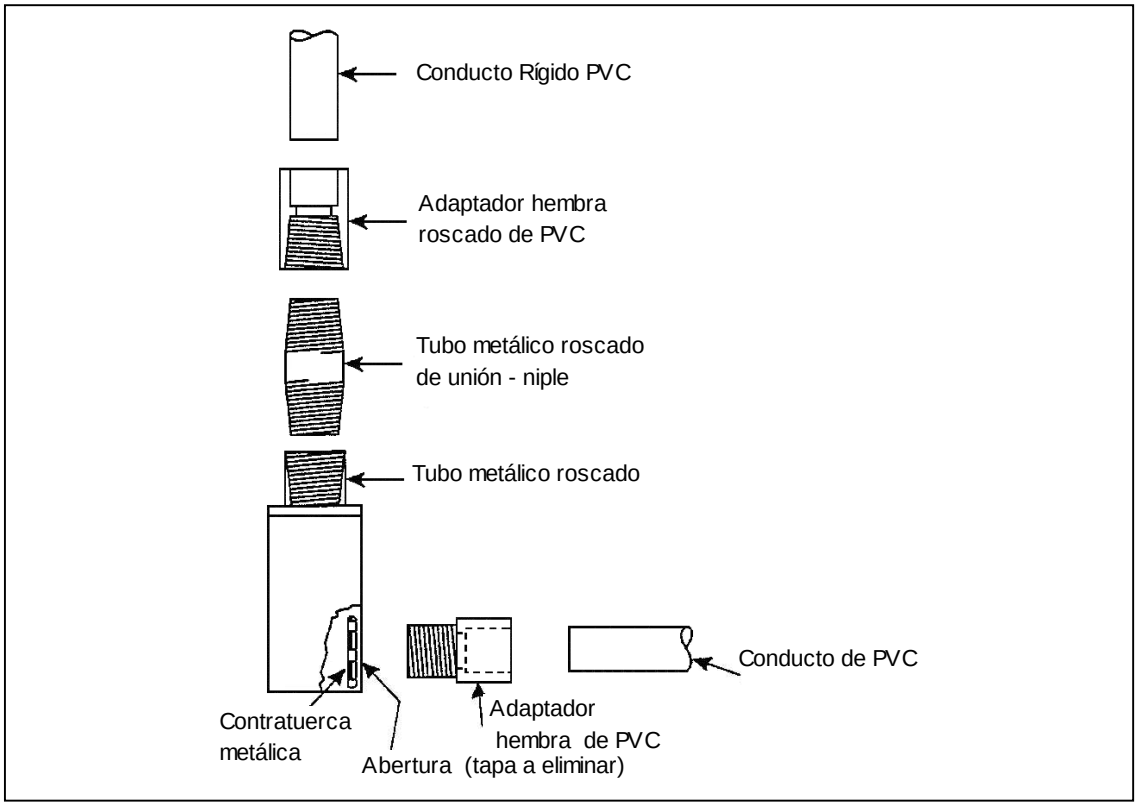


Figura 070-1112
Accesorios para Conducto Rígido de PVC

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-1112(2). Debido a los diferentes coeficientes de dilatación entre los conductos de PVC o HFT y el conducto metálico rígido, se permite el uso de adaptadores hembra de PVC o HFT con niples para conducto metálico. Por ejemplo, el material PVC sólo tiene un 0,4% de la conductividad térmica de acero; en consecuencia, cuando se utilice boquillas hembras metálicas con niples de PVC, la mayor expansión del PVC dentro de la boquilla de metal puede dañar el niple del PVC o la boquilla metálica.

Sustento y Propósito de la Regla 070-114(1). Se requiere que los conductos de PVC y HFT sean soportados tal como se indica en los párrafos (a) a (f). Debido a su baja conductividad térmica en comparación con los conductos metálicos rígidos, los intervalos de soporte deben ser reducidos como corresponde a fin de prevenir cualquier deformación o doblamiento del conducto.

Propósito de la Regla 070-1114(2). Cuando se instalen una combinación de tamaños de conductos en grupo, se requiere que los intervalos de soporte sean para los conductos más pequeños del grupo.

Propósito de la Regla 070-1114(3). En áreas donde las temperaturas varían, se permite la dilatación y contracción del conducto. Para permitir el movimiento lineal, se requiere que los soportes no sean engrapados apretadamente alrededor del conducto. Si es que los conductos son encerrados o empotrados en por lo menos 50 mm de mampostería o concreto vaciado, la expansión o contracción no es un factor que deba ser considerado.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1116. Se requiere que los conductos de PVC y HFT no sean utilizados como soporte de artefactos u otros tipos de equipos eléctricos (por ejemplo, cajas o accesorios). El conducto no es capaz de soportar una carga continua y puede mostrar evidencias de ablandamiento debido a los cambios de temperaturas.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1118. Se requiere instalar juntas de expansión en un conducto que recorre lugares donde los cambios máximos de temperatura ocasionen expansión de más de 45 mm . Un ejemplo de expansión lineal del conducto de PVC, se puede encontrar en la Nota del Anexo B, donde se observa que el cambio de la longitud es 73 mm y por lo tanto debe ser necesario una o más juntas de expansión, según el máximo rango que una determinada junta es capaz de manipular.

Ejemplo 1:
¿Cómo cambia la longitud de un tramo de 30 m de conducto rígido de PVC, donde la máxima temperatura esperada es 35 ºC y la mínima temperatura esperada es -40 ºC?

1. Calcular el cambio de temperatura en ºC: 35 + 40 = 75
2. Determinar el coeficiente de expansión lineal - a partir del Anexo B: 0,0520
3. Determinar la longitud del tramo en m: 30
4. Calcular la cantidad de expansión en mm: longitud del tramo en m x el cambio de temperatura en ºC x coeficiente de expansión
   = 30 x 75 x 0,0520 = 117 mm .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo 2:
¿Cuál es la máxima longitud del tramo en m de un tramo de conducto rígido de HFT antes de que sea necesario el uso de juntas cuando la mínima temperatura esperada es de -45 ºC y la máxima temperatura esperada es 25 ºC?

1. Calcular el cambio de temperatura en ºC: 45 + 25 = 70
2. Determinar el coeficiente de expansión lineal - a partir del Anexo B: 0,0700
3. Determinar la máxima dilatación antes de que sea necesario el empleo de juntas de expansión --Regla 070-118: 45 mm
4. Calcular la máxima longitud del tramo antes de que sea necesario el empleo de juntas de expansión:

$$\frac{\text{Máxima dilatación}}{\text{Cambio de temperatura en } ^{o}\text{C x coeficiente de expansión}} = 45 / (70 \text{ x } 0{,}700) = 9{,}2 \text{ m}$$

Sustento y Propósito de la Regla 070-1120. Se requiere que el número máximo de conductores permitidos en un conducto simple sea determinado de la misma manera que se describe en la Regla 070-1014 para conducto metálico rígido. El objetivo es incluir un conductor de enlace equipotencial cuando se calcule el llenado del conducto.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1122. Ya que los conductos de PVC y HFT son de material no metálico y no permiten una trayectoria de enlace equipotencial, es necesario un enlace equipotencial individual instalando un conductor de enlace equipotencial de acuerdo con la Regla 060-404.

Conducto Rígido No Metálico Liviano

Sustento de la Regla 070-1150. Estas reglas se aplican al conducto no metálico hecho con material de cloruro de polivinilo rígido con accesorios asociados, tales como acopladores rectos, acopladores de ángulo de 5º, casquillos, enchufes, terminaciones con extremos acampanados, codos y adaptadores. El conducto y sus accesorios están destinados para operar a una temperatura máxima de 75 ºC .

Propósito de la Regla 070-1150. Se requiere que el conducto no metálico esté completamente cubierto por 50 mm de concreto o mampostería. Cuando sea montado en instalaciones eléctricas subterráneas o donde exista humedad, se requiere que la instalación se realice de acuerdo con la Regla 070-928. El conducto puede instalarse en paredes, pisos y cielo rasos de edificaciones, siempre que esté cubierto o empotrado por lo menos con 50 mm de mampostería o concreto vaciado. Durante su instalación, se deben tomar precauciones a fin de evitar que el vaciado de concreto y/o armados ejerza una carga a la tubería pesada que puede volverla inservible. El vaciado o vertimiento de concreto realizado desde mucha altura puede ocasionar fallas a la tubería debido al colapso o sobrecarga cuando el concreto esté aún mojado (no curado).

Sustento y Propósito de la Regla 070-1152. Se requiere que el uso de conducto eléctricos no metálicos sea restringido sobre pisos, a excepción de lo estipulado en la Regla 070-1150(b), y en ningún lugar peligroso, tal como lo establece la Sección 110.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-1154. Se requiere que el uso de estos conductos sea restringido en lugares donde la temperatura pueda exceder de 75 ºC . Los conductores que tienen aislamientos con capacidad nominal superior a 75 ºC pueden ser utilizados en este tipo de conducto, siempre que la capacidad nominal de corriente sea rebajada a 90 ºC . (Véase la Regla 070-1104).

Sustento y Propósito de la Regla 070-1156. Se permite el curvado de estos conductos en el campo, siempre que se utilicen procedimientos similares a aquellos indicados para los conductos de PVC en la Regla 070-1108.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1158. Se requiere que el conducto y los elementos de conexión asociados, fabricados con el mismo material de PVC, no sean roscados. Sin embargo, cuando se conecte el conducto rígido no metálico liviano, a un conducto fabricado con otros materiales que no sean el PVC mediante el uso de una conexión roscada en forma cónica, es preferible que el adaptador roscado hembra sea del mismo material de PVC. (Véase también la Regla 07-111282). Se pueden utilizar adaptadores de rosca siempre que puedan ser fijados adecuadamente a los conductos. Un cemento disolvente aprobado lleva la identificación del nombre del fabricante, la designación del producto, PVC e instrucciones para uso y manipuleo eficaces. Los conductos y sus accesorios aprobados deben llevar la identificación del nombre del fabricante o su marca comercial, PVC, diámetro, tamaño y Norma empleada.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1160. Se requiere que el número de conductores permitidos dentro de este tipo de conducto, concuerde con los otros tipos de canalizaciones con secciones transversales circulares, tal como se señala en la Regla 070-1014.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1162. Cuando se instalen los conductos, se requiere eliminar todos los extremos ásperos que resulten del corte. Todas las conexiones entre los tramos del conducto y/o elementos de conexión deben de realizarse con cemento disolvente aprobado (véase la Regla 070-1158). A fin de prevenir perturbaciones durante las operaciones de vaciado, el conducto debe de ser mecánicamente asegurada en su posición.

Conducto Flexible a Prueba de Líquidos

Sustento y Propósito de la Regla 070-1300. Los conductos metálicos flexibles a prueba de líquidos y los conductos no metálicos flexibles a prueba de líquidos, de 13 mm o más, de tamaño comercial, han sido concebidos para ser utilizadas como canalizaciones de conductos para la instalación o retiro de conductores. Los conductos metálicos flexibles herméticos a líquidos están provistos de chaquetas impermeables termoplásticas integrales, cuyo diseño es para ser usado a temperaturas máximas de trabajo de 60 ºC o 75 ºC, según el grado de la cubierta termoplástica. El conducto metálico flexible es fabricado con cintas de acero galvanizado o recortes de cinta de acero galvanizado en láminas. El conducto no metálico flexible hermética a líquidos, es fabricado con material termoplástico y cuyo diseño es para ser usado a una temperatura máxima de 75 ºC y una temperatura mínima de -18 ºC . Ésta puede ser muy fácilmente doblada con la mano y ha sido diseñado para doblarse durante toda su vida útil.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-1302(1). Se requiere que las tuberías pesadas flexibles herméticas a líquidos sean utilizadas para las conexiones flexibles en lugares secos, húmedos o mojados o en otros lugares según lo permita el Código.

Propósito de la Regla 070-1302(2). Ya que el tamaño comercial de 13 mm no es un método de canalización de tuberías de aplicación general, se requiere restringir su uso para tramos no mayores de 1,5 m para conexiones de equipos eléctricos.

Propósito de la Regla 070-1302(3). Se requiere que los conductos flexibles herméticos a líquidos no sean utilizados:

(a) cuando estén expuestos a daños mecánicos, a fin de prevenir que la chaqueta impermeable o la tubería pesada sufran deterioros;

(b) como canalización de aplicación general incluyendo el tamaño comercial de 13 mm y más, ya que el espesor del metal de los conductos metálicos flexibles herméticos a líquidos no es tan grueso y durable como los conductos metálicos flexibles,

(c) en tramos mayores de los requeridos para el grado de flexibilidad;

(d) en lugares que pueden tener efectos perjudiciales para la chaqueta (por ejemplo, debido a gasolina, disolventes de petróleo, líquidos corrosivos o vapores);

(e) en condiciones en las que la temperatura exceda de 60 ºC, a menos que tengan especificaciones para temperaturas ambiente más altas. El conducto hermético a líquidos con cubierta termoplástica adecuada para ambientes de 75 ºC debe tener una capacidad nominal de resistencia a temperaturas de 75 ºC especificada en la superficie de la cubierta externa. El conducto no metálico debe ser utilizado a una temperatura máxima de 75 ºC y debe ser identificado con "75 ºC".

(f) en condiciones en las que la flexión a baja temperatura puede ocasionar daños a la chaqueta o al conducto. El conducto no ha sido concebido para ser manipulado o instalado a temperaturas bajas, a menos que se especifique como aplicable.

Tubería Eléctrica Metálica

Sustento y Propósito de la Regla 070-1400. La tubería metálica para uso eléctrico EMT-“Electrical Metallic Tubing”, es una canalización metálica, así como los conductos rígidos, cuenta con una sección transversal circular en cuyo interior aloja o de donde se retiran conductores. Sin embargo, la tubería metálica para uso eléctrico no es un conducto; es un tubo con una pared más delgada que el conducto o ducto metálico rígido, lo cual no le permite ser roscada mediante roscas de tubos estándares. La tubería metálica para uso eléctrico es fabricada con acero dúctil, aleación de aluminio o aleación de cobre. La tubería de acero puede ser del tipo con costura, soldada o sin costura, mientras que la tubería de aleación de aluminio o aleación de cobre son del tipo sin costura. Se requiere que tanto las superficies internas como externas de la tubería metálica para uso eléctrico de acero sea revestida para su protección contra la corrosión. Por lo general, los revestimientos son de zinc para la superficie externa y de zinc o esmalte para la superficie interna. La tubería metálica para uso eléctrico tiene una sección transversal circular igual que la del conducto rígido y se le aplican las mismas Reglas para el llenado de conductores, radios de flexión, soporte requerimientos, etc.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Consideraciones de Campo de la Regla 070-1402. A pesar de que el uso en lugares peligrosos de la tubería eléctrica metálica no está permitido según esta regla, la Sección 110, la cual es una Sección modificatoria, ha enmendado este requerimiento en la Regla 110-302 reconociendo el uso de tuberías eléctricas metálicas en lugares Clase III.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1404. La tubería eléctrica metálica es una tubería, no un conducto, de modo que los esfuerzos en los puntos terminales (por ejemplo, cajas, gabinetes, acopladores y accesorios) pueden ocasionar la separación de la tubería eléctrica metálica. A fin de reducir los esfuerzos, se requiere instalar soportes a 1 m de los puntos terminales y que los espacios entre los soportes sean los mismos que de del conducto metálico rígido (véase la Regla 070-1010).

Sustento y Propósito de la Regla 070-1408. Se requiere que el número máximo de conductores permitidos no exceda de la cantidad especificada en la Regla 070-1014. Las dimensiones internas de la tubería eléctrica metálica son las mismas que los tamaños correspondientes de los conductos rígidos. Se pueden aplicar los mismos requerimientos cuando se determine el tamaño y el número de conductores.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1410. (Véase la Figura 070-1410). Cuando los tramos de tubería eléctrica metálica sean acoplados en forma conjunta o conectados a cajas, accesorios o gabinetes, se requiere utilizar elementos de conexión adecuados para dichas instalaciones eléctricas y lugares particulares como sigue:

(a) Para una instalación eléctrica de vaciado de concreto o en paredes de mampostería donde el núcleo es llenado con concreto o lechada, se deben utilizar accesorios del tipo "herméticos al concreto".

(b) Para las instalaciones eléctricas expuestas a la intemperie, se deben utilizar accesorios del tipo "herméticos a la lluvia".

(c) Para las instalaciones eléctricas en lugares comunes (secos), o cuando sean enterradas en paredes de bloques de yeso o mampostería, se pueden utilizar los del tipo "estándar", "herméticos al concreto" o "herméticos a la lluvia". El tipo seco está claramente marcado con "SECO"

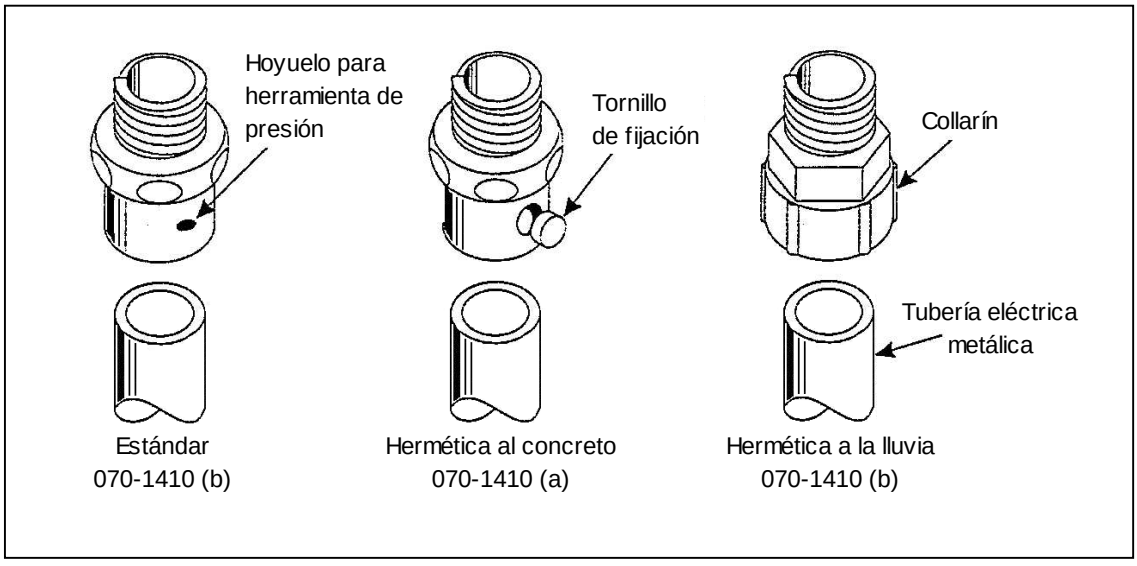


Figura 070-1410
Conectores para Tubería Eléctrica Metálica

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 070-1412. La tubería eléctrica metálica es una canalización del tipo de tramos cortos y todas las flexiones o piezas en "S" deben de ser elaboradas de tal manera que eviten la aplicación de fuerzas excesivas a los conductores y sus aislamientos durante la instalación debido a distorsiones de la tubería aislante.

Propósito de la Regla 070-1412(1). Se requiere que las curvas se realicen de tal manera que no dañen o distorsionen la tubería aislante de una forma que efectivamente reduzcan el diámetro interno.

Tubería Eléctrica No Metálica

Sustento y Propósito de la Regla 070-1500. (Véase la Figura 070-1500). La tubería eléctrica no metálica, es una canalización acanalada no metálica plegable de sección transversal circular concebida para ser utilizada de acuerdo con las reglas a una temperatura de operación continua de 75 ºC . Ya que la tubería eléctrica no metálica es una canalización plegable, puede ser fácilmente flexionada con la mano aplicando una fuerza razonable. La tubería eléctrica no metálica no es roscada y ha sido diseñada para ser unida mediante el uso de cemento disolvente adecuado o mediante acopladores mecánicos. Al ser de fabricación de compuesto termoplástico, está clasificada como canalización y, como tal, está sujeta a las mismas restricciones que los demás métodos de alambrado combustible cuando es instalada en una construcción incombustible. Véase la Regla 070-1102 respecto a las restricciones de uso de tuberías pesadas de PVC combustibles.

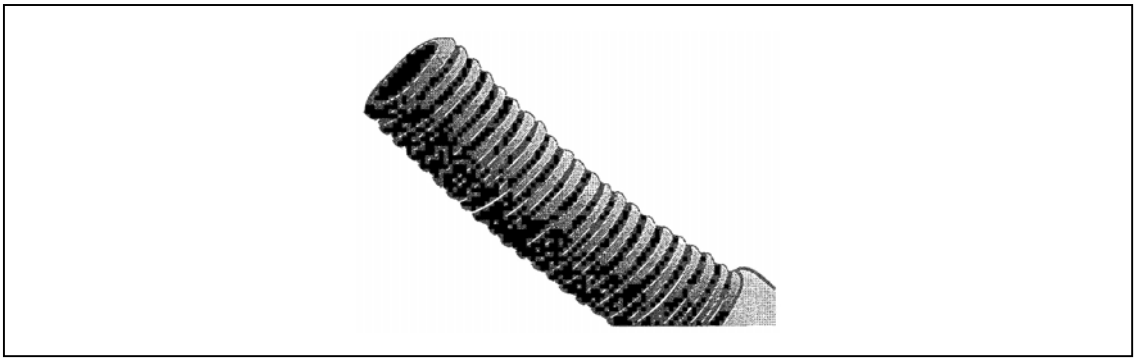


Figura 070-1500
Tubería Eléctrica No Metálica

Sustento y Propósito de la Regla 070-1502(1). Se permite que la tubería eléctrica no metálica sea utilizada como canalización oculta cuando sea ubicada dentro de paredes de edificaciones terminadas o cuando se coloquen en forma oculta mediante el empotramiento en concreto o para instalaciones directamente enterradas.

Propósito de la Regla 070-1502(2). En el Párrafo (a), se requiere evitar el uso de tuberías eléctricas no metálicas en los lugares donde puedan estar expuestos a daños mecánicos, ya sea durante o después de la construcción, a menos que dicha tubería esté provista de protección mecánica.

En el Párrafo (b), se requiere evitar el uso de tuberías eléctricas no metálicas en lugares clasificados como peligrosos según la Sección 110.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

En el Párrafo (c), se requiere que el uso de la tubería eléctrica no metálica sea restringido a una temperatura máxima de operación de 75 ºC, y por lo tanto no se permite su encierro en material aislante térmico.

En el Párrafo (d), se requiere que, debido a los posibles daños mecánicos, se prevenga el uso de tubería eléctrica no metálica en lugares expuestos, tales como adjuntos a o sobre superficies que no están ocultas dentro de espacios de paredes, cubiertos en concreto o directamente enterrada.

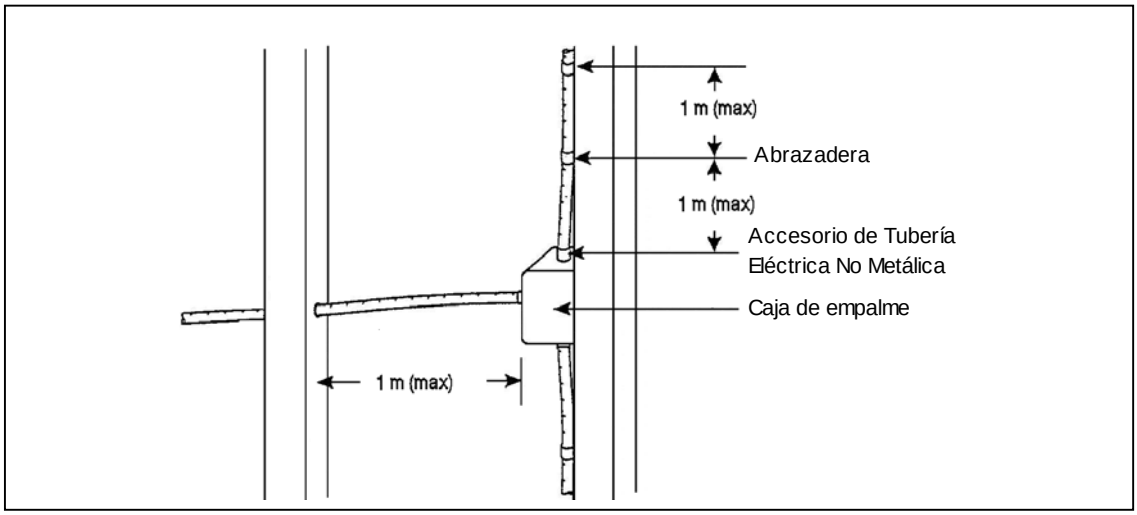


Figura 070-1504
Soportes para Tubería Eléctrica No Metálica

Sustento y Propósito de la Regla 070-1508(2). La intención es que la Subregla (1) no prohíba el uso de conductores dentro de tuberías aislantes que tengan un margen nominal de temperatura superior a 75 ºC, siempre que las capacidades de corriente sean limitadas a la de los conductores de 90 ºC, independiente del margen nominal de temperatura. Las pruebas han demostrado que los conductores de 90 ºC, de carga continua y en condiciones de llenado en un 50% y una temperatura ambiente de 30 ºC no dará como resultado temperaturas que excedan de 75 ºC .

Sustento y Propósito de la Regla 070-1510. Se requiere el uso de acomplamientos y elementos de conexión con cemento disolvente o medios mecánicos que sean diseñados para la instalación y sean utilizados cuando se acoplen juntos o conecten la tubería eléctrica no metálica a cajas, accesorios o gabinetes. Cuando las tuberías eléctricas no metálicas acanaladas sean acopladas juntas en aplicaciones directamente enterradas, se requiere utilizar sólo acoplamientos o elementos de conexión cubiertos con cemento disolvente.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1512. Debido a su ductilidad, se requiere que los artefactos (por ejemplo, artefactos de alumbrado u otros equipo eléctricos) no sean soportados con tuberías eléctricas no metálicas.

Propósito de la Regla 070-1516. Ya que la tubería eléctrica no metálica está elaborada con material no conductivo, se requiere instalar un conductor de enlace equipotencial individual de acuerdo con la Regla 060-404 para los sistemas de alambrado no metálico.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Canalizaciones Superficiales

Sustento y Propósito de la Regla 070-1600. Una canalización superficial es una canalización en forma de un canal metálico o no metálico, que comprende una base y una tapa para sostener conductores. Las dos partes están construidas de tal manera que se sostienen firmemente juntos para formar una canalización cubierta. Las canalizaciones superficiales han sido concebidas para correr expuestas sobre la superficie de las paredes, pisos o cielo rasos, y pueden ser utilizadas para extender una sistema de alambrado y pueden ser instaladas como un sistema completo.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1602. Ya que las canalizaciones de superficie son esencialmente un tipo de método de alambrado expuesto, se requiere que no sean instalados en ubicaciones ocultas, salvo que se extiendan a través de paredes, tabiques o pisos en tramos continuos. Asimismo, se requiere que cuando esté permitido que una sección de la canalización de superficie se extienda a través de una pared, tabique o piso, se tomen medidas para asegurar que las tapas o cubiertas de las partes expuestas puedan aún así ser retiradas. Se requiere que las canalizaciones de superficie no sean instaladas en lugares donde puedan estar expuestas a daños mecánicos.

Sustento de la Regla 070-1604. Las canalizaciones superficiales tienen formas irregulares y no disipan el calor tan bien como las canalizaciones con sección transversal circular. Los conductores con altos márgenes nominales de temperaturas de aislamiento añaden más calor a la canalización que los conductores con bajas temperaturas nominales y misma capacidad nominal de corriente.

Propósito de la Regla 070-1604. Se requiere que las canalizaciones de superficie no sean utilizadas en lugares donde puedan estar expuestas a una temperatura ambiente de 50 ºC, a menos que sean aprobadas para temperaturas más altas. Asimismo, Se permite el uso de conductores con un margen nominal de temperatura de aislamiento mayor de 75 ºC en canalizaciones de superficie, siempre que su capacidad de corriente no exceda la del conductor aislado de 75 ºC .

Sustento de la Regla 070-1606. Los conductores que sean instalados en canalizaciones de superficie están expuestos a las mismas tensiones mecánicas que los conductores instalados en canalizaciones con secciones transversales circulares durante su instalación o retiro de la canalización.

Propósito de la Regla 070-1606. Se requiere que los conductores que sean instalados en canalizaciones de superficie sean adecuados para ser utilizados en canalizaciones como se indican en la Tabla 19, y que el llenado de conductores no exceda del 40% del área de la sección transversal de la canalización superficial tal como lo estipula la Regla 070-1014(4).

Sustento y Propósito de la Regla 070-1610. Ya que las canalizaciones de superficie pueden tener cubiertas removibles, se permite el uso de juntas o empalmes en las canalizaciones de superficie que tengan cubiertas que pueden retirarse luego de su instalación y cuando el llenado de conductores no exceda del 75% del área de la sección transversal en el punto donde se realizan los empalmes y juntas.

Sustento de la Regla 070-1614. Los sistemas de cables planos constan de un cable especialmente construido que, junto con los tipos específicos de accesorios, pueden

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ser utilizados con canalizaciones superficiales metálicas. El cable es un conjunto de conductores en paralelo formados con lados laterales, conformado por un material aislante para asegurar el cable en la canalización. El cable debe ser identificado en cuanto a su capacidad de corriente, tensión y margen nominal de temperatura.

Propósito de la Regla 070-1614(1). Se permite la instalación en campo, de cables planos en las canalizaciones superficiales metálicas y con accesorios de rosca y dispositivos de casquillo adecuados para ser utilizados con la canalización. El objetivo es que los cables planos sólo sean utilizados en tramos horizontales, con el cable plano en la sección más alta de la canalización.

Propósito de la Regla 070-1614(2). No se requiere de cubiertas sobre la parte inferior para proteger el cable plano contra daños mecánicos o contactos accidentales si es que la canalización es instalada en un lugar donde se encuentre aislada fuera del alcance.

Canalizaciones Bajo Piso

Sustento de la Regla 070-1700. El método de alambrado en canalizaciones bajo piso es un medio para proveer energía y sistemas de señalización a oficinas grandes y áreas comerciales de venta al por menor. La canalización ha sido concebida para ser instalada dentro de losas de concreto u otro material para revestimiento de pisos. Las canalizaciones bajo piso son montajes de canales de distribución y cajas colectoras y de unión, acomplamientos, cajas de empalme, y unidades de acceso al canal utilizados para la instalación o retiro de los conductores. Estos requerimientos no se aplican a las canalizaciones de piso de concreto celular o de metal celular.

Propósito de la Regla 070-1700(1). Se permite la instalación de canalizaciones bajo piso por debajo o al nivel de la superficie de un piso de concreto u otro material de revestimiento para pisos. La canalización puede ser cubierta con material para revestimiento de pisos. La canalización no ha sido diseñada para ser instalada debajo o sobre la parte inferior de la estructura del piso.

Propósito de la Regla 070-1700(2). Se requiere que las canalizaciones no sean utilizadas en:

(a) áreas donde pueden estar expuestas a vapores corrosivos, tal como se describe en la Sección 130;

(b) lugares peligrosos, tal como se señala en la Sección 110;

(c) garajes comerciales, tal como se señala en la Sección 120;

(d) salas de baterías, tal como se señala en la Sección 150-540; o

(e) en la parte inferior o sobre la superficie del fondo de una estructura de piso.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1702(1). Se requiere que dichas canalizaciones bajo piso sean instaladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y según los requerimientos de esta regla, y los requerimientos de cobertura y trazado del sistema. El espesor mínimo de la cubierta de concreto está especificado en cada tramo de canalización y accesorios.

Propósito de la Regla 070-1702(2). La canalización debe ser tendida en línea recta entre las cajas de empalme, de modo que se pueda localizar de manera precisa cualquier abertura requerida.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-1702(3). La canalización debe asegurarse mecánicamente en su posición, a fin de prevenir perturbaciones de alineación durante la construcción u operaciones de vaciado.

Propósito de la Regla 070-1702(4). Se requiere que las canalizaciones sean selladas para no permitir el ingreso de humedad o agua, durante y después de las operaciones de construcción, mediante el empleo de cemento impermeable en las juntas y bordes del sistema.

Propósito de la Regla 070-1702(5). El sistema debe ser instalado de tal manera que no existan puntos bajos en un tramo o cruce que puedan formar trampas de agua.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1704(1). Si las canalizaciones son tendidas en otros ángulos que no sean rectos, se requiere que se suministren accesorios especiales para la continuidad mecánica del sistema en caso de ser necesario.

Propósito de la Regla 070-1704(2). Se requiere que la canalización bajo piso sea conectada a los centros de distribución, tableros de mando o salidas de paredes mediante métodos de alambrado reconocidos, tales como conductos metálicos rígidos y mediante accesorios especialmente aprobados para ser utilizados con sistemas bajo piso.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1708(3). Se requiere que las cajas de empalme y los elementos de inserción sean instalados al nivel del piso terminado y sean sellados para prevenir la entrada de agua.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1710. Cuando se instalen accesorios de inserción, ya sea durante o después de la colocación del piso, se requiere que sean instalados de tal manera que prevengan que partículas pequeñas y suciedad caigan a la canalización. Se deben utilizar herramientas diseñadas para ser empleadas con la canalización y se tenga cuidado en no dañar los conductores.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1712. Cuando una salida sea abandonada o retirada del sistema, se requiere retirar los conductores del circuito.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1714(1). Las canalizaciones deben tener el tamaño suficiente como para permitir una fácil instalación o remoción de los conductores. Se requiere que las secciones de los conductores y sus aislamientos no ocupen más del 40% del área de la sección transversal interior de la canalización.

Propósito de la Regla 070-1714(2). El criterio de llenado máximo del 40% según la Subregla (1) no se debe aplicar cuando se instalan métodos de alambrado con sistemas de cables aprobados (por ejemplo, con chaqueta metálica, con aislamiento mineral, con chaqueta de aluminio, blindado y cables con chaquetas no metálicas).

Sustento y Propósito de la Regla 070-1718(1). Cuando se utilicen pisos post-tensados o pre-tensados, vaciados en el lugar, con un sistema de canalización bajo piso, se requiere suministrar inserciones preajustadas.

Propósito de la Regla 070-1718(2). No se deben instalar accesorios de inserción que posteriormente se puedan fijar o unidades de acceso que posteriormente se puedan fijar en los pisos de concreto post-tensados o pre-tensados, a menos que la instalación

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

se realice de acuerdo con los requerimientos originales de diseño. Los accesorios de inserción prefijados, son instalados en fábrica en la canalización. Los accesorios de inserción que posteriormente se pueden fijar son instalados en campo.

Consideraciones de Campo de la Regla 070-1718. Es una buena práctica consultar con el ingeniero de estructuras antes de colocar los accesorios de inserción que posteriormente se puedan fijar o las unidades de acceso que posteriormente se puedan fijar, ya que la instalación puede interferir con el armado estructural del revestimiento de piso de concreto.

Pisos Celulares

Sustento y Propósito de la Regla 070-1800. Las canalizaciones de pisos celulares son un tipo de canalización bajo piso, por medio del cual los espacios huecos (celdas) de la construcción del piso son adecuados para ser utilizados como canalización, para la instalación o retiro de conductores eléctricos. Las canalizaciones de pisos celulares difieren de las canalizaciones bajo piso en que éstas forman parte del aspecto estructural del sistema de revestimiento del piso. El piso contiene acero en láminas enrolladas a las que se da la forma adecuada para formar las celdas. Las celdas tienen varios tamaños y diseños, según la resistencia estructural requerida del piso. Los ductos transversales se extienden a través de las celdas, a fin de proporcionar acceso a aquellas celdas que deben ser utilizadas para los conductores del circuito eléctrico. Las instrucciones completas suministradas por el fabricante, facilitan la instalación adecuada de los sistemas de pisos; estos incluyen ilustraciones de todas las características esenciales, la relación entre todos los componentes y el tipo, tamaño y uso de las herramientas especiales.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1802(1). Los conductores no deben ser instalados en pisos celulares:

(a) Cuando los conductores puedan estar expuestos a vapores corrosivos, tal como se señala en la Sección 130;

(b) En lugares peligrosos, tal como se señala en la Sección 110;

(c) En garajes comerciales donde la filtración de gases puede crear una condición peligrosa; y

(d) En salas de baterías, debido a los posibles derramamientos de líquidos corrosivos.

Propósito de la Regla 070-1802(3). Cuando las celdas o colectores contengan otras instalaciones que no sean las eléctricas, tal como se describe en la Subregla (2), se requiere que las celdas o colectores utilizados para las instalaciones eléctricas sean sellados, a fin de prevenir la entrada de líquidos o gases que escapan de otros servicios que no sean los eléctricos.

Propósito de la Regla 070-1802(4). Se requiere que todos los conductores de un circuito sean alojados en la misma celda o colector. El objetivo es que los conductores del circuito de sistemas diferentes no sean alojados en la misma celda o colector, salvo sea permitido según los requerimientos de la Regla 070-3032.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1806. La suma de las secciones del total de conductores instalados en el sistema no debe exceder del 40% del área de la sección transversal de la celda o colector. Los cables aprobados como método de alambrado,

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

tales como con aislamiento mineral, con chaqueta de aluminio, blindados o con chaqueta no metálica, pueden exceder de la restricción de llenado del 40% (véase también la Regla 070-1714(2)).

Sustento y Propósito de la Regla 070-1808. Para la accesibilidad, se requiere que los empalmes y las derivaciones de los conductores o cables se realicen sólo en las unidades de acceso al canal colector o cajas de empalme.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1810. Para la identificación del sistema y su ubicación futura en las celdas, se requiere instalar un número adecuado de identificadores de piso. El objetivo es que los identificadores se extiendan desde la parte superior de las celdas a través del revestimiento del piso.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1812(1). Se requiere que las cajas de empalme estén al nivel, después de su instalación, del piso terminado y sean selladas para prevenir el ingreso de líquidos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1812(3). Se requiere lograr la continuidad eléctrica de las componentes del piso celular mediante el empleo de soldadura por puntos u otro medio que proporcione una trayectoria conductiva entre los componentes del piso.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1812(4). Si es que se utiliza soldadura por puntos para una continuidad eléctrica, la soldadura debe realizarse en espacios abiertos entre las celdas y no en las paredes de las celdas, a fin de no crear bordes ásperos en las celdas que puedan dañar a los conductores.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1814(1). Se requiere instalar un conductor de enlace equipotencial individual, de una sección que concuerde con la Tabla 16, con los conductores del circuito en las celdas y colectores, a fin de establecer una trayectoria conductiva eléctrica entre los equipos eléctricos que deben ser enlazados equipotencialmente a tierra.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1816(3). Cuando se instale accesorios de inserción metálicos, se requiere tener cuidado para que partículas pequeñas de metal o suciedad no caigan dentro de la celda. Cuando se utilice una herramienta para cortar el hueco, se debe tener cuidado en no dañar los conductores existentes en la celda.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1818. Se requiere que las conexiones provenientes de gabinetes, tableros, o salidas de pared hacia pisos celulares sean realizadas mediante el uso de métodos de alambrado aprobados, por ejemplo, conductos metálicos, conductos flexibles, o accesorios que sean aprobados para ser utilizados con sistemas de pisos celulares.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1820. Cuando una salida o accesorio de inserción sea abandonado o retirado del sistema, se requiere remover los conductores de suministro de la celda o colector. Los conductores que no son utilizados pueden energizarse si es que no son desconectados de la fuente de alimentación y retirados de la canalización.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Canales Auxiliares

Sustento de la Regla 070-1900. Los canales auxiliares son recintos de protección auxiliares utilizados para alojar conductores o cables en centros de medición, centros de distribución, tableros de mando o centros de control. Un canal auxiliar es básicamente fabricado con metal en láminas, con longitudes limitadas y concebido para alojar sólo conductores o cables.

Propósito de la Regla 070-1900(1). Los canales auxiliares deben ser utilizados para completar espacios de alambrado, como parte de un montaje entero de equipos eléctricos en centros de distribución para alojar conductores y cables que son utilizados como alimentadores o conductores de circuitos derivados. Cada sección del canal es identificada con el nombre del fabricante o marca comercial y el catálogo o número del tipo.

Propósito de la Regla 070-1900(2). Los canales no deben de extenderse más de 6 m fuera del equipo eléctrico que están complementando. Si un canal va a ser extendido más de 6 m, se requiere que el recinto de protección cumpla con las disposiciones para los ductos de alambre según la Regla 070-2100 o para los ductos de barra según la Regla 070-2000.

Sustento y Propósito de la Regla 070-1902. A menos que estén identificadas para espacios de soporte mayores, se requiere que los canales sean sostenidos en intervalos no mayores de 1,5 m . El objetivo es que la distancia comprendida entre los soportes no exceda de 3 m .

Sustento y Propósito de la Regla 070-1904(1). Se requiere que la suma de las secciones de todos los conductores alojados en una sección transversal no ocupen más del 20% del área de la sección transversal del canal.

Propósito de la Regla 070-1904(2). Se requiere que un compartimiento simple de un canal no contenga más de 200 conductores. No se ponen límites al tamaño de los conductores que pueden ser instalados. Los factores de corrección para el número de conductores alojados en una canalización no son aplicables a los canales auxiliares. (Véase la Regla 030-004(7)(b)).

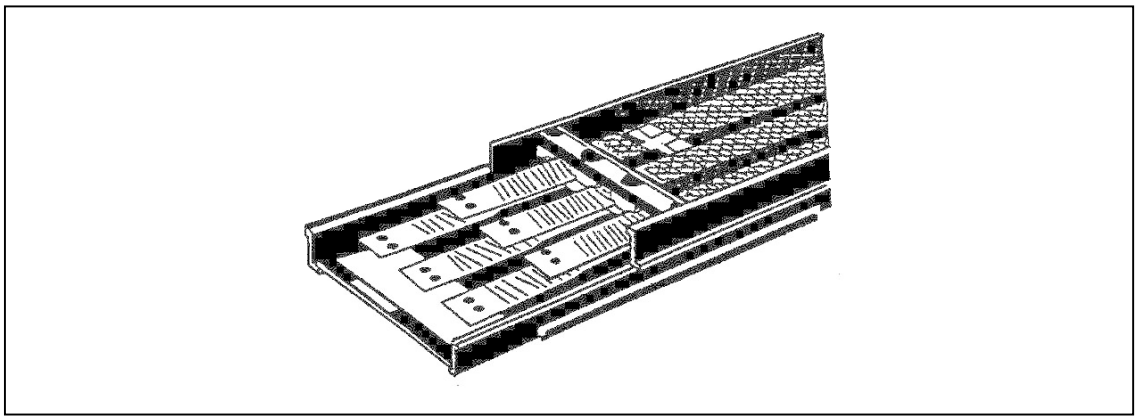


Figura 070-2000
Canalizaciones

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Barras Canalizadas y Derivadores de Barras

Sustento de la Regla 070-2000. (Véase la Figura 070-2000). Las barras canalizadas son un montaje de conductores de cobre o aluminio o barras rígidas alojadas en un canal metálico, concebido para ser utilizado como alimentador o subalimentador. Las barras canalizadas proporcionan un sistema de distribución de energía flexible para adaptarse a condiciones de cambio de equipos eléctricos. Los recintos de protección pueden ser del tipo ventilado, con aberturas para su ventilación, o el tipo totalmente cerrados (no ventilados). Los derivadores de barras son similares a las barras canalizadas, a excepción de que los primeros contienen barras o bloques de terminales, los cuales están provistos de conexiones principales y derivadas para conducir energía dentro o fuera del divisor. Un recinto de protección derivador cuya longitud exceda de 4300 mm debe ser considerado como una barra canalizada.

Propósito de la Regla 070-2000(1). Se requiere que las barras canalizadas y los derivadores de barra, sólo sean utilizados para instalaciones eléctricas expuestas, a excepción de lo que estipula la Subregla (5) para la instalación de barras canalizadas en espacios de falso techo y la Subregla (7) para la instalación de derivadores empotrados.

Propósito de la Regla 070-2000(2). Se requiere que las barras canalizadas y los derivadores de barra sólo sean instalados en lugares secos, a menos que sean especificados para lugares mojados, húmedos o en exteriores. Las barras canalizadas adecuadas para uso en exteriores u otros lugares que no sean secos están identificadas para su uso diseñado (véase la Regla 2-400). Las barras canalizadas provistas de agujeros de drenaje están identificadas con "Instalación con agujeros de drenaje hacia abajo."

Propósito de la Regla 070-2000(3). Se requiere que las barras canalizadas o derivadores de barra no sean instalados en lugares

(a) donde estén expuestos a daños mecánicos. A fin de prevenir daños, los equipo eléctricos pueden ser protegidos mediante su elevación, cubiertas o con guardas;

(b) donde estén expuestos a vapores corrosivos, tal como se describe en la Sección 130;

(c) en los pozos de ascensor, debido al espacio reducido y a los peligros implicados cuando se reparan equipos (véase la Regla 200-014);

(d) en lugares peligrosos, tal como se restringen según las Reglas 110-106, 110-202 y 110-252; y

(e) en salas de baterías, tal como estipula la Regla 150-540.

Propósito de la Regla 070-2000(4). Se permite la instalación de barras canalizadas como montantes en las edificaciones de construcción incombustible, siempre que se instalen dispositivos limitadores de incendio en cada lugar donde se ha perforado separaciones contra fuego.

Propósito de la Regla 070-2000(5). Si es que la Regla 020-030 permite una excepción, se requiere aprobar la instalación de barras canalizadas en espacios de falso techo, siempre que se cumplan con las siguientes condiciones:

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(a) La ventilación sea adecuada a fin de prevenir temperaturas ambiente que excedan de 30 ºC . En caso de que la temperatura exceda de 30 ºC, el margen nominal de la barra canalizada debe de ser rebajado en un 82, 71 y 58% para las temperaturas de 40 ºC, 45 ºC y 50 ºC, respectivamente. Las barras canalizadas no deben de ser instaladas en los espacios del cielo raso donde la temperatura ambiente sea mayor de 50 ºC .

(b) Los dispositivos de derivación no contengan fuentes de formación de arcos o calor, por ejemplo, interruptores o interruptores automáticos. La protección contra sobrecorriente puede ser instalada en la parte externa del espacio del cielo raso.

(c) Existan espacios adecuados de trabajo para mantener y reparar el sistema de barras canalizadas. No deben de interferir otros servicios de la edificación y miembros estructurales con el acceso al equipo eléctrico.

(d) Las barras canalizadas sean del tipo totalmente encerrado (no ventilado). Se puede instalar el tipo ventilado, siempre que las barras y las juntas estén totalmente aisladas o encerradas, el cielo raso sea de construcción incombustible, y no exista material combustible a una distancia menor de 150 mm de la barra canalizada.

(e) Si es que se va a instalar una barra canalizada en un área utilizada para el sistema de ventilación de una edificación, ésta debe de ser del tipo totalmente encerrado.

Propósito de la Regla 070-2000(6). Cuando dos o más conductores sean conectados a un conductor con una sección transversal más grande de 16 mm^2, se requiere que un derivador esté disponible y se suministre un tornillo o perno individual para cada conexión. El objetivo es que sólo se instale un conductor a un conector, a menos que el conector sea aprobado para una conexión múltiple de conductores.

Propósito de la Regla 070-2000(7). Se permite la instalación de derivadores al nivel o al ras del espacio de la pared, siempre que la cubierta removible permita el acceso al derivador.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2002. Se requiere que las extensiones de las barras canalizadas y derivadores se realicen con métodos de alambrado aprobados, por ejemplo, conducto rígido, conducto metálico flexible, canalizaciones de superficie, bandejas para cables, tuberías eléctricas metálicas, cables blindados, cables o conductores con chaqueta metálica, y cuando sea conveniente, cordones aprobados para uso exigente.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2004. A fin de prevenir el recalentamiento del recinto de protección metálico por inducción, se requiere que todos los conductores de corriente alterna de un circuito sean colocados en la misma barra canalizada, derivador de barras, o sección, si es que es de material magnético.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2006(1). Las barras canalizadas montadas horizontalmente deben ser soportadas a intervalos que no excedan de 1,5 m . Deben ser Las barras canalizadas diseñadas para ser soportadas a intervalos mayores de 1,5 m deben estar identificadas indicando la máxima distancia que debe existir entre los soportes. El máximo intervalo es 3 m .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-2006(2). Se requiere que cada tramo de la barra canalizada concebida para montaje vertical sea identificada respecto a su uso. Las barras canalizadas verticales son diseñadas para prevenir cualquier movimiento vertical de las barras dentro del recinto de protección.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2006(3). Se requiere que las barras montadas en posición vertical sean soportadas en cada piso y a intervalos no mayores de 1,5 m, a menos que estén especificadas para ser soportadas a intervalos mayores. La especificación de la distancia máxima entre los soportes debe estar fácilmente visible en la barra canalizada luego de su instalación.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2006(4). Las barras canalizadas deben ser instaladas de tal manera que todos los soportes y juntas sean accesibles con fines de mantenimiento luego de su instalación.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2006(5). El intervalo de soporte para los conductos derivadores no exceda de 1,5 m, a menos que estén especificados para ser soportados a intervalos mayores. La distancia máxima entre los soportes debe ser de 3 m .

Sustento y Propósito de la Regla 070-2008(1). (Véase la Figura 070-2000). Se permite que las barras canalizadas atraviesen paredes o tabiques secos, siempre que sean tramos continuos cuando atraviesen el miembro. Si las paredes o tabiques, son de construcción combustible o de mampostería que presenten vacíos, se requiere que los ductos de barras sean del tipo totalmente cerrados.

Propósito de la Regla 070-2008(2). Se permite que las barras canalizadas se extiendan verticalmente a través del piso, siempre que estén ubicadas en lugares secos. El objetivo es que las barras canalizadas estén totalmente cerradas para los primeros 300 mm sobre la superficie del piso que atraviesan y que estén provistas de dispositivos limitadores de incendio de acuerdo con la Regla 020-124.

Propósito de la Regla 070-2008(3). Si es que las barras canalizadas están ubicadas en un área accesible a personas que no sean calificadas, se requiere proporcionarles una protección contra daños mecánicos y contra contactos con sus partes vivas. La protección debe ser considerada adecuada si es que el conducto montado horizontal o verticalmente está cubierto por lo menos hasta 2 m sobre el nivel del piso.

Propósito de la Regla 070-2008(4). Se requiere que los extremos sin corriente de las barras canalizadas sean terminados con accesorios de cierre a fin de prevenir el acceso de partes conductoras de corriente y la entrada de polvo u otros materiales.

Propósito de la Regla 070-2008(5). Se requiere que las barras canalizadas instalados en áreas exteriores, áreas de estacionamiento o áreas accesibles a personas no autorizadas sean del tipo totalmente cerrados.

Propósito de la Regla 070-2010. Cuando se suministra energía a máquinas herramienta no es necesario un interruptor en la herramienta, siempre que el dispositivo enchufable tenga una potencia nominal en HP y que el medio de operación esté fácilmente accesible para el operador.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2012. Se puede omitir el uso de dispositivos de sobrecorriente cuando las barras canalizadas tienen un tamaño reducido. Se

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

requiere que el tramo de la barra canalizada más pequeño no sea mayor de 15 m, que tenga una capacidad nominal de corriente no menor de 1/3 que la de los dispositivos de sobrecorriente de la línea inmediato anterior, que no esté en contacto con material combustible y que tenga una capacidad de corriente adecuada para la carga prevista.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2114. Las barras canalizadas diseñadas para ser utilizadas como circuitos derivados deben tener una longitud limitada, a fin de que en condiciones de uso normal los circuitos no se sobrecarguen. Asimismo, se requiere que la longitud de dicho tramo, en metros, no exceda de la capacidad de corriente del circuito derivado. Por ejemplo, un circuito derivado de capacidad nominal de 30 A no debe tener una longitud mayor de 30 m .

Sustento y Propósito de la Regla 070-2016. Se requiere que cada sección de la barra canalizada o derivador tenga una identificación y ubicación permanentes en una posición fácilmente visible luego de su instalación. Su identificación debe llevar el nombre del fabricante o marca comercial, capacidad nominal en volts y amperes y espaciamiento de soportes tanto para el montaje vertical u horizontal.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2018. (Véase la Figura 070-2018). Se requiere que las derivaciones hechas a partir de barras canalizadas o bloques de terminales en el derivador salgan del recinto de protección por el lado más cercano a la conexión terminal. Los conductores no deben de entrar en contacto o tocar las barras de polaridad opuesta.

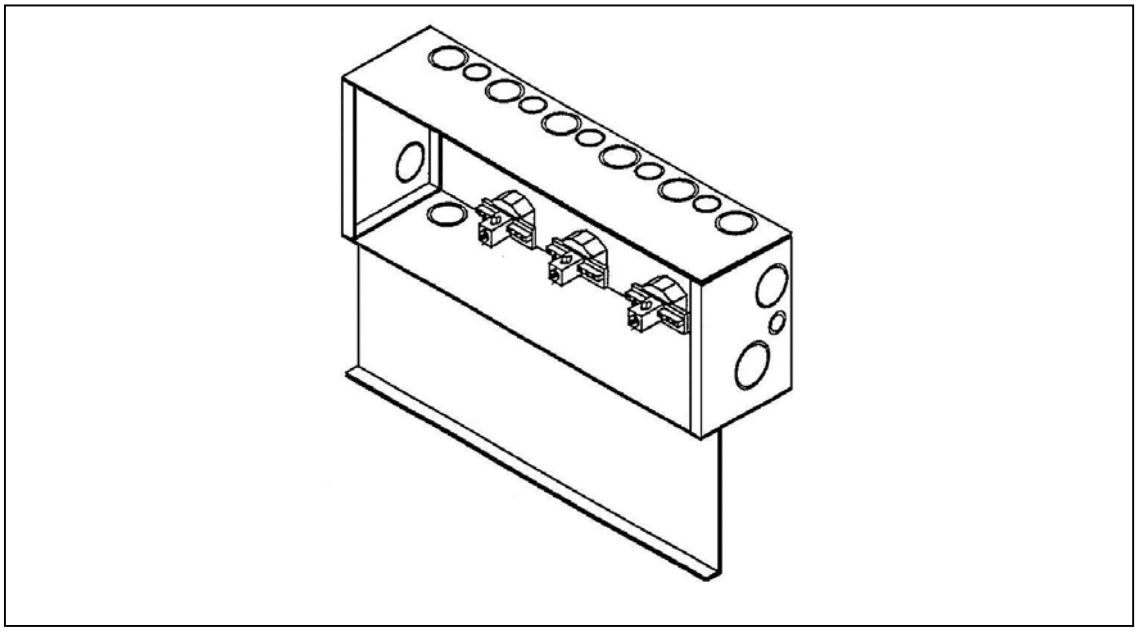


Figura 070-2018
Derivador Típico con Bloques Terminales

Sustento y Propósito de la Regla 070-2020. Se requiere que los derivadores sean utilizados para la conexión de conductores con las barras o bloques de terminales. Los derivadores no están diseñados para ser utilizados como canalizaciones para otros conductores de circuitos o alimentadores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Canalizaciones

Sustento de la Regla 070-2100. (Véase la Figura 070-2100). Las canaletas son métodos de alambrado que constan de un canal metálico con una cubierta removible, y están conformadas de tal manera que los conductores pueden ser tendidos o removidos, y retirados luego de la instalación del sistema, sin dañar los conductores o sus cubiertas.

Propósito de la Regla 070-2100(1). Se permite el uso de canaletas sólo para trabajos expuestos en lugares secos. Las canaletas pueden ser instaladas en exteriores en lugares mojados o húmedos siempre que hayan sido diseñadas y especificadas para ser utilizadas con recintos de protección adecuados de acuerdo a la Sección 100.

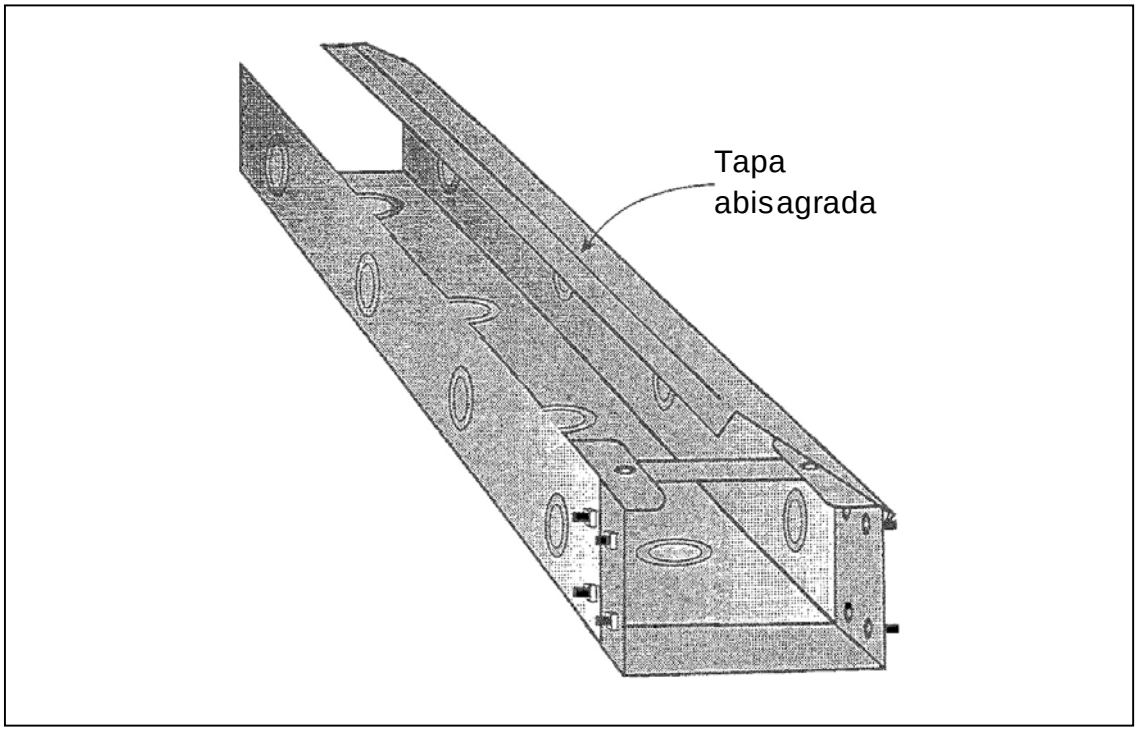


Figura 070-2100
Canaletas del Tipo Instalación Interna

Propósito de la Regla 070-2100(2). Las canaletas no se deben instalar en los lugares siguientes:

(a) donde estén expuestos a daños mecánicos;

(b) donde estén expuestos a vapores corrosivos, tal como se señala en la Sección 130;

(c) en pozos de ascensor, debido al espacio restringido y a los peligros que implica su mantenimiento (véase la Regla 200-014);

(d) en lugares peligrosos, tal como se describe en la Sección 110; y

(e) en salas de baterías (véase la Regla 150-540).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-2100(3). Se permite la instalación de canaletas como montantes en edificaciones de construcción incombustible, siempre que se instalen elementos cortafuegos de incendio donde se ha perforado separaciones contra fuego.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2102(1). Se permite que las canaletas atraviesen paredes o tabiques secos, siempre que sean tramos continuos cuando atraviesen dichas estructuras.

Propósito de la Regla 070-2102(2). Se requiere que las canaletas sean soportadas a intervalos no mayores de 1,5. Las canaletas pueden ser soportadas a intervalos mayores, siempre que en sus especificaciones se indiquen sus máximos espacios de soporte. El espacio de soporte no puede exceder de 3 m .

Propósito de la Regla 070-2102(3). Se requiere que los extremos sin corriente de las canaletas sean cubiertos con accesorios de cierre adecuados, a fin de prevenir la entrada de polvo y materiales extraños.

Propósito de la Regla 070-2102(4). Se requiere que las canaletas de montaje vertical u horizontal sean protegidas contra daños mecánicos hasta una distancia de 2 m sobre el nivel del piso cuando se instalen en áreas que sean accesibles a personas no calificadas.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2104(2). El número máximo de conductores dentro de una canaleta es de 200, a excepción de los conductores de señal y control, tal como se indica en la Subregla (4). La suma de las áreas de las secciones transversales de los conductores que no sean los conductores de señal o control no debe de exceder del 20% del área de la sección transversal interior de la canaleta.

Propósito de la Regla 070-2104(3). El calibre de un conductor que puede ser instalado dentro de una canaleta no debe tener una sección transversal mayor de 250 mm^2 .

Propósito de la Regla 070-2104(4). Se permite que el número de conductores de señal y control dentro de una canaleta exceda de 200, siempre que el total de las áreas de las secciones transversales de los conductores no excedan del 40% del área de la sección transversal de la canaleta.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2106. Los empalmes y derivaciones de los conductores realizados en las canaletas, deben tener una conexión aislada a fin de prevenir cualquier posible electrocución tal como se describe en la Regla 070-112. A fin de permitir la inspección para su mantenimiento o localización de averías, se requiere que la conexión sea accesible cuando la cubierta de la canaleta esté abierta.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2108. Se permite el uso de canaletas metálicas, métodos de alambrado metálico de cables o cuando sea necesario, cordones de uso exigente, para extensiones provenientes de la canaleta. Las conexiones se deben efectuar de acuerdo con la Regla 070-3024. Los ejemplos de una canaleta metálica aceptables son los conductos metálicos rígidos o flexibles, las canaletas superficiales metálicas, bandejas para cables y las tuberías eléctricas metálicas. Los ejemplos de los cables que pueden ser utilizados son los cables blindados y los conductores o cables con chaquetas metálicas. Los ejemplos de cordones de uso exigente, que pueden ser utilizados son los del Tipo SJO o SJT (véase la Tabla 11).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-2110. Cuando se utilice corriente alterna, se requiere que todos los conductores de un circuito sean colocados en la misma canaleta. Si es que se instala una barrera de material ferroso, se requiere que todos los conductores de un circuito sean alojados en la misma sección con barrera, a fin de prevenir el recalentamiento de la canaleta por inducción (véase también la Regla 070-904).

Bandejas para Cables

Sustento de la Regla 070-2200. (Véanse las Figuras 070-2200-1 y 070-2200-2). La bandeja para cables es un montaje de unidades o secciones diseñadas para el soporte de conductores aislados o cables. Las bandejas para cables pueden estar conformadas ya sea de acero en láminas o material de aluminio en láminas. Las bandejas para cables deben de ser instaladas como un sistema completo antes que los conductores sean tendidos o retirados. Existen tres tipos de bandejas para cables:

(a) El tipo no perforado (no ventilado), en la cual no existen aberturas en la parte inferior o lateral de la bandeja;

(b) El tipo perforado (ventilado), la cual tiene aberturas de ventilación en la parte inferior y lateral, cuyas aberturas no exceden de 50 mm en dirección longitudinal; y

(c) El tipo escalerilla, la cual tiene aberturas de ventilación que exceden de 50 mm en dirección longitudinal.

Propósito de la Regla 070-2200. Se requiere que las bandejas para cables no sean utilizadas para soportar conductores o cables en lugares peligrosos, salvo que los cables sean aprobados para ser utilizados en lugares peligrosos particulares. (Véase la Regla 110-068).

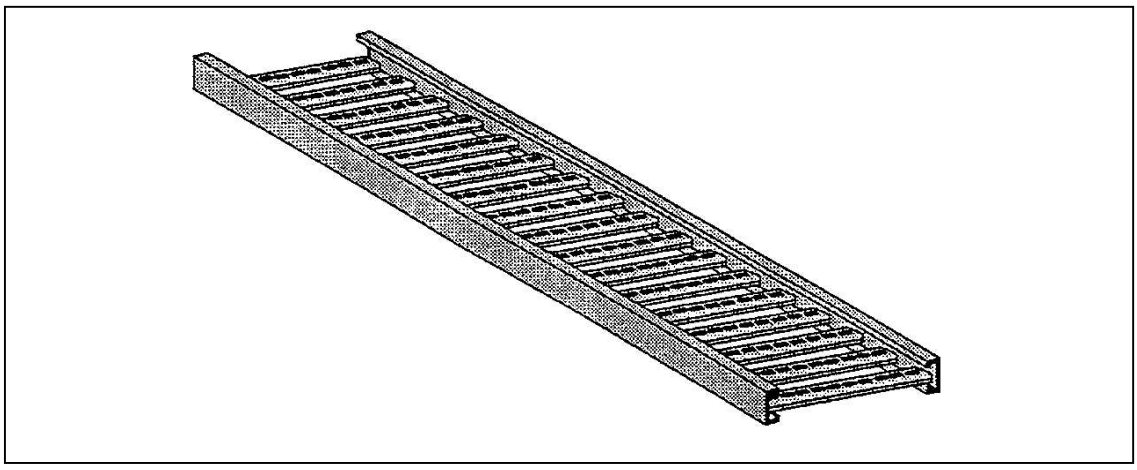


Figura 070-2200-1
Bandeja de Cables Ventilada

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

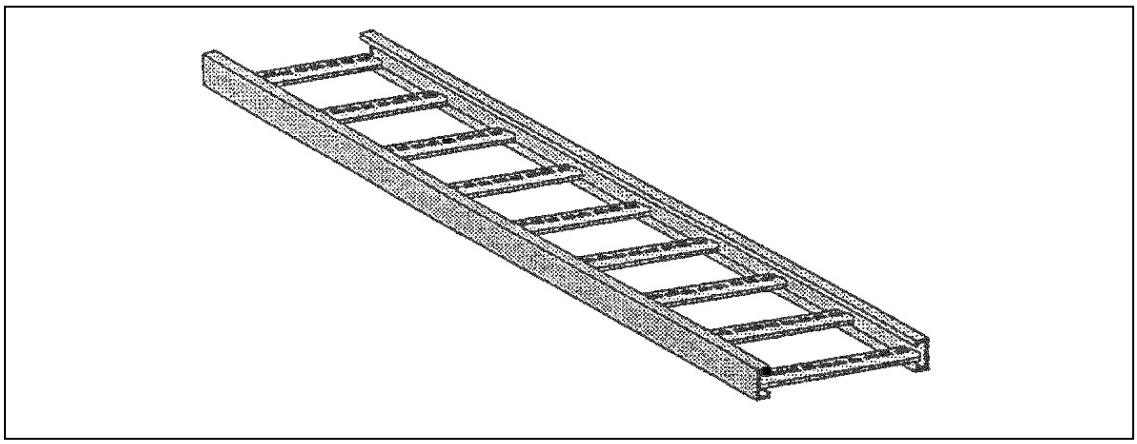


Figura 070-2200-2
Bandeja de Cables en Escalera

Sustento y Propósito de la Regla 070-2202(1). Se requiere que las bandejas para cables sean instaladas como un sistema completo antes del tendido de cualquier conductor o cable. El sistema debe de ser diseñado de tal manera que prevenga daños a los conductores o cables no excediendo del radio de curvatura permisible tal como se describe en las Reglas 070-110, 070-614, 070-712 y 190-102. Los cables deben de ser soportados en la bandeja en el lugar utilizando medios mecánicos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2202(2). Se requiere que las bandejas para cables sean instaladas de acuerdo con su clase de carga estándar, con relación a su carga máxima de diseño y espacio de soporte asociado de diseño, tal como se indica en la Tabla 42. En la bandeja para cables se debe especificar la letra de clase, carga máxima de diseño y espacio de soporte.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2202(3). Se permite que las bandejas para cables atraviesen una pared, siempre que la pared esté construida con material incombustible. Cuando las bandejas atraviesen una pared construida con material combustible, la bandeja debe de ser totalmente cerrada, a fin de prevenir la posibilidad de que se produzca ignición del material combustible .

Sustento y Propósito de la Regla 070-2202(4). Se permite que las bandejas para cables atraviesen en posición vertical un piso de construcción combustible o no combustible, siempre que el piso se encuentre en un lugar seco y la bandeja esté provista de elemento corta fuegos o limitadores de incendio en cada lugar donde se ha perforado una separación contra incendios. La bandeja debe de ser totalmente cerrada cuando atraviese el piso, para su seguridad contra incendios y por una distancia de 2 m sobre el nivel del piso, para su protección contra daños mecánicos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2202(5). Se requiere que las bandejas para cables sean fijadas con soportes incombustibles de adecuada resistencia y rigidez para tolerar máximas cargas de diseño, tal como se señala en la Subregla (2).

Sustento y Propósito de la Regla 070-2202(6). Se requiere que los extremos muertos de las bandejas para cables sean cerrados mediante el uso de accesorios de cierre adecuados, los cuales sean de fabricación y diseño para ser utilizados con la bandeja para cables apropiada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-2202(7). (Véase la Figura 070-2202). Se requiere proveer un espacio de trabajo adecuado para el acceso a las bandejas para cables, a fin de facilitar la instalación y retiro de conductores o cables y para el mantenimiento del sistema.

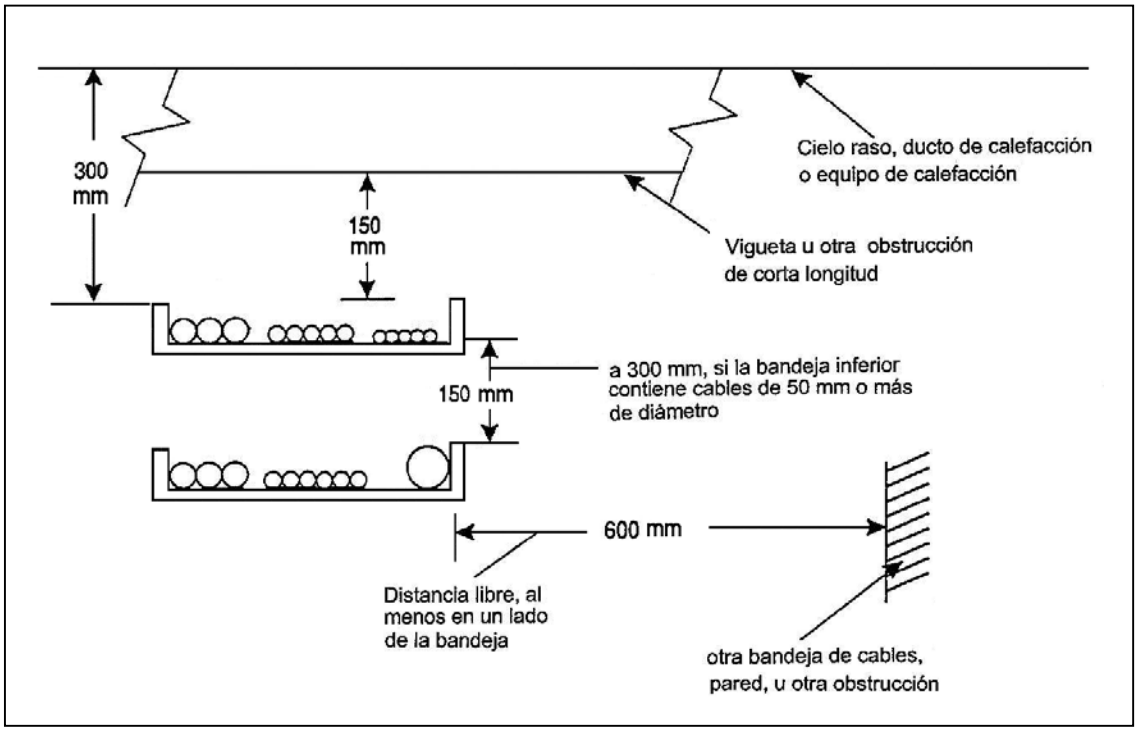


Figura 070-2202
Distancias Libres para Bandejas de Cables

Sustento y Propósito de la Regla 070-2204(1). Los conductores del tipo que se indican en la Tabla 19 como adecuados, pueden ser instalados en una bandeja para cables. Los conductores adecuados tienen una cubierta de protección ya sea con una chaqueta metálica continua o blindaje entrelazado, y tal como lo permiten las Subreglas (2) y (3), una chaqueta o cubierta no metálica tal como las del cable Tipo TC-"Tray Cable". El cable de bandeja del Tipo TC es un cable que presenta chaqueta no metálica y es adecuado para ser utilizado en las bandejas para cables en áreas de establecimientos industriales que no tengan acceso al público. El cable tiene la identificación "TC", y para los requerimientos de propagación de fuego se agrega la marca "FT4". Otros tipos de cables con chaqueta no metálica que se indican en la Tabla 19 pueden ser instalados en las bandejas para cables que estén ubicadas en cámaras eléctricas o salas de equipos de conexiones u otros tipos aprobados de salas de equipos de conexiones que no sean accesibles al público.

Propósito de la Regla 070-2204(2). Se permite la instalación de cables de bandeja Tipo TC en áreas de establecimientos industriales que no sean accesibles al público, siempre que el cable:

(a) sea instalado en conducto u otro método de alambrado adecuado, o enterrado directamente, cuando la instalación requiera que el cable TC corra fuera de la bandeja para cables; y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(b) esté provisto de protección mecánica cuando esté expuesto a daños ya sea durante o después de la instalación. La protección puede consistir en su elevación, el uso de cubiertas, pantallas u otros medios aceptables. Se debe considerar los posibles daños que puede sufrir debido a la caída o movimiento de objetos, acceso de personas no calificadas y condiciones de altas temperaturas provenientes de calentadores; y

(c) no tenga una sección transversal menor de 50 mm^2, si es que se utilizan conductores simples. El límite de 50 mm^2 se relaciona con las fuerzas mecánicas aplicadas a la bandeja en condiciones de falla; y

(d) Sólo se instale en áreas de establecimientos industriales donde existan personas calificadas que dan servicio técnico y mantenimiento al sistema.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2208. Cuando las bandejas para cables sean conectadas a otros tipos de métodos de alambrado, se requiere que la transición y conexión sea tal que los cables o conductores no estén expuestos a daños mecánicos. El objetivo es que se mantenga el enlace equipotencial de los equipos eléctricos, independiente del tipo de método de alambrado elegido para la conexión.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2210. Si es que la bandeja para cables no está enlazada equipotencialmente a tierra a través de los soportes de metal y los armazones metálicos estructurales de la edificación, se requiere que el conductor de enlace equipotencial sea enlazado a la bandeja para cables metálica a intervalos que no excedan de 15 m . El tamaño del conductor de enlace equipotencial estará basado en la Tabla 16 y en la máxima capacidad nominal o ajuste del dispositivo de sobrecorriente que protege a los circuitos en la bandeja para cables.

Sustento de la Regla 070-2212. Las bandejas para cables algunas veces son consideradas como un tipo de dispositivo de soporte para conductores y cables que no es un método de alambrado en canalización. En ningún caso, la manera y configuración de cómo los conductores han sido soportados en la bandeja determinan su capacidad de corriente. Las capacidades de corrientes permisibles pueden variar de 100% a 50%, según la disposición del conductor.

Propósito de la Regla 070-2212(1). Cuando se utilicen bandejas para cables del tipo ventiladas y del tipo escalerilla y cuando se mantenga un espacio entre los conductores unipolares y los cables a más del 200% del diámetro equivalente total (4 veces el diámetro del conductor unipolar o 2 veces el diámetro del cable), se debe usar las capacidades de corriente de la Tabla 1. No es necesario una reducción adicional, excepto para el ajuste de temperaturas ambiente de acuerdo con la Tabla 5A. Si es que se tienen varios circuitos, se debe considerar el factor de corrección de la Tabla 5C de acuerdo al número de circuitos.

Ejemplo:

Suponga que seis circuitos monofásicos con cables bifilares de 70 mm^2, con aislamiento de PVC, se encuentran espaciados a más del 200% del diámetro equivalente en una bandeja perforada, a una temperatura ambiente de 40 ºC .

Capacidad de corriente = 232 A (Tabla 1) x 0,87 (Tabla 5A) = 201,8 A

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-2212(2). En las bandejas del tipo ventilado y del tipo escalerilla donde el espacio de aire no es mayor al 200% del diámetro equivalente de los conductores del circuito, la capacidad de corriente permisible será determinada a partir de la Tabla 1 como se indica en la Subregla (1) y multiplicada por los factores de corrección mostrados en la Tablas 5C de acuerdo a la cantidad de circuito con cables unipolares o cables implicados.

Ejemplo:

Suponga seis circuitos bifilares, con cables bifilares con aislamiento de PVC, de sección transversal de 70 mm^2 . El espaciado en la bandeja perforada se mantiene a menos de 100% del diámetro del cable y a una temperatura ambiente de 30 ºC .

Capacidad de corriente = 232 A (Tabla 1) x 0,73 (Tabla 5C) = 176,3 A

Propósito de la Regla 070-2212(3). Cuando las bandejas se ubican en ambientes con temperatura mayor a los 30°C, de debe aplicar los factores correspondientes de la Tabla 5A.

Ejemplo:

Suponga seis circuitos bifilares, con cables bifilares con aislamiento de PVC, de sección transversal de 70 mm^2 . El espaciado en la bandeja perforada se mantiene a menos de 100% del diámetro del cable y a una temperatura ambiente de 40 ºC .

Capacidad de corriente = 232 A (Tabla 1)x0,73 (Tabla 5C)x0,87 (Tabla 5A) = 147,3 A

Sistemas de Alambrado Prefabricados

Sustento/Información Básica de la Regla 070-2500. Un sistema de alambrado prefabricado es un sistema de alambrado modular que puede ser utilizado para alimentar alumbrados, postes de energía eléctrica y salidas de tabiques de plena altura, que contiene piezas sueltas que son montadas por un fabricante y no puede ser inspeccionado en el lugar de la instalación sin que se dañe o destruya el sistema de alambrado prefabricado. Las piezas sueltas son componentes de interconexión que conectan rápidamente los sistemas de alambrado prefabricado al elemento que va a ser energizado (por ejemplo, bajadas de circuitos de potencia a salidas de traspaso, y conexión rápida a los postes de acometida).

El juego de cables conduce energía desde el empalme de distribución hacia otros componentes del sistema de alambrado prefabricado y entre los componentes del sistema. El juego de cables puede tener un enchufe en ambos extremos, estar codificado de acuerdo con las instrucciones del fabricante a fin de mantener la polaridad correcta de las partes conectadas y una apropiada interconexión de sus partes. El juego de cables tiene cables del tipo metalizado y está disponible tanto en tramos estándares como en no estándares (según la aplicación). El juego de cables

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

con conductores dispuestos en la de cerdo en un extremo sólo está disponible para la conexión a algunos tipos de equipos eléctricos cuando lo necesiten. Los conductores para alambrado en campo están codificados con colores de acuerdo con las Reglas del Código.

Propósito de la Regla 070-2500. Se debe instalar un sistema de alambrado prefabricado en un lugar seco accesible, y se permite su extensión dentro de paredes para la conexión de interruptores y salidas. Cuando los sistemas de alambrado prefabricados son aprobados para su instalación, en espacios para ir al aire libre, se requiere que la instalación cumpla con los requerimientos de la Regla 070-010.

Sustento y Propósito de la Regla 070-2502. Los requerimientos de instalación para los sistemas de alambrado fabricados deben ser los mismos que para las instalaciones de cables blindados (véanse las Reglas 070-602 a 070-618).

Instalaciones de Cajas, Gabinetes, Salidas y Accesorios de Terminales

Sustento/Información Básica de la Regla 070-3000. Cuando se realiza la disposición de cualquier instalación eléctrica es importante que haya un límite de número de salidas, ya sea que la carga conectada se conozca o no, en un circuito derivado bifilar. Ya que las personas que realizan la disposición no pueden conocer la capacidad nominal de algunas salidas, para calcular la carga del circuito derivado, debe ser necesario una capacidad nominal aproximada para cada salida. Esta información es necesaria para evitar desconexiones incómodas del dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado.

Una salida es cualquier punto de una instalación de alambrado eléctrico de donde se toma la corriente para alimentar equipos de utilización eléctrica tales como luminarias, artefactos electrodomésticos u otros equipos eléctricos accionados con corriente; se debe incluir a los tomacorrientes en la cuenta, ya que éstos son considerados como salidas para los fines de esta regla.

Propósito de la Regla 070-3000(1). Cuando no se pueda determinar la carga en una salida durante el diseño de un circuito derivado bifiliar, se requiere que el circuito no contenga más de 12 salidas, salvo que otras reglas lo permitan (por ejemplo, la Subregla (3)).

Propósito de la Regla 070-3000(2). Si durante el diseño de la distribución de alambrado, se requiere considerar a una salida, ésta debe tener como mínimo una capacidad nominal de 1 A . En la Subregla (3) se da una excepción a esta capacidad nominal.

Propósito de la Regla 070-3000(3). Cuando la carga conectada a una salida sea conocida, y sea básicamente fija debido a la característica de la salida o uso previsto, Se permite que el número de salidas exceda de 12, siempre que la carga total no exceda del 80% de la capacidad nominal de los dispositivos de sobrecorriente.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ejemplo:

¿Cuántas salidas que contengan una lámpara de base mediana incandescente de 60 watts se puede instalar en un circuito derivado de 15 A, 220 V?

1) Carga conectada en amperes por salida
   Watts/volts = 60/220 = 0,27 A
2) El 80% de la capacidad nominal de los dispositivos de sobrecorriente (Regla 070-3000(3)).
   Dispositivo de sobrecorriente x 80% = 15 x 0,8 = 12 A
3) Número máximo de salidas tolerables en el circuito.
   Paso 1 / paso 2 = 12/ 0,27 = 44 salidas.

Propósito de la Regla 070-3000(4). Para los montajes de múltiples salidas se requiere que cada tramo de 1,5 m, o fracción del mismo, sea considerado como una salida en cada circuito derivado. Cuando los artefactos electrodomésticos sean conectados y montados para ser utilizados simultáneamente, se requiere que cada tramo de 300 mm, o fracción del mismo, sea considerado como una salida (véase la Regla 070-3030 para los requerimientos de instalación de montajes de múltiples salidas).

Ejemplo 1:

¿Cuántos montajes de múltiples salidas de 4 m pueden ser instalados en un circuito derivado de 15 A, 220 v?

1) Número de salidas por montaje de múltiples salidas.
   Tramo del montaje / 1,5 m = 4 m / 1,5 m = 2,7 o 3 salidas
2) Número de montajes por circuito derivado.
   Máximas salidas por circuito / salidas por montaje = 12 / 3 = 4 montajes por circuito derivado.

Ejemplo 2:

Si se fuera a utilizar un montaje de múltiples salidas de 2 m para alimentar artefactos electrodomésticos ¿cuántos montajes pueden ser instalados en un circuito derivado de 15 A, 220 V?

1) Determine el número de salidas por montaje de múltiples salidas.
   Tramo del montaje / 300 = 2 000 mm / 300 mm = 6,7 o 7 salidas
2) Calcule el número de montajes por circuito derivado.
   Máximas salidas por circuito / salidas por montaje = 12 / 7 = 1,7 o 1 montaje por circuito derivado.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3002(1). Se requiere instalar una caja o dispositivo equivalente en cada salida, interruptor, tomacorriente o punto de empalme, para cubrir los conductores, para todas las instalaciones de alambrado eléctrico a

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

excepción de los métodos de alambrado a la vista. Existen cajas de diversos diseños y tamaños disponibles para ser utilizadas, según el método de alambrado y el número de conductores implicados. Las cajas pueden ser de metal o material no metálico. Las cajas proporcionan medios de montaje para interruptores, tomacorrientes y luminarias y un recinto de protección para las conexiones de los conductores. Se puede considerar como dispositivo equivalente a un gabinete, junta o caja de paso (véase la Regla 070-3038 para tamaños aceptables de cajas de acceso).

Sustento y Propósito de la Regla 070-3002(2). A fin de asegurar que el circuito de enlace equipotencial no sea interrumpido, se requiere utilizar sólo cajas metálicas en los métodos de alambrado conformados por canalizaciones metálicas, cables blindados o cables con chaqueta metálica. Una excepción permite el uso de cajas no metálicas si es que las cajas están provistas de conexiones de enlace equipotencial entre todas las aberturas de entrada para los conductores.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3002(3). A fin de prevenir contactos con los conductores o conexiones de una caja, se requiere que la caja sea cerrada con una cubierta, placa o campana para artefactos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3002(4). Un conductor libre es un tramo de conductor que se encuentra fuera del límite de la chaqueta del cable o conducto. Se requiere dejar una distancia mínima de 150 mm de conductor libre en cada caja con fines de empalme o para hacer conexiones de luminarias o equipos/dispositivos eléctricos. Si los conductores han sido conectados en bucle a través de la caja sin juntas ni empalmes, no debe ser necesario dejar el tramo de 150 mm de conductor libre.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3002(5). Si es que el equipo eléctrico tiene su propia caja de terminales, tales como aquellas provistas con los motores, o su propia caja de conexiones, tal como aquella de un recinto de protección de un equipo, se puede omitir los requerimientos de la Subregla (1) para el uso de una caja. Se permite la omisión de cajas cuando los conductores están conectados en una canalización según las disposiciones de la Regla 070-910 (por ejemplo, canalizaciones superficiales, Regla 070-610; ductos de barras, Regla 070-2000; ductos de alambres, Regla 070-2106, y bandejas para cables, Regla 2206).

Propósito de la Regla 070-3004. Se requiere instalar placas de cubierta sobre cada caja de salida montada al mismo nivel o sobre la superficie, a fin de prevenir el acceso a las partes vivas. El tipo de cubierta debe adaptarse al uso de la caja. Por ejemplo, las cajas de dispositivos deben estar cubiertas con placas adecuadas para interruptores o tomacorrientes y las cajas de empalme con placas de cubierta apropiadas. La tapa ornamental de un artefacto de alumbrado es aceptable como cubierta de caja.

Consideraciones de Campo de la Regla 070-3004. Las cubiertas para cajas montadas al mismo nivel tienen sus esquinas afiladas las cuales si son instaladas en una caja superficial pueden cortar fácilmente a una persona que roce contra dicha esquina. Asimismo, se rompen muy fácilmente si es que no son de metal. La cubierta de una caja superficial encaja holgadamente sobre el borde de la caja, formando un recinto hermético.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3006. Cuando los conductores se extiendan a partir de los extremos de un conducto, los cables blindados o con chaqueta no

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

metálica, o las canalizaciones superficiales para conectarse a un alambrado a la vista o para alimentar aparatos electrodomésticos, Se permite el uso de accesorios de salida o accesorios de terminales en lugar de un caja, tal como lo requiere la Regla 070-3002. El objetivo es que los conductores corran dentro del accesorio sin empalmes, derivaciones o juntas. Se requiere que el accesorio proporcione una agujero revestido separado para cada conductor y que no sea utilizado en salidas para artefactos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3008. Cuando los conductores salgan de un conducto, como en la parte posterior de un tablero, o cuando más de ocho conductores salgan de un conducto, como en un panel de control o pieza similar de equipos eléctricos, Se permite el uso de un manguito aislado, para que proteja a los conductores contra la abrasión, en lugar de una caja tal como lo requiere la Regla 070-3002.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3010(1). Cuando se utilicen cajas en salidas de cielo rasos de construcción de losa de concreto, se requiere que los agujeros ciegos, sean espaciados, sobre el borde libre o inferior de la caja, por una distancia de por lo menos dos veces el diámetro de las barras de refuerzo de acero, a fin de prevenir que el conducto sea doblado.

Propósito de la Regla 070-3010(2). Se requiere que las cajas seccionales no sean empotradas en construcciones de concreto o mampostería. Las cajas seccionales tienen placas laterales removibles y no están diseñadas para ser cubiertas con concreto.

Propósito de la Regla 070-3010(3). A fin de prevenir una acción galvánica (véase la Regla 070-936(1) se requiere que las cajas elaboradas total o parcialmente con aluminio no sean empotradas en concreto que contenga acero reforzado, a menos que

(a) el concreto no contenga aditivos de cloruro; o

(b) la caja haya sido tratada con una pintura de base bituminosa u otros medios a fin de prevenir corrosiones galvánicas.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3012(1). Se requiere que las cajas y accesorios sean firmemente asegurados a los montantes, vigas o unidades estructurales similares. Las cajas pueden ser aseguradas utilizando soportes de montaje o placas de madera o sosteniéndolas de manera segura con concreto o mampostería. Los listones de madera, metal, o combinados no son considerados unidades estructurales fijas.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3012(2). (Véase la Figura 070-3012). Cuando se utilicen cajas seccionales acopladas en tándem, se requiere que éstas sean aseguradas de manera rígida a soportes de metal o a tableros de madera de un espesor mínimo de 19 mm . En tándem se refiere al número de dispositivos de alambrado del tipo estándar que una caja puede alojar. Por ejemplo, un caja de 3 tándems puede albergar tres dispositivos de alambrado del tipo estándar.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3012(3). Las cajas con una dimensión mayor de 100 mm deben ser aseguradas por lo menos por dos lados o sean soportadas tal como se indica en la Subregla (2) utilizando soportes de metal o tableros de madera de por lo menos un espesor de 19 mm .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-3012(4). Se debe proporcionar un soporte adicional a las cajas instaladas en los montantes de metal, a fin de prevenir cualquier movimiento ya sea durante o después de la instalación de una pared seca.

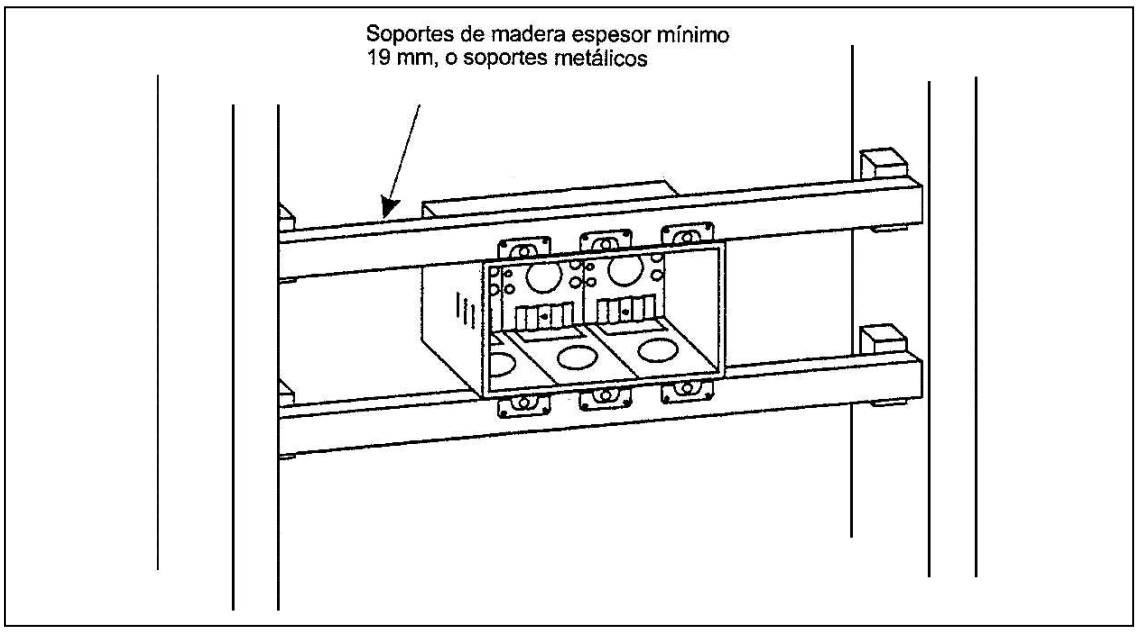


Figura 070-3012
Soporte de Cajas de Salida Agrupables

Sustento y Propósito de la Regla 070-3012(5). Cuando se utilicen clavos o tornillos para instalar una caja, se requiere que éstos no atraviesen el interior de la caja, a menos que los clavos o tornillos sean ubicados de tal manera que no estén a más de 6,4 mm de la parte posterior o extremo de la caja y no interfieran con los conductores o conectores.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3012(6). No se aplican los requerimientos de esta regla cuando las cajas de salida son instaladas después que las unidades estructurales (por ejemplo, montantes, vigas, etc.) se oculten (véase la Regla 070-3020 respecto a los requerimientos de soporte).

Sustento y Propósito de la Regla 070-3014(1). Se requiere que las cajas, gabinetes o accesorios sean fijados de manera segura en su lugar, es decir, sostenidos en su lugar empotrándolos en concreto o mampostería o sean aseguradas en forma rígida a otros miembros estructurales, por ejemplo, montantes o vigas (véase la Regla 070-3012).

Propósito de la Regla 070-3014(2). Se requiere que las cajas y accesorios que tengan un volumen menor de 1 638,7 cm^3 sean consideradas seguramente fijas en el lugar cuando sean enroscadas a una canalización expuesta o mediante otros medios igualmente resistentes, es decir, una conexión que soporte firmemente la caja o accesorio. Las conexiones de contratuerca y manguito no son consideradas adecuadas para este fin.

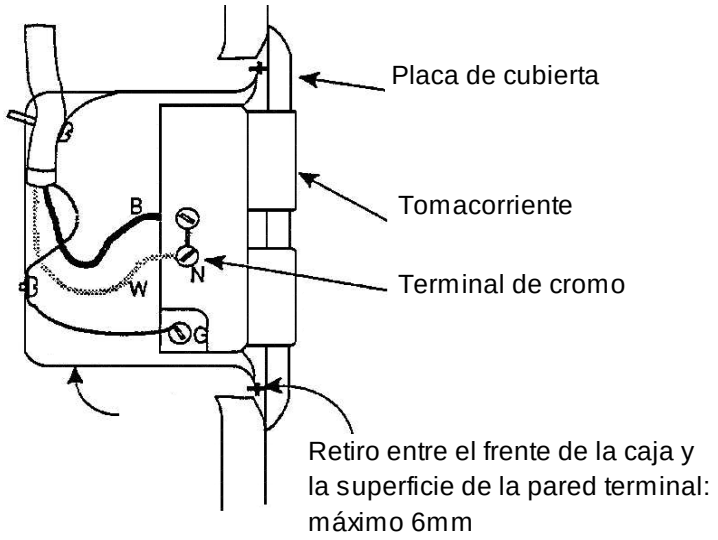
Sustento y Propósito de la Regla 070-3016(1). Se requiere que todas las cajas, gabinetes y canales sean instalados de tal manera que las conexiones a los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

conductores y cables cubiertos sean accesibles sin tener que retirar partes de la estructura de la edificación.

Propósito de la Regla 070-3016(2). Se considera adecuado proporcionar un espacio vertical de 900 mm para un fácil acceso.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3018(1). (Véase la Figura 070-3018). Los bordes frontales de las cajas, gabinetes y accesorios instalados en construcciones incombustibles deben ser ubicados a no más de 6 mm detrás de la superficie terminada. Cuando se instalen en construcciones combustibles, los bordes frontales deben ubicarse al mismo nivel de la superficie terminada o proyectada hacia fuera de la misma.



Nota.- *Los vacios alrededor de los bordes frontales de la caja, en superficie de yeso o cemento , deben rellenarse.*

Figura 070-3018
Instalación de Cajas al Ras

Propósito de la Regla 070-3018(2). Se debe rellenar cualquier brecha o espacios abiertos de superficies de yeso, alrededor de los bordes frontales de las cajas, gabinetes o accesorios y de paredes o cielo rasos, de modo que la caja, gabinete o accesorio queden completamente cubiertos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3020. Cuando se instalen cajas como complemento de instalaciones eléctricas existentes y no puedan asegurarse tal como lo requiere la Regla 070-3012, Se permite que sean montadas directamente sobre la superficie de yeso o cemento, siempre que sean fijadas de manera segura en el lugar. Se han desarrollado cajas y sujetadores especialmente diseñados para ayudar a asegurar las cajas de salida en estos casos.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3022. Cuando se instalen cajas, gabinetes o accesorios en lugares húmedos, se requiere que sean ubicados o construidos de tal manera que prevengan la entrada o acumulación de humedad. Un lugar húmedo es un

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

lugar interior o exterior donde puede ocurrir una condensación de humedad. Otros lugares húmedos pueden ser áreas parcialmente protegidas, tales como toldos, marquesinas o pórticos abiertos cubiertos con techo.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3024(2). Cuando los conductores, instalados mediante un método de alambrado a la vista, ingresan a una caja, gabinete o accesorio, se requiere que sean protegidos contra daños utilizando manguitos, tuberías o canalizaciones aislados. Cuando se utilice un manguito o tubería aislados, se requiere que sean asegurados firmemente en la abertura a fin de evitar cualquier esfuerzo o tensión sobre el conductor.

Propósito de la Regla 070-3024(3). (Véanse las Figuras 070-3024(3)-1 y 070-3024(3)-2. Cuando un cable con chaqueta no metálica ingrese a una caja, gabinete o accesorio, se permite el uso de un conector de caja diseñado para ser utilizado con el cable o una grapa diseñada como parte integral de la caja, gabinete o accesorio para asegurar el cable en su posición y prevenir daños a los conductores y sus chaquetas.

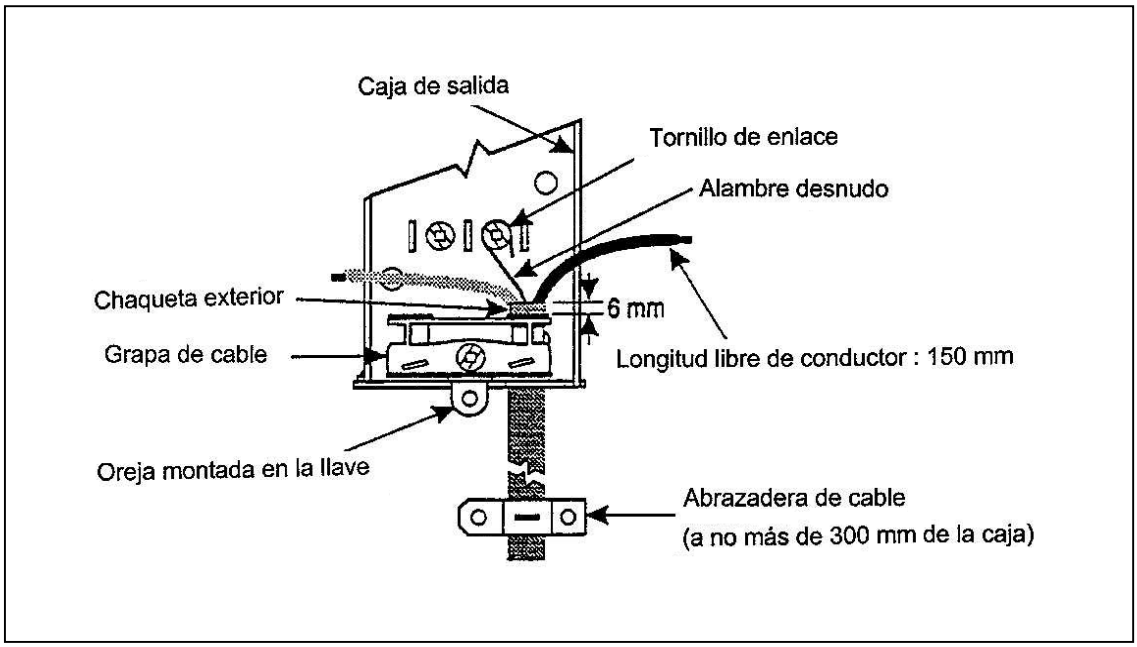


Figura 070-3024 (3)-1
Método para Conexión de Cable con Caja de Salida

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

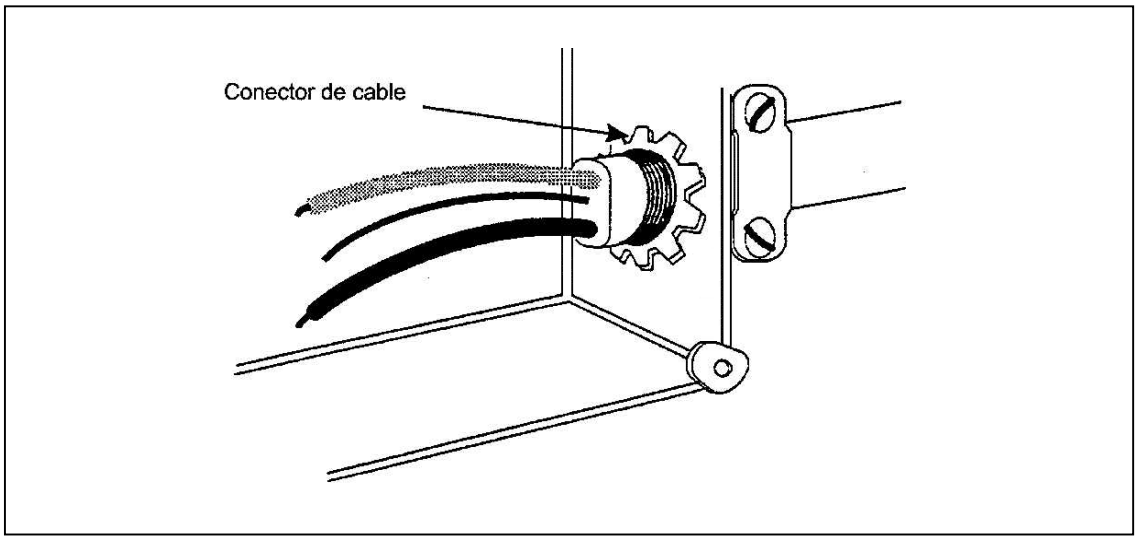


Figura 070-3024 (3)-2
Método para Conexión de Cable con Caja de Salida

Propósito de la Regla 070-3024(6). (Véase la Figura 070-3024(6)). Cuando métodos de alambrado tales como conductos metálicos flexibles herméticos a líquidos, conducto flexible, cables blindados o cables con chaqueta metálica que cuenten con una cubierta no metálica ingresen a una caja, gabinete o accesorio, se requiere que el conector de caja asegure el mantenimiento de la continuidad eléctrica sin dañar la cubierta de chaqueta no metálica. Si el punto de conexión se encuentra en un lugar seco libre de atmósferas corrosivas, la cubierta de chaqueta no metálica puede ser retirada, a fin de proporcionar continuidad.

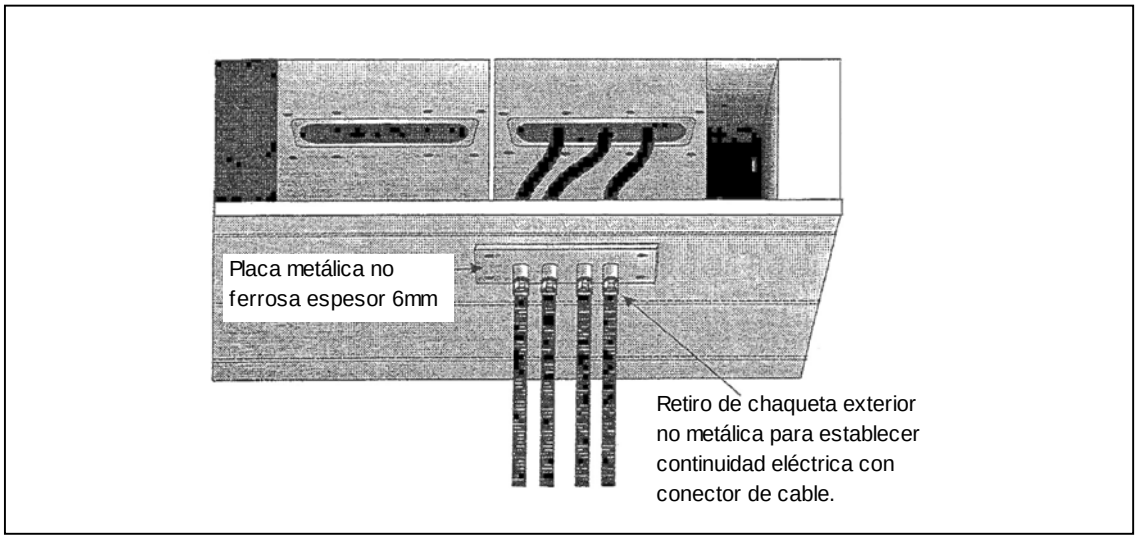


Figura 070-3024 (6)
Continuidad Eléctrica de Conector de Caja

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 070-3024(8). (Véase la Figura 070-3024(8)-1 y 070-3024(8)-2. Se requiere tomar las siguientes precauciones a fin de reducir el recalentamiento del metal cuando se ejecuten las terminaciones de cables monofilares o conductores;

(a) utilizar conectores de caja no metálicos o no ferrosos, contratuercas y manguitos;

(b) utilizar una placa aislante o metálica no ferrosa por lo menos con un espesor de 6 mm suficiente como para permitir que todos los conductores del circuito atraviesen por aberturas individuales; y

(c) cortar una ranura en el metal entre los agujeros individuales a través de la cual pasen los conductores individuales.

Consideraciones de Campo de la Regla 070-3024(8). A pesar de que el ítem (c) se sugiere en el Anexo B, se debe tener cuidado, ya que esto tiende a aflojar las paredes del recinto de protección dando como resultado una distorsión severa de la pared del recinto cuando están implicados cables grandes.

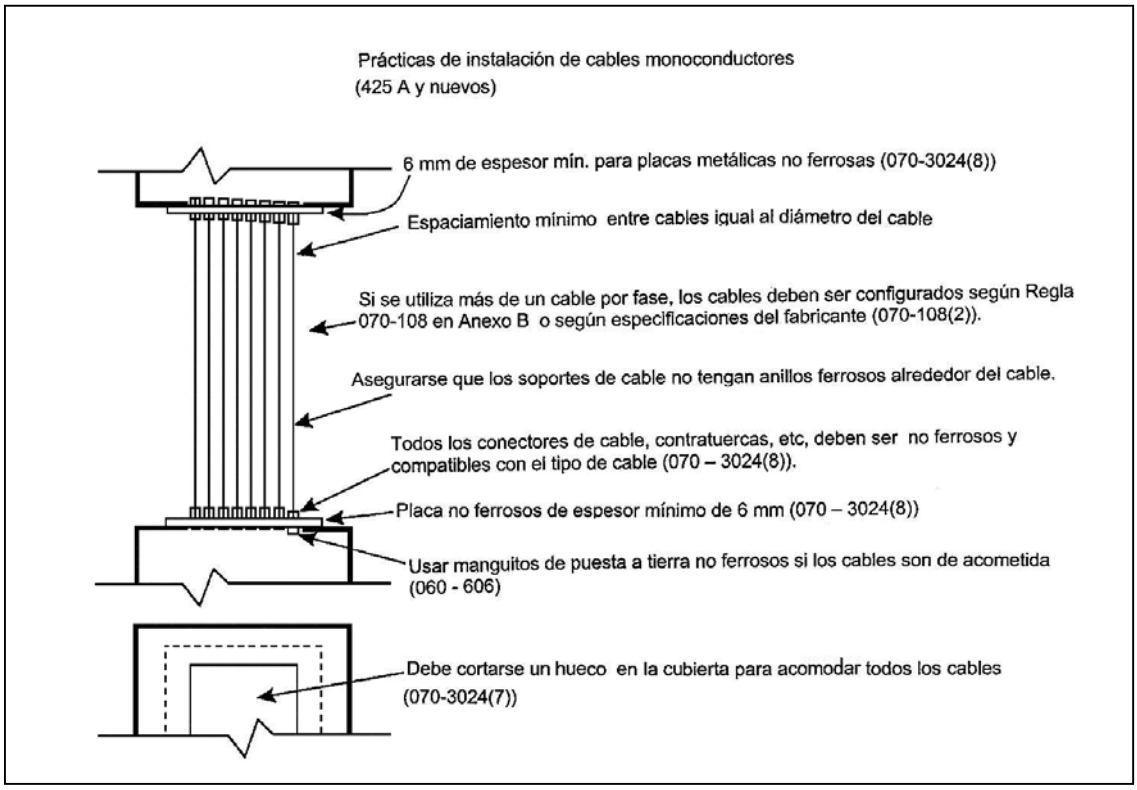


Figura 070-3024 (8)-1
Instalación Típica de Cables Unipolares con Chaqueta Metálica (426 A o menos)

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

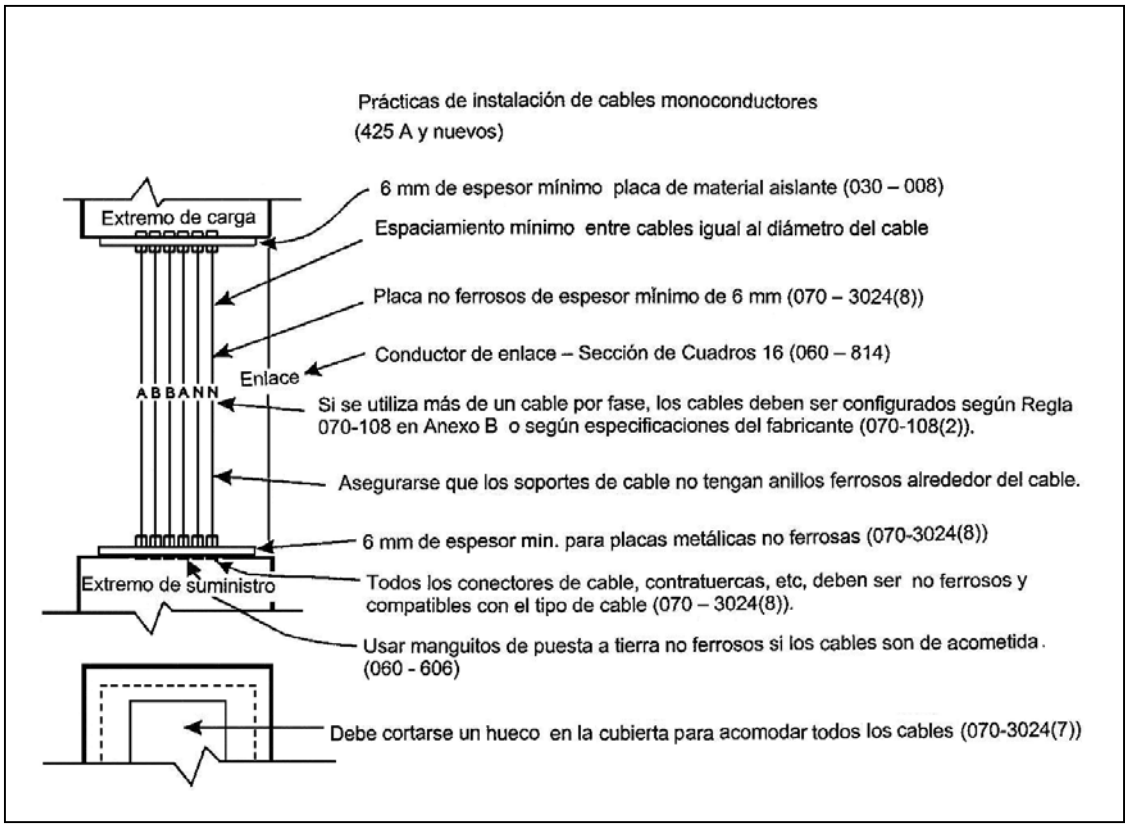


Figura 070-3024 (8)-2
Instalación Típica de Cables Unipolares con Chaqueta Metálica (425 A o más)

Sustento de la Regla 070-3030. Un montaje de múltiples salidas es una canalización no metálica o metálica montada sobre la superficie o al nivel de la misma diseñado para alojar conductores y tomacorrientes. Existen dos tipos de montajes: en uno, el tomacorriente está incorporado a intervalos fijos a lo largo de la canalización y en el otro, los tomacorrientes pueden ser reubicados o espaciados como se desee a lo largo de la canalización. Los montajes son previstos para conexiones de energía permanente; no están diseñados para conexiones de cordones. Los cálculos de carga para los montajes de salidas múltiples se realizan de acuerdo con la Regla 070-3000(4).

Propósito de la Regla 070-3030(1). Se requiere que los montajes de múltiples salidas sean instalados sólo en lugares secos y sean utilizados sólo como extensiones de sistemas de alambrado existentes (véase canalizaciones superficiales, Regla 070-1600). El montaje no está previsto para reemplazar los requerimientos para los tomacorrientes especificados en la Regla 150-702(5)(b).

Propósito de la Regla 070-3030(2). Este tipo de montaje de múltiples salidas no debe ser instalado en baños, cocinas u otros lugares donde el montaje pueda estar expuesto a daños mecánicos.

Propósito de la Regla 070-3030(3). Se permite que los montajes de múltiples salidas sean tendidos a través, pero no dentro, de tabiques secos, siempre que:

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(a) no se encuentre instalado ninguna salida dentro del tabique;

(b) no impida el retiro de casquillos o cubiertas, necesario para un montaje adecuado; y

(c) el montaje sea de metal; si el montaje es de material no metálico, debe de ser cubierto por un recinto metálico o no combustible para su protección contra materiales inflamables.

Propósito de la Regla 070-3030(4). Se requiere que los montajes sean instalados sólo en lugares expuestos y no estén ocultos dentro de la estructura de la edificación. Sin embargo, el montaje puede ser instalado:

(a) en yeso, siempre que la parte posterior y lateral sean de metal y el yeso sea aplicado luego de que el montaje haya sido ubicado en el lugar; o

(b) en huecos de construcciones terminadas (la parte posterior y lateral de los montajes no metálicos pueden ser colocados en estos huecos). Los montajes metálicos y no metálicos pueden ser empotrados en un tablero de base u otro contramarco de madera, siempre que no estén expuestos a daños mecánicos, de acuerdo con la Subregla (2).

Sustento y Propósito de la Regla 070-3032. Se requiere prevenir una condición en la cual se crucen conductores de una fuente de alimentación con conductores de una fuente diferente y apliquen otra tensión al circuito, cuando éstos sean instalados en la misma caja, gabinete o accesorio. Se permite que los conductores de fuentes de energía diferentes sean alojados en la misma caja, gabinete o accesorio si es que son separados con una barrera de 1,3 mm; o los conductores sean utilizados para el suministro y/o control de dispositivos remotos y sean aislados para la máxima tensión en el recinto de protección (los conductores de baja tensión no pueden ser conectados a un circuito derivado de alumbrado); o sean utilizados para el suministro de un interruptor de dos direcciones en sistemas de alumbrado de emergencia.

Sustento y Propósito de la Regla 070-3034(1). Se requiere que los recintos de protección para los dispositivos de sobrecorriente, controladores o interruptores operados externamente no sean utilizados como cajas de empalme, canales de alambrado canalizaciones para conductores que alimentan a otros aparatos. Por lo general, el espacio de alambrado dentro de estos dispositivos es suficientemente grande como para alojar sólo a los conductores de alimentación y carga. La alimentación a otros aparatos normalmente puede evitarse utilizando ductos de alambres o canales auxiliares.

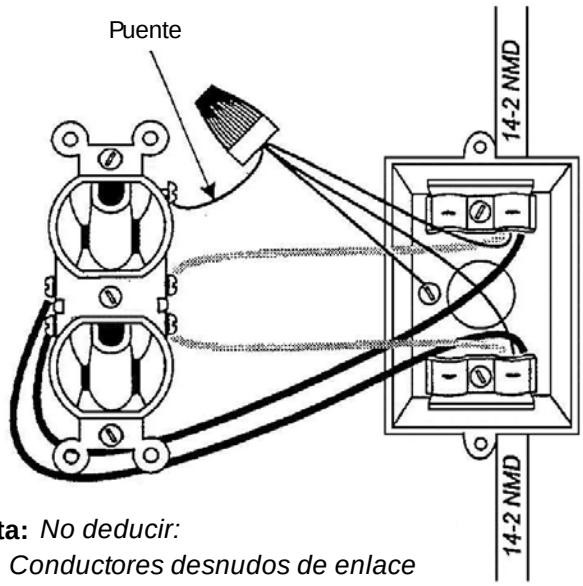
Propósitos para la Regla 070-3034(2). Cuando un recinto sea alimentado con conexiones terminales que proporcionen medios de fijación individual para cada conductor, Se permite que un alimentador simple que suministre a otro recinto de protección sea derivado de éste. Con fines de mantenimiento e inspección, se requiere que cada medio de fijación sea accesible. Asimismo, se requiere proporcionar un espacio adecuado en el recinto de protección para conformar los conductores, prevenir esfuerzos indebidos en las terminaciones y mantener distancias de seguridad necesarias.

Propósito de la Regla 070-3034(3). A fin de prevenir flexiones o esfuerzos indebidos en las terminaciones, se requiere que los conductores ingresen a los recintos de protección tan cerca como sea posible de los accesorios terminales.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-3036(1). Se requiere que una caja sea de un tamaño suficiente como para proporcionar espacio libre a los conductores aislados que deben ser alojados en ella. El tamaño de la caja se determina por el número y dimensión de los conductores aislados que deben ser alojados.

Propósito de la Regla 070-3036(2). (Véase la Figura 070-3036). Se requiere que las cajas con las dimensiones que se muestran en la Tabla 23 sean limitadas a un número de conductores aislados de un tamaño determinado indicado en la última columna. El espacio utilizable de la caja está sujeto a limitaciones de la Subregla (1) y a las reducciones de la Subregla (3) para los dispositivos montados al mismo nivel que tengan una profundidad mayor de 2,5 mm . El número de conductores permitidos por la Tabla 23 debe ser reducido en uno si es que la caja contiene uno o más porta-artefactos y un conductor para cada par de conectores de alambre aislados. No se hace ninguna reducción para un conector; se hace una reducción de un conductor para dos o tres conectores y una reducción de dos conductores para cuatro o cinco conectores. Se hace una reducción de dos conductores si es que la caja contiene uno o más dispositivos montados al mismo nivel en una sola conexión.



Cantidad de conductores para dimensionar la caja:
4 de 2,5 mm² que entran a la caja
2 no puestos a tierra del tomacorriente doble
Total 6 conductores de 2,5 mm²

Tamaño de la caja según Tabla 23

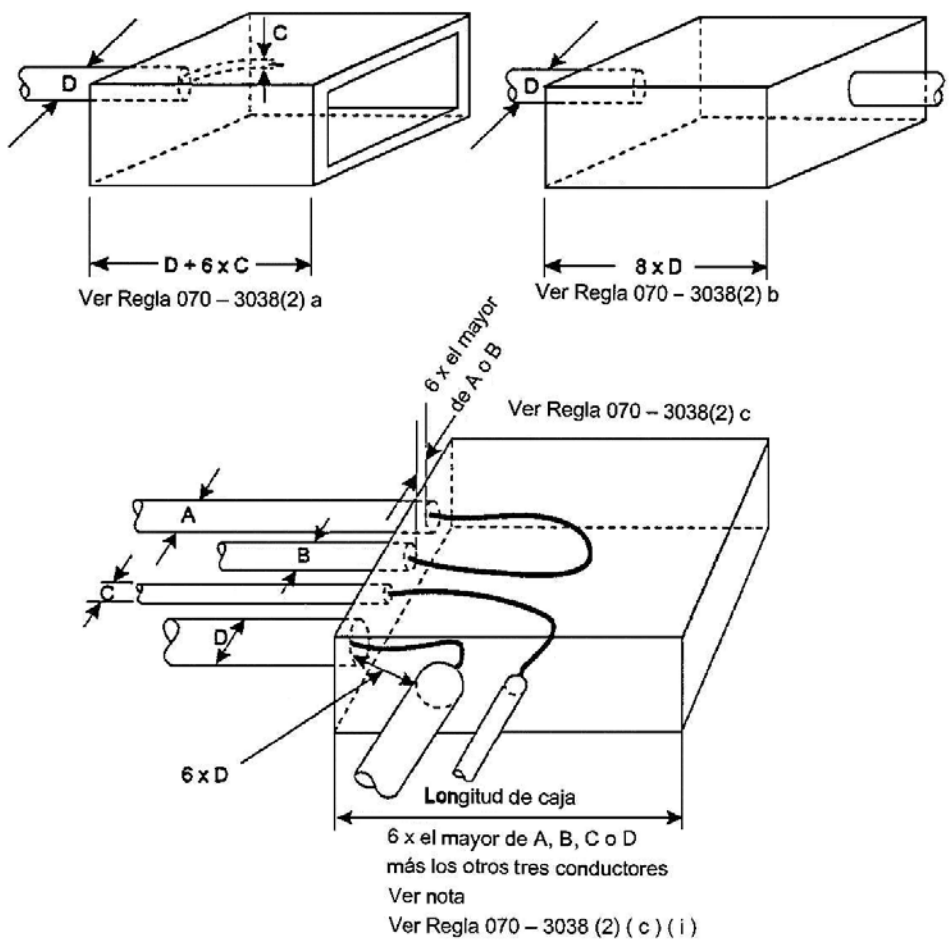
Nota: *No deducir:*
(a) Conductores desnudos de enlace
(b) Puente de enlace
(c) Un conector de alambre
(d) Grapas incorporadas

Figura 070-3036
Llenado Típico de una Caja de Conductores

Propósito de la Regla 070-3036(6). Cuando las cajas seccionales sean montadas en conjunto y cuando se utilicen anillos de yeso, anillos de extensión o cubiertas elevadas, se requiere que el espacio utilizable de la caja sea calculado sumando el total del volumen de la caja, o el volumen en conjunto, con el volumen de los anillos y cubiertas. Los anillos y cubiertas están especificados para los volúmenes permisibles.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 070-3038. (Véase la Figura 070-3038). Cuando se calcula el tamaño de una caja con fines de tracción o unión, se requiere que el diámetro del cable sea equivalente al tamaño comercial de la canalización que debe contener el mismo tamaño y número de conductores en el cable. Por ejemplo, un cable trifilar RHW-2, 600 V, sin cubierta, con una sección transversal de 25 mm^2 puede ser equivalente a una canalización de tamaño comercial de 35 mm (véase la Tabla 6).



Nota: *Si los tubos tienen dimensiones comerciales de: C = 50 mm; B = 65mm A = 75 mm y D = 75 mm la longitud de la caja no debe ser menor que (6x75) + (75+65+50) = 640 mm*

La distancia entre los tubos A y B = 450 mm

Figura 070-3038
Dimensiones de Caja de Tiro de Empalme (Dimensiones Comerciales)

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCION 080

PROTECCION Y CONTROL

Alcance

Sustento de la Regla 080-000. Esta regla delinea el alcance de esta Sección.

Propósito de la Regla 080-000. Las reglas de esta Sección contienen requerimientos para la protección de circuitos eléctricos, aparatos y del personal; de los peligros de sobrecargas y sobrecorrientes, incluye también a los circuitos y aparatos instalados de acuerdo a los requerimientos de otras Secciones, a menos que mas adelante se hagan las correcciones correspondientes. También contiene requerimientos que puedan permitir la seguridad y control apropiados de circuitos y aparatos eléctricos.

Esta Sección se aplica a todas las tensiones, excepto donde se limite específicamente.

En esta regla se señala que deben cumplirse las Normas Técnicas Peruanas correspondientes a interruptores, interruptores automáticos, tanto para la protección contra sobrecorrientes y fallas a tierras; así como las correspondientes a la seguridad de las instalaciones eléctricas en edificios.

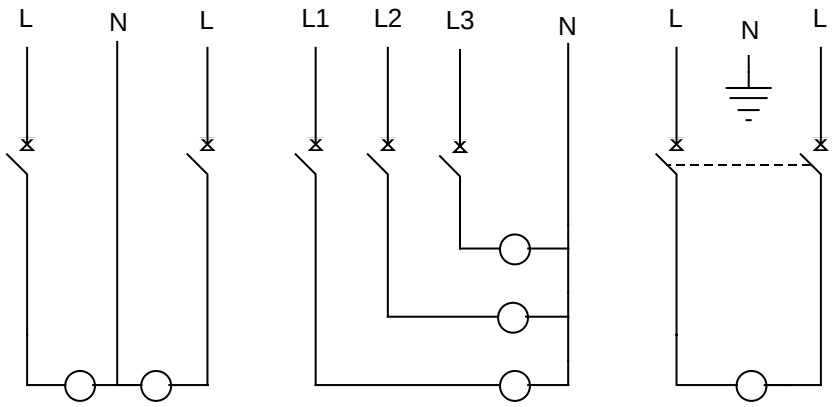
Requerimientos Generales

Sustento de la Regla 080-010. Todos los circuitos y aparatos eléctricos están sujetos a sobrecargas accidentales, corto circuitos y fallas a tierra. Los circuitos sobrecargados se recalientan y si la sobrecarga persiste, se pueden alcanzar temperaturas que puedan dañar a los componentes de los circuitos o que pueden producir fuego. Los cortocircuitos y fallas a tierra son el resultado de la degradación del aislamiento o de la falla de un dispositivo para abrir o cerrar el circuito en forma segura. Las dos fallas pueden derivarse en una descarga de arco y en riesgo de fuego o quemadura extensa del equipo eléctrico afectado. Se requieren equipos de interrupción en varios puntos de un sistema, de manera que se pueda realizar un control apropiado.

Propósito de la Regla 080-010. (Véase la Figura 080-010). Todos los aparatos eléctricos y conductores de fase (no conectados a tierra) deben ser provistos con dispositivos (usualmente fusibles o interruptores automáticos) que desenergicen al circuito en caso de que ocurra una sobrecarga o un corto circuito. Algunos circuitos también deben ser provistos con equipo eléctrico que detecte la presencia de una falla a tierra y actúe para que el circuito fallado sea desenergizado. Estos requerimientos están fundamentados en la Regla 080-102. Los dispositivos que van a abrir el circuito cuando la tensión falla y lo mantengan abierto cuando la tensión sea restaurada, deben ser provistos cuando la carga sea tal que su restauración pueda crear un peligro (ejemplo, un motor que funcione inesperadamente). Todos los aparatos eléctricos y circuitos deben ser provistos con dispositivos de control que operen manualmente, y que sean capaces de desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra en su punto de alimentación. Sin embargo, los circuitos derivados de conductores múltiples, que solamente alimentan a cargas de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

iluminación fija o tomacorrientes simples (no duplex), se permite que sean controlados por desconectadores unipolares separados, en cada uno de los conductores de fase del circuito. En este caso, las cargas sólo deben ser conectadas entre el neutro y un conductor de fase (no puesto a tierra). (Véase la Figura 080-010).



(a) Dos interruptores unipolares, se permite cuando las cargas son conectadas entre el neutro y un conductor de fase no puesto a tierra.

(b) Tres interruptores unipolares, se permite cuando las cargas son conectadas entre el neutro y un conductor de fase no puesto a tierra.

(c) Dos interruptores unipolares con los manubrios acoplados, se permite en un sistema puesto a tierra de 3 hilos.

Figura 080-010
Dispositivos de Control de Operación Manual

Sustento de la Regla 080-012. El equipo eléctrico (ejemplo, un interruptor automático encapsulado o un interruptor/fusible encapsulado) en circuitos de 1000 V o menos, puede ser peligroso y posiblemente se destruya si experimenta corrientes o tensiones de falla superiores a su capacidad nominal. Un ejemplo de esto podría ser si se usa una combinación de interruptor/fusible cuando el fusible tiene un valor nominal de interrupción a 100 kA y el interruptor a 10 kA . Si el interruptor estuviese cerrado, con una corriente de cortocircuito de 90 kA podría fallar catastróficamente.

Para evitar que ocurra esto, se debe conocer la corriente de falla que se tiene en el punto de aplicación del circuito. Los suministradores deben proveer información sobre los niveles de corriente de falla que existe en la alimentación de la acometida, pero en otros puntos aguas abajo del sistema, se debe hacer el cálculo de los mismos. Los métodos para calcular o estimar las corrientes de falla, se pueden obtener de los fabricantes de fusibles, interruptores automáticos o equipos eléctricos, o de la literatura disponible. Todo el equipo eléctrico hecho para despejar las corrientes de falla debe estar marcado o rotulado con su tensión y capacidad nominal de corriente de falla, excepto los que no tienen el propósito de eliminar las corrientes de falla. (Véase la Nota en el Anexo B).

Propósito de la Regla 080-012. Todo el equipo eléctrico que se usa para despejar las corrientes de falla, debe tener tensión y valores de interrupción que no sean menores que la tensión disponible del circuito y que el nivel de la corriente de falla en su punto de aplicación del circuito. Debe ser capaz de abrir bajo condiciones de carga total y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cerrar un circuito fallado en forma segura. Los interruptores rotulados o marcados como “interruptores de aislamiento” deben operar solamente bajo condiciones de carga y no están provistas con una capacidad nominal de interrupción con corriente de falla.

El equipo eléctrico requerido para interrumpir la corriente a niveles diferentes que los de la falla, deben tener valores nominales para la tensión del circuito y la corriente máxima a la que ésta puede ser interrumpida.

Sustento de la Regla 080-014. La Regla 080-012 requiere que un dispositivo de sobrecorriente sea capaz de interrumpir en sus terminales, la corriente de falla existente. Este requerimiento, dependiendo de la corriente de falla existente en el sistema, puede hacer que los centros de distribución (ejemplo, tableros, paneles), sean muy costosos. Las pruebas han evidenciado que en el evento de una falla grande, se van a abrir los dispositivos colocados aguas arriba como los de aguas abajo, si están apropiadamente coordinados. La corriente que deja pasar es limitada por la apertura simultánea de ambos dispositivos a un valor que puede ser eliminado en forma segura. El dispositivo de sobrecorriente colocado aguas arriba protege así al interruptor automático de más bajo valor nominal, colocado aguas abajo. El dispositivo colocado aguas arriba puede ser un interruptor automático o un fusible.

Como el dispositivo de sobrecorriente que está colocado aguas arriba puede proteger muchas cargas diferentes (ejemplo, alimentadores, tableros o paneles) y disparar simultáneamente con el interruptor automático que está colocado aguas abajo, puede dejar porciones de la edificación sin energía. Normalmente esta situación es aceptable cuando se considera que la gran mayoría de fallas son sobrecargas o descargas de arco limitadas, cuando aún la selectividad de corriente-tiempo se aplica.

Propósito de la Regla 080-014. Se permite el uso de un interruptor automático colocado aguas abajo, teniendo los valores nominales de interrupción más bajos que el nivel de falla del sistema disponible, cuando son protegidos por un dispositivo de sobrecorriente con capacidad nominal plena, colocado aguas arriba y además cuando ambos dispositivos de sobrecorriente, el de aguas arriba y el de aguas abajo se abren simultáneamente. También se señala que los dispositivos de sobrecorriente sean marcados para indicar que sólo deben ser reemplazados con componentes del mismo tipo y valor nominal.

Sustento de la Regla 080-016. En un sistema puesto a tierra, el conductor puesto a tierra (o neutro) debe ser usado para conectar el sistema eléctrico a tierra y controlar la tensión a tierra de los conductores no conectados a tierra. También está el conductor común de retorno para los circuitos de conductores múltiples y por lo tanto, no debe ser desconectado en forma inadvertida mientras que el resto de los conductores del circuito permanecen activos.

Propósito de la Regla 080-016. (Véase la Figura 080-016). Ningún dispositivo de sobrecorriente debe ser instalado en el conductor puesto a tierra, excepto bajo las siguientes circunstancias:

(a) cuando el dispositivo desconecta simultáneamente o previamente, a todos los conductores no puestos a tierra en el circuito; o

(b) en un circuito puesto a tierra de 2 conductores donde es difícil obtener una conexión a tierra confiable, el conductor puesto a tierra puede estar a un nivel de tensión respecto a tierra que puede ser una condición de riesgo o peligro; o

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(c) en un dispositivo conectado con cordón, usando un enchufe de conexión polarizado o no polarizado de 15 A, 250 V o menos, donde se coloca un dispositivo de sobrecorriente en uno de los circuitos para proteger el equipo eléctrico.

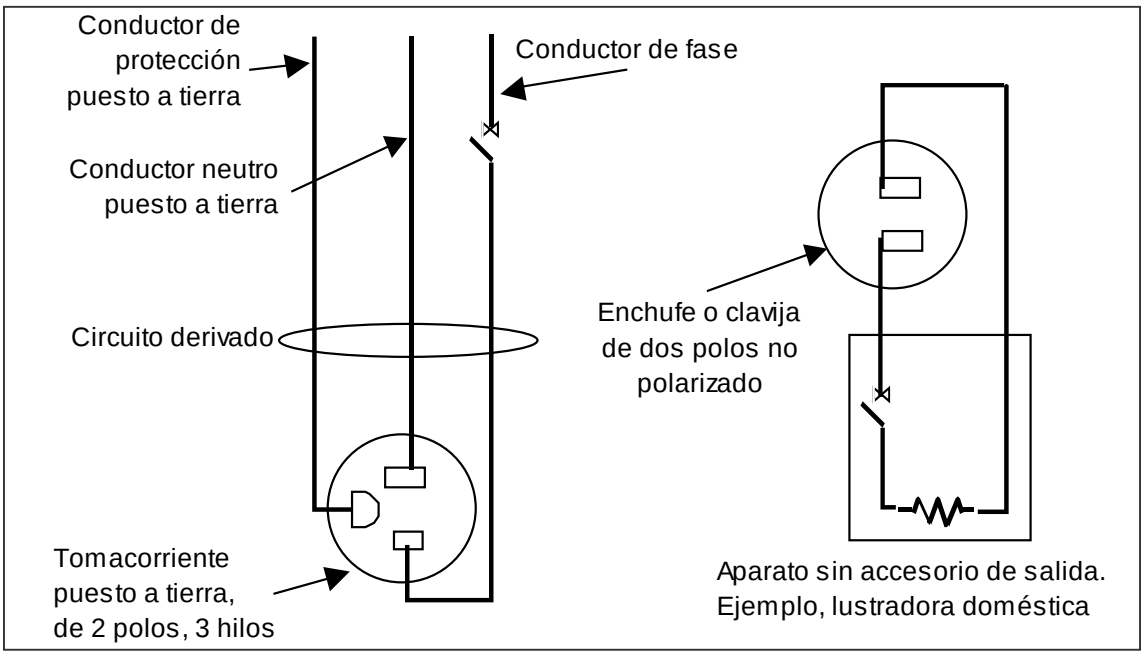


Figura 080-016
Conexión de Dispositivos de Protección Contra Sobrecorriente

Dispositivos de Protección
Generalidades

Sustento de la Regla 080-100. Normalmente la sección y capacidad de los conductores en cualquier sistema eléctrico, se reducen conforme van aguas abajo de la fuente de energía. Sin embargo, siempre deben tener la suficientemente capacidad como para transportar en forma segura la corriente requerida por la carga que alimentan. Las reducciones de sección de los conductores en los sistemas de distribución, normalmente ocurren en los tableros de distribución y paneles de distribución o en los divisores; y generalmente el dispositivo de sobrecorriente colocado aguas arriba es de demasiada capacidad para proteger al conductor de menor sección de la sobrecarga o corto circuito. La solución más simple es proveer un fusible o interruptor automático de capacidad apropiada delante del conductor de menor capacidad, pero algunas veces esto es inconveniente o excesivamente caro. La experiencia ha demostrado que dentro de las limitaciones específicas, los conductores de menor sección o derivaciones, pueden funcionar en forma segura cuando el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente que lo está protegiendo es mayor que la capacidad de corriente de la derivación.

Se debe tener cuidado de proteger a las personas y propiedades, del fuego que podría ocurrir como resultado de una sobrecarga o cortocircuito en el conductor de derivación. El daño debido a la sobrecarga es posible, pero poco probable, porque el conductor de derivación debe ser dimensionado para manejar la carga inicial y el crecimiento excesivo de la carga probablemente sea detectado por los dispositivos de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

sobrecorriente colocados aguas abajo. En efecto, es posible alimentar a un grupo de dispositivos de sobrecorriente que tienen el mismo valor nominal que el conductor del circuito derivado y por lo tanto estar completamente protegido contra la sobrecarga. La preocupación principal son los corto circuitos, que mayormente son causados por daño físico o degradación del aislamiento en el conductor de derivación o en el equipo eléctrico que alimenta. Las corrientes de corto circuito resultantes de una falla de fase a fase, generalmente van a ser lo suficientemente grandes para ser detectadas y despejadas por un dispositivo de sobrecorriente colocado aguas arriba, aún si su capacidad es considerablemente mayor que el del conductor de derivación. Le va a tomar un poco más de tiempo al dispositivo de sobrecorriente para poder reaccionar.

Sin embargo, hay un poco de riesgo inherente en los conductores de derivación sin protección, y su uso se restringe al especificar los requerimientos rígidos para la sección, longitud, protección mecánica del conductor y tipos de carga que alimenta. (Véase la Figura 080-100(d)).

Propósito de la Regla 080-100. (Véanse las Figuras 080-100(b) a 080-100(f)). Todos los conductores no puestos a tierra deben ser protegidos por los dispositivos de sobrecorriente, cuyos valores no deben ser mayores que la capacidad de corriente de los conductores. Sin embargo, se permite la capacidad reducida de corriente de los conductores de derivaciones a partir de los alimentadores, bajo las siguientes circunstancias:

(a) El conductor de derivación está protegido en forma apropiada contra las sobrecargas o cortocircuitos por el dispositivo de sobrecorriente en el conductor de mayor sección; o

(b) El conductor de derivación

- (1) alimenta solamente un dispositivo, por ejemplo, un tablero de distribución, panel de distribución, o un dispositivo de control (interruptor); y
- (2) no hay más de 3 m entre el alimentador (de mayor sección) y las terminaciones del conductor de derivación; y
- (3) la capacidad de corriente no es menor que la corriente del dispositivo que alimenta y de la carga total calculada de los circuitos que alimenta; y
- (4) va en una canalización sin ventilación, cable con armadura o cable funda metálica; o

(c) El conductor de derivación

- (1) no hay mas de 7,5 m entre el alimentador (de mayor sección) y las terminaciones del conductor de derivación; y
- (2) termina en un solo dispositivo de sobrecorriente que tiene una capacidad de corriente no mayor que la del conductor de derivación; y
- (3) su capacidad de corriente es por lo menos la tercera parte de la del conductor de mayor sección; y
- (4) está protegido contra daño mecánico por medios apropiados; o

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Método para Determinar la Capacidad de Corriente del Conductor de Derivación por 080-100(b) y (c)	
Longitud del Conductor de Derivación	**Capacidad de Corriente Mínima del Conductor de Derivación**
0 a 3 m	Usar el Método 1 o 2 para determinar la capacidad de corriente mínima del conductor de derivación; **Método 1:** (1) 1/3 de la capacidad nominal de los conductores de mayor sección (conductor que alimenta al conductor de derivación); (2) el valor nominal de la capacidad del dispositivo de sobrecorriente que está siendo alimentado por el conductor de derivación; (3) escoger la capacidad de corriente mayor de (1) o (2). **Método 2:** El valor de la capacidad nominal del equipo que está siendo alimentado por el conductor de derivación.
0 a 7,5 m	**Método:** (1) 1/3 de la capacidad nominal de los conductores de mayor sección (conductor que alimenta al conductor de derivación); o (2) el valor nominal de la capacidad del dispositivo de sobrecorriente que está siendo alimentado por el conductor de derivación. (3) Escoger la capacidad de corriente mayor de (1) o (2).

(d) Esta regla provee una excepción a los requerimientos de la primera parte de la afirmación inicial de la Regla 080-100, que se requiere un dispositivo de sobrecorriente en el punto donde el conductor recibe su alimentación. En este caso, el secundario del transformador es ese punto. La regla permite que el dispositivo de sobrecorriente y el interruptor estén localizados en el tablero de distribución más que en el transformador. El fusible del primario del transformador va proteger contra cortocircuitos y el fusible del secundario va a proveer una protección contra la sobrecarga.

Los requerimientos para la regla son, que el conductor:

(1) es parte del circuito secundario de un transformador de potencia o de distribución de más de 1 000 V, cuando el transformador tiene la protección primaria adecuadamente dimensionada; y

(2) termina en un solo dispositivo de sobrecorriente; y

(3) tenga la capacidad de corriente no menor que la capacidad nominal de corriente del dispositivo de sobrecorriente que el conductor de derivación alimenta; y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(4) está protegido de daño mecánico por medios apropiados; o

(e) Los conductores del circuito de control de sección de 2,5 mm^2 y los de mayor sección que van externamente desde la caja del equipo de control, se consideran protegidos:

(1) si están conectados en el lado de la carga de un grupo de dispositivos de sobrecorriente del circuito derivado; y

(2) si la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado no es mayor que tres veces la capacidad de sobrecorriente de los conductores del circuito de control. La protección contra sobrecorriente no debe ser requerida cuando el circuito de control realiza una función crítica y su apertura podría causar un peligro (ejemplo, la bomba de control de fuego); o

(f) En las instalaciones donde el conductor de derivación alimenta al transformador,

(1) la capacidad de corriente primaria mínima del conductor es de por lo menos 1/3 del conductor alimentador (de mayor sección), o la carga de la demanda (véase la Regla 150-258(3) cualesquiera sea el mayor; y

(2) la capacidad de corriente secundaria mínima de los conductores, es calculada al multiplicar la capacidad de corriente primaria de los conductores (véase el Paso 1) por la razón de la tensión primaria y la secundaria; y

(3) la longitud de los conductores primarios y secundarios no es mayor de 7,5 m, y

Nota: *Cuando el conductor primario está protegido al valor de su capacidad de corriente, la longitud máxima que el conductor secundario puede tener 7,5 m .*

(4) los conductores primarios y secundarios están protegidos de daño mecánico; y

(5) los conductores secundarios terminan en un solo grupo de dispositivos de sobrecorriente que tienen un valor nominal no mayor que la capacidad de corriente de los conductores secundarios; o

(g) En las instalaciones donde los conductores de derivación se alimentan de un circuito aéreo o subterráneo,

(1) la tensión nominal del circuito aéreo o subterráneo es de 1 000 V o menos; y

(2) va en forma aérea o subterránea excepto donde ingresa al edificio; y

(3) se instala de acuerdo a los requerimientos de la Sección 040; y

(4) termina en la acometida de acuerdo a la Sección 040.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

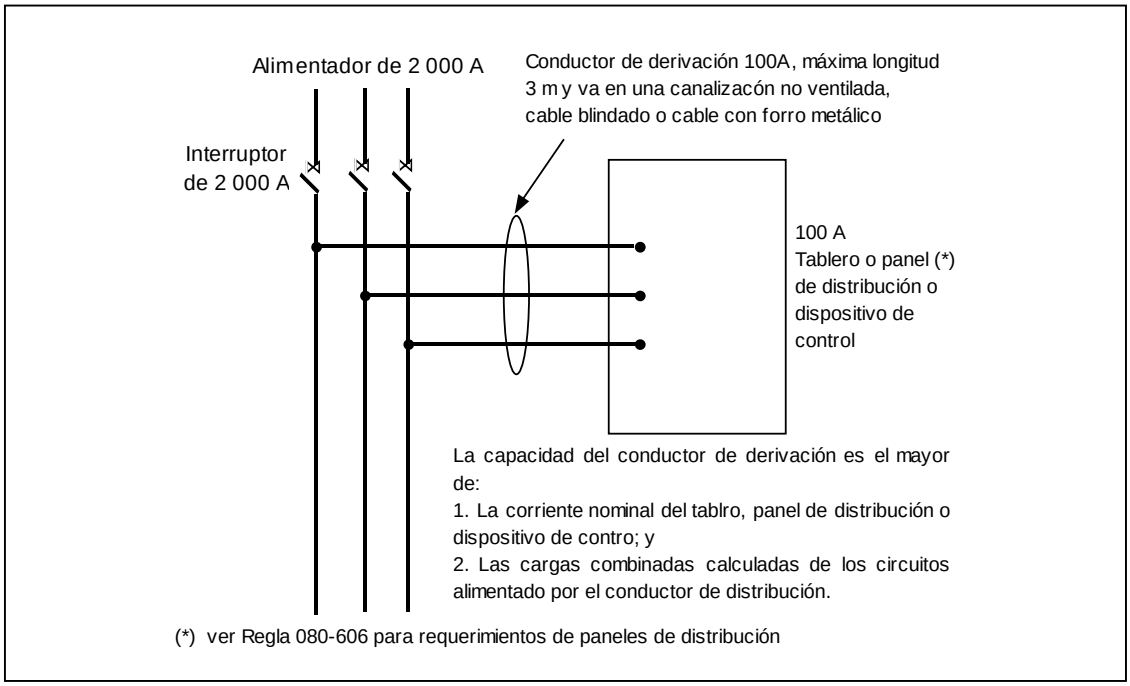


Figura 080-100(b)
Una Derivación de Circuito de 100 A a partir de un Alimentador de 200 A

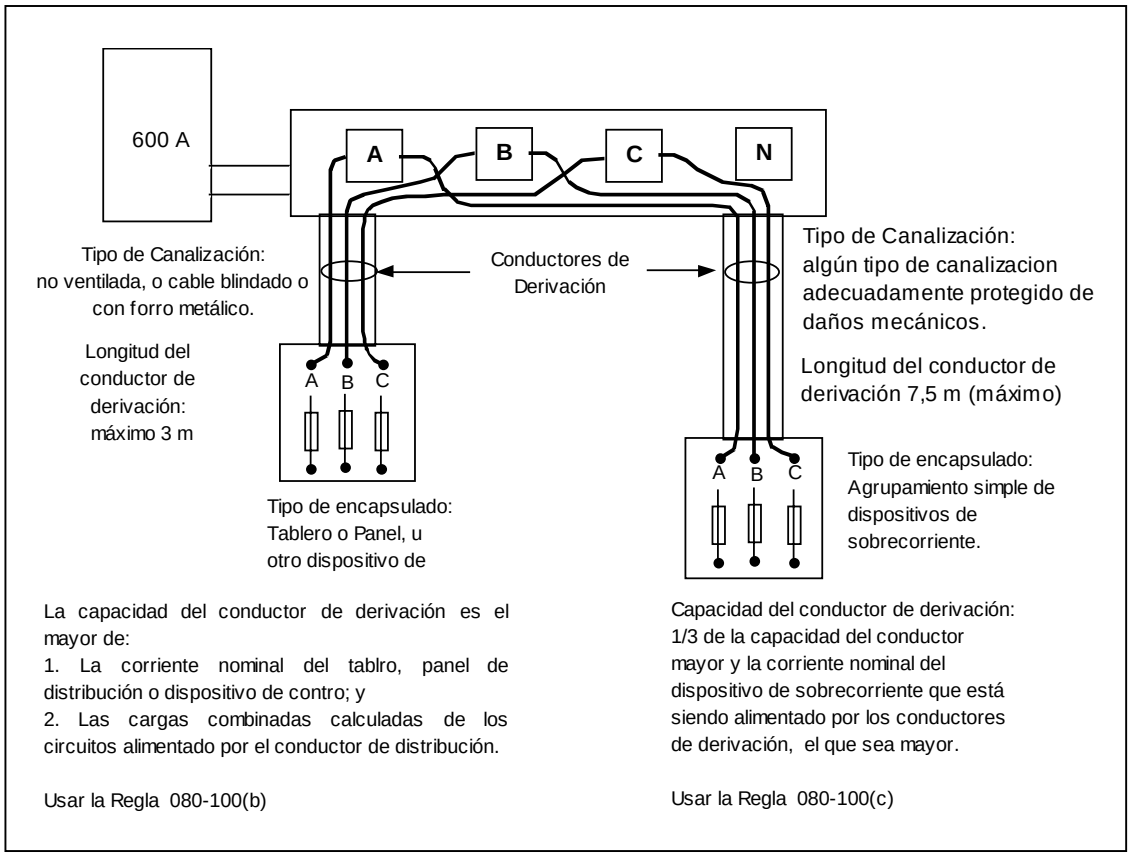


Figura 080-100(b y c)
Derivaciones Típicas a Partir de una Caja de Derivación

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

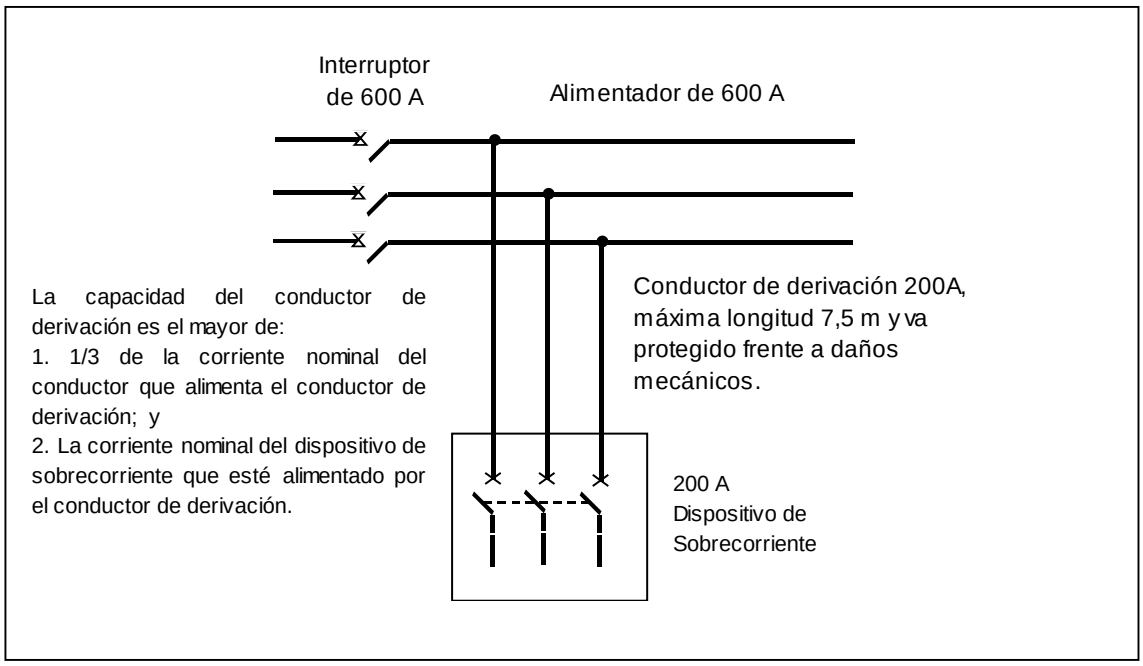


Figura 080-100(c)
Circuito Derivado de 200 A a Partir de un Alimentador de 600 A y que Finaliza en un Dispositivo de Sobrecorriente de 200 A

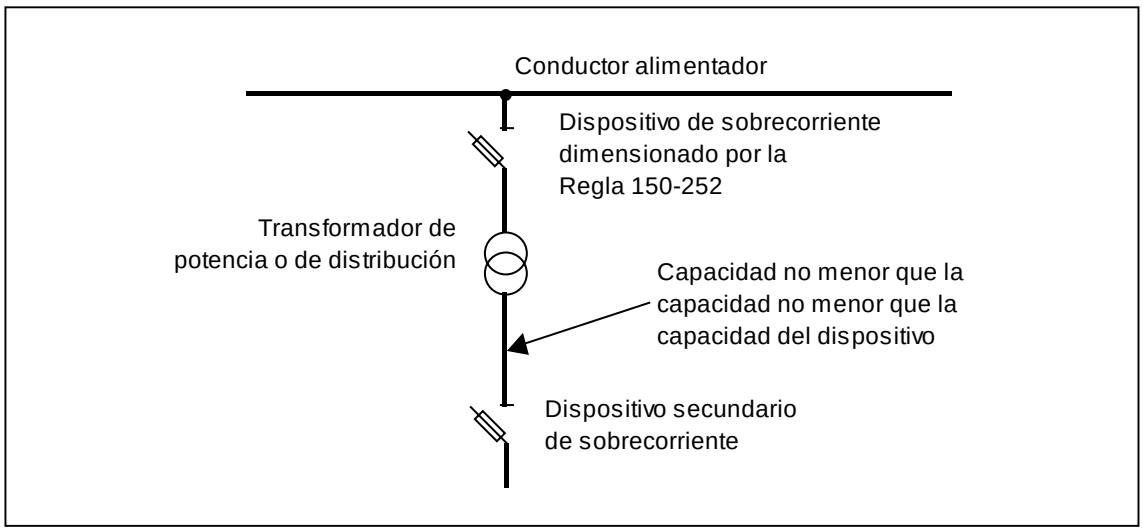


Figura 080-100(d)
Método para Determinar la Capacidad del Conductor de Derivación

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

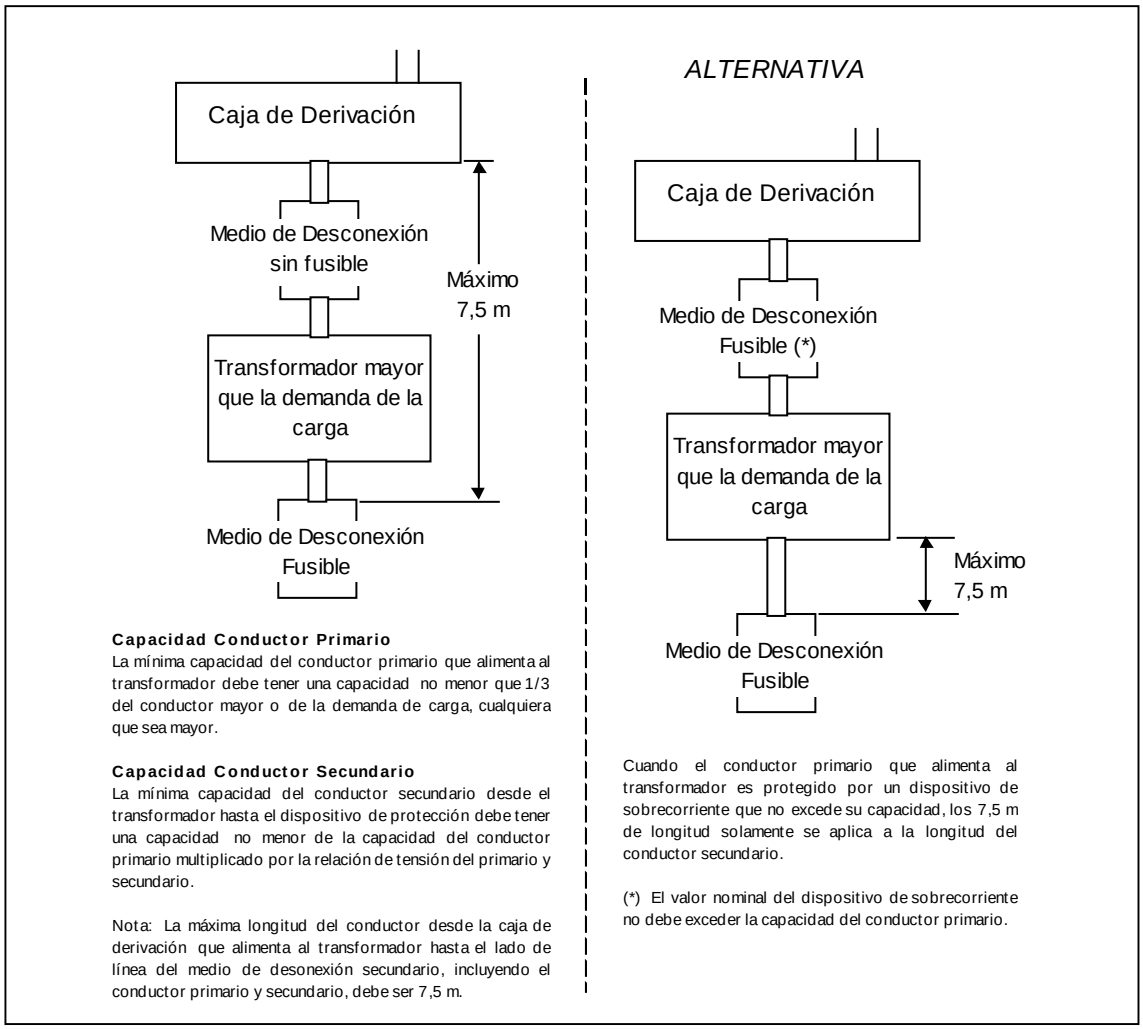


Figura 080-100(f)
Transformador Derivado a partir de un Alimentador

Sustento de la Regla 080-102. (Véanse las Figuras 080-102(5)(a) y 080-102(5)(b)). Las fallas por descargas a tierra en sistemas eléctricos o componentes sólidamente puestos a tierra, pueden causar daños severos al equipo eléctrico e instalaciones. Por la resistencia del arco, la corriente de falla puede ser lo suficientemente pequeña para que el dispositivo de corriente convencional no detecte su existencia y la descarga de arco pueda persistir por largo tiempo. Esto es particularmente cierto en los sistemas que operan a más de 250 V a tierra y corriente nominal de más de 1 000 A, cuando hay una tensión y energía adecuados para sostener el arco. Los sistemas sin puesta a tierra, no están tan propensos a tener grandes daños como los sistemas puestos a tierra ya que una falla en una fase no va a dar como resultado una descarga de arco y la destrucción del equipo eléctrico. Si esta fase permanece puesta a tierra y otra fase falla a tierra, da como resultado una falla de fase a fase. Este tipo de falla normalmente genera corrientes de corto circuito lo suficientemente altas para hacer que los dispositivos de sobrecorriente se abran rápidamente, limitando por lo tanto, el daño.

En un sistema puesto a tierra, cualquier corriente de falla puede retornar al sistema a través de una ruta diferente al neutro. La ruta de retorno a tierra usual es a través de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

tuberías y envolventes metálicas o a lo largo de los conductores de enlace equipotencial.

Existen equipos eléctrico capaces de detectar el flujo de corriente en una ruta de retorno a tierra y de activar una señal para que el dispositivo de sobrecorriente opere. Hay dos métodos comunes. El primero usa un sensor de tipo transformador de corriente de secuencia cero, que circunda todos los conductores de fase y neutro. Bajo condiciones normales, el vector sumatoria de todas las corrientes que fluyen a través del sensor es cero. Cuando ocurre una falla a tierra, la corriente de falla evita al sensor, la corriente neta que fluye a través del sensor ya no es cero y el sensor manda una señal de disparo al dispositivo de sobrecorriente. Este esquema se muestra en la Figura 080-102(5)(a).

Una falla a tierra en el tablero de distribución sobre la fase C en el punto D provoca el retorno de la corriente de falla al neutro a través de la caja del tablero al punto E, sin atravesar el sensor de corriente y generando una señal que hace operar el relé y el disparo del interruptor automático. Note que el neutro no debe ser puesto a tierra en punto alguno aguas abajo del sensor, puesto que la corriente de falla pasaría a través del sensor y se perderá la protección. No es posible que haya protección contra las fallas que ocurran aguas arriba del sensor.

El segundo método, llamada cinta sensora de conexión a tierra, usa un transformador de corriente instalado entre el neutro y su conexión a tierra en el tablero. Este transformador debe detectar cualquier corriente que retorna al neutro a través de la estructura del tablero. (Véase la Figura 080-102(5)(b)).

Nuevamente, una falla a tierra en el punto D puede causar que fluya una corriente de falla hacia el neutro en el punto E a través del sensor, operando el relé y causando el disparo del interruptor automático.

Con la disposición mostrada en la Figura 080-102(5)(b), existe la posibilidad de que alguna parte pequeña de la corriente de falla pueda evitar al sensor y que retorne al neutro del transformador y esto debe ser considerado durante el diseño de la instalación eléctrica. Los relés de falla a tierra tienen puntos de funcionamiento ajustables y retardos de tiempo, y algunos están construidos dentro de los mismos interruptores automáticos. La disposición descrita debe responder frente a cualquier falla a tierra aguas abajo en el sistema, si éste es lo suficientemente grande; y esto puede causar paradas frecuentes de todo el sistema si sólo está provista la protección de falla a tierra en los puntos principales. Para evitar esto, los alimentadores también pueden ser equipados con protección de falla a tierra con puntos de trabajo y retardo de tiempo ajustado para coordinar con el dispositivo principal, de manera que dentro del tiempo especificado, sólo deben abrir los alimentadores afectados.

Propósito de la Regla 080-102. Los sistemas eléctricos sólidamente puestos a tierra de 1 000 V o menos, deben ser provistos de protección contra fallas a tierra si tienen la capacidad de 1 000 A o más y 250 V a tierra, o 2 000 A o más, a menos de 250 V a tierra. El punto de operación del relé de falla a tierra debe ser de 1 200 A o menos y que opere dentro de 1 segundo, para la corriente de falla de 3 000 A o más. Para determinar la capacidad nominal de un circuito, se asume que un interruptor está provisto con el fusible de mayor capacidad que éste acepte y que un interruptor automático es ajustado a su máximo nivel. Si no hay una desconexión principal, se considera la capacidad nominal del circuito igual a la capacidad de corriente de los conductores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El Diagrama 3 del Código muestra la ubicación en el circuito donde los sensores y sus mecanismos de desconexión deben ser instalados, para varias disposiciones de los sistemas. La protección puede estar provista por cualquier medio confiable.

Cuando se usan sensores, se requiere que sean de secuencia cero o del tipo cinta de conexión a tierra o una combinación de los dos. Los sensores de secuencia cero pueden estar instalados delante de los medios de desconexión que ellos controlan, pero si están ubicados aguas abajo, deben estar tan cerca como sea posible de los terminales del lado de la carga de dichos medios. Si se usa la cinta de conexión a tierra como sensor, debe haber un sensor en cada punto donde el neutro está puesto a tierra, excepto en el transformador del suministro. Si el neutro está puesto a tierra en el transformador y el sensor en cualquier otro lugar, el máximo ajuste de operación del relé se debe reducir de 1 200 A a 1 000 A . Si un sistema tiene dos o más protectores en serie, los dispositivos aguas arriba pueden estar ajustados por encima de 1 200 A y tener un retardo máximo de 1 segundo de demora para corriente de falla de 3 000 A o más, si es que el aparato final que se encuentra aguas abajo en cada circuito protegido no excede estos valores y si es que se necesitan ajustes mayores para lograr la coordinación.

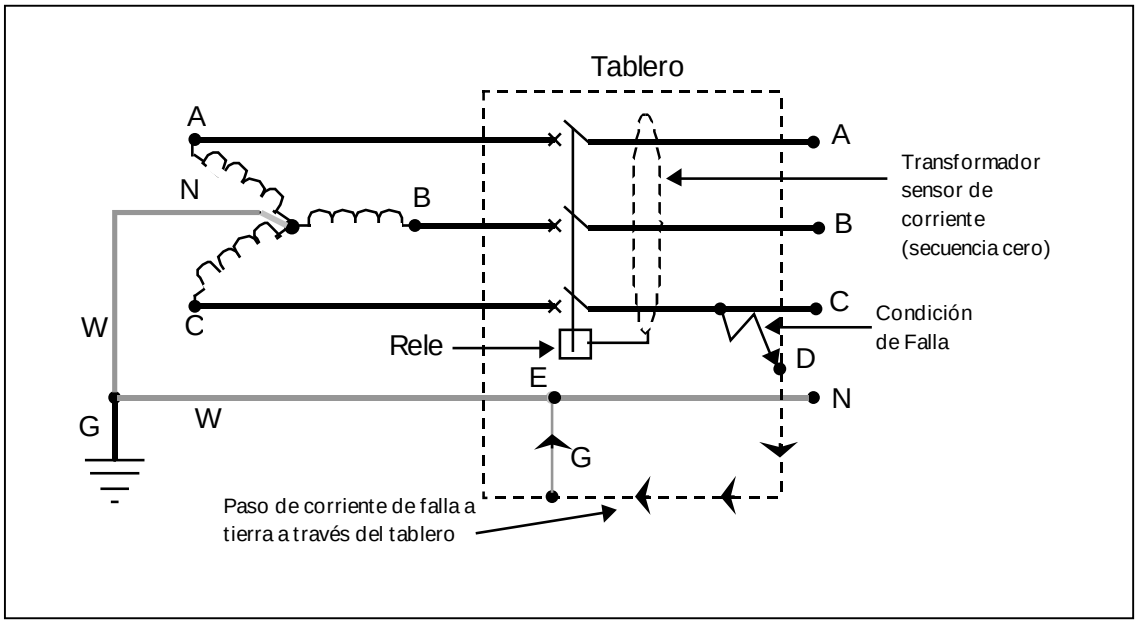


Figura 080-102(5)(a)
Típico Sistema de Protección Contra Fallas a Tierra de Secuencia Cero

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

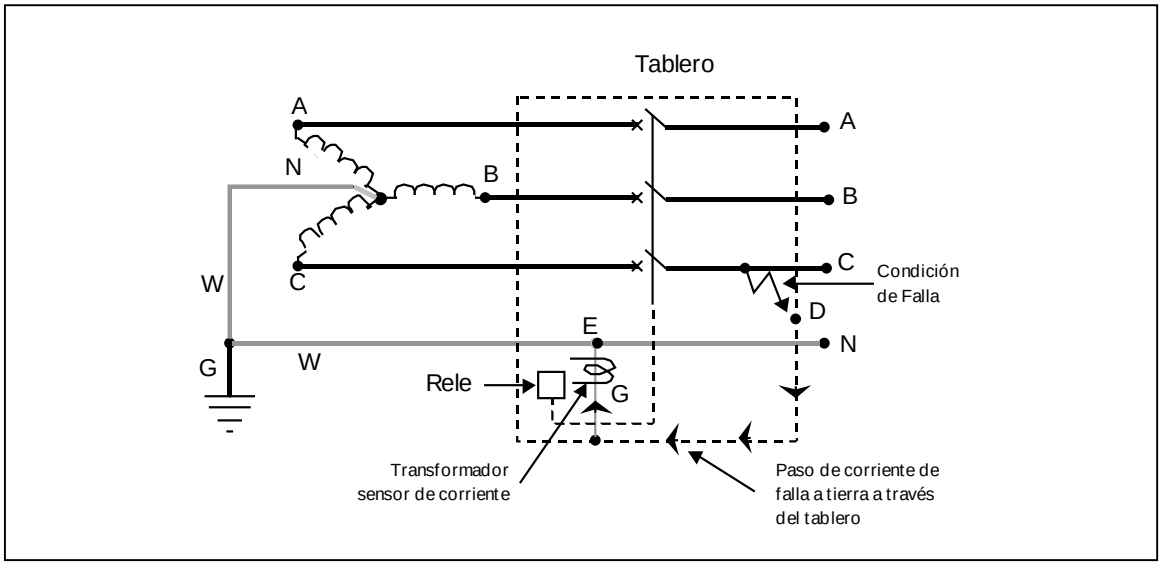


Figura 080-102(5)(b)
Típico Sistema de Protección Contra Fallas a Tierra Tipo Cinta de Conexión a Tierra

Sustento de la Regla 080-104. Ya que no es posible proveer dispositivos de sobrecorriente con la exacta capacidad de corriente para cada dimensión del conductor bajo todas las condiciones, esta regla establece los requerimientos para coordinar la capacidad de corriente del conductor con la capacidad de los dispositivos de sobrecorriente disponibles.

Propósito de la Regla 080-104. Todos los conductores que no están puestos a tierra deber ser protegidos por los dispositivos de sobrecorriente de capacidad nominal o ajustados a un valor no mayor que la capacidad de corriente del conductor. Cuando no se dispone de un fusible o interruptor automático que tenga la misma capacidad o que pueda ser ajustado al mismo valor que la capacidad de corriente del conductor, se permite utilizar las capacidades nominales o ajustes inmediatos superiores dados en el Tabla 13, con un límite máximo de la capacidad del conductor de 600 A . La nota en el Anexo B señala que se determine las dimensiones del conductor y se consulte la Tabla 13 solamente cuando no esté disponible un dispositivo de sobrecorriente de exacta capacidad.

Ya que el Código no considera una protección de sobrecorriente de los circuitos derivados menor a 15 A, la regla permite que los cables de equipos, cordones flexibles de dimensiones de 2,5 mm2 y menores, sean protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de 15 A (véase la Tabla 12 donde se indica la capacidad de corriente permisible de cordones y cables de equipos flexibles). La regla también reconoce que hay otras excepciones en otras reglas (por ejemplo, la Regla 090-104) que se aplican en circunstancias específicas.

Sustento de la Regla 080-106. Los dispositivos de sobrecorriente, cada cierto tiempo requieren mantenimiento, reemplazo o reajuste y no deben ser ubicados donde el acceso sea difícil. Mas aún, si no están agrupados, puede ser difícil ubicarlos cuando se necesite hacer el servicio.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 080-106. Se requiere que los dispositivos de sobrecorriente estén fácilmente accesibles y agrupados donde sea práctico hacerlo. La regla también reconoce que hay excepciones a este requerimiento en otras Secciones (por ejemplo la Regla 040-102).

Sustento de la Regla 080-108. Los dispositivos de sobrecorriente tienen partes vivas expuestas que deben estar cubiertas para protegerlas de la contaminación que se encuentra suspendida en el aire, tales como el polvo o pelusa, y para salvaguardarlos contra un contacto accidental.

Propósito de la Regla 080-108. Todos los dispositivos de sobrecorriente deben ser puestos en una cubierta aprobada, a menos que estén ubicados en lugares cerrados, limpios, secos y accesibles sólo a personal autorizado. Normalmente tales lugares deben estar cerrados e identificados como habitáculos que contienen equipo eléctrico. Puesto que es necesario tener acceso para maniobrar el interruptor automático, éste debe ser accesible sin requerir de una puerta o cobertura para abrirlos, lo que expondría a las partes vivas.

Sustento de la Regla 080-110. La Regla 080-106 requiere que los dispositivos de sobrecorriente se agrupen. Como los circuitos derivados de alumbrado normalmente son operados por el personal no autorizado, se considera necesario el agrupamiento especial. En el tablero o panel debe proveerse al usuario un directorio de la carga que tiene cada dispositivo de sobrecorriente, si el circuito está prendido o apagado y dar las instrucciones de cómo restablecer la operación del interruptor automático.

Propósito de la Regla 080-110. (Véanse las Figuras 14-110(1)(a) y 14-110(1)(b)). Cuando se requieran de tres o más circuitos derivados de iluminación en un sistema monofásico de dos conductores; o cuatro o más circuitos derivados de iluminación en un sistema trifásico de cuatro conductores, los dispositivos de sobrecorriente que protegen estos circuitos, deben ser puestos en un tablero o panel. Cuando no se necesite un tablero y se use un interruptor con fusibles, todos los dispositivos de sobrecorriente en el interruptor con fusible, deben tener el mismo valor.

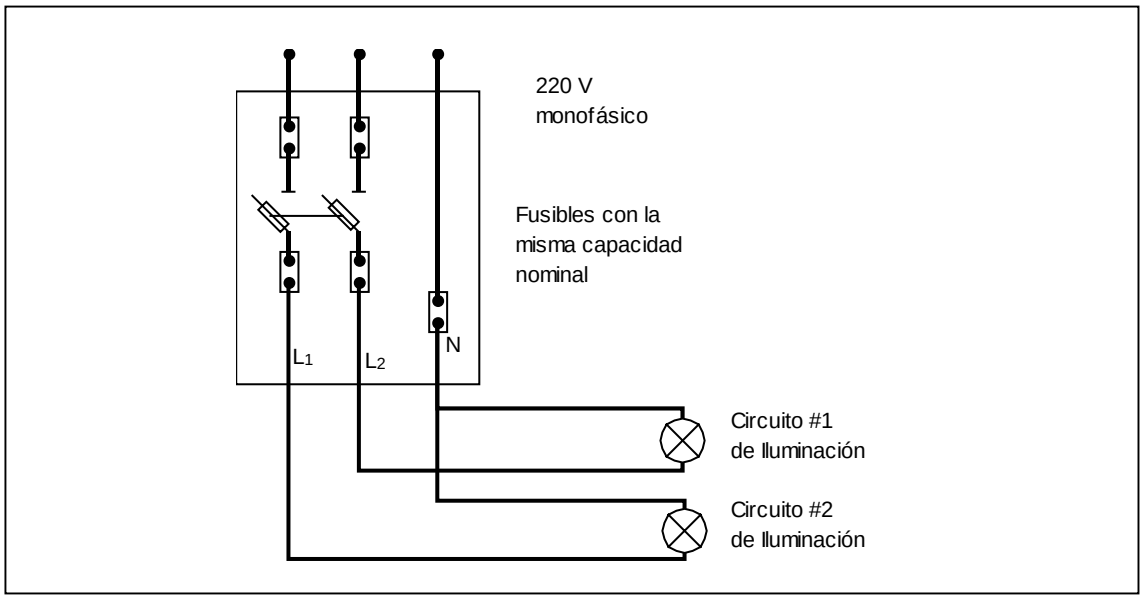


Figura 14-110(1)(a)
Interruptor con Fusible Monofásico

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

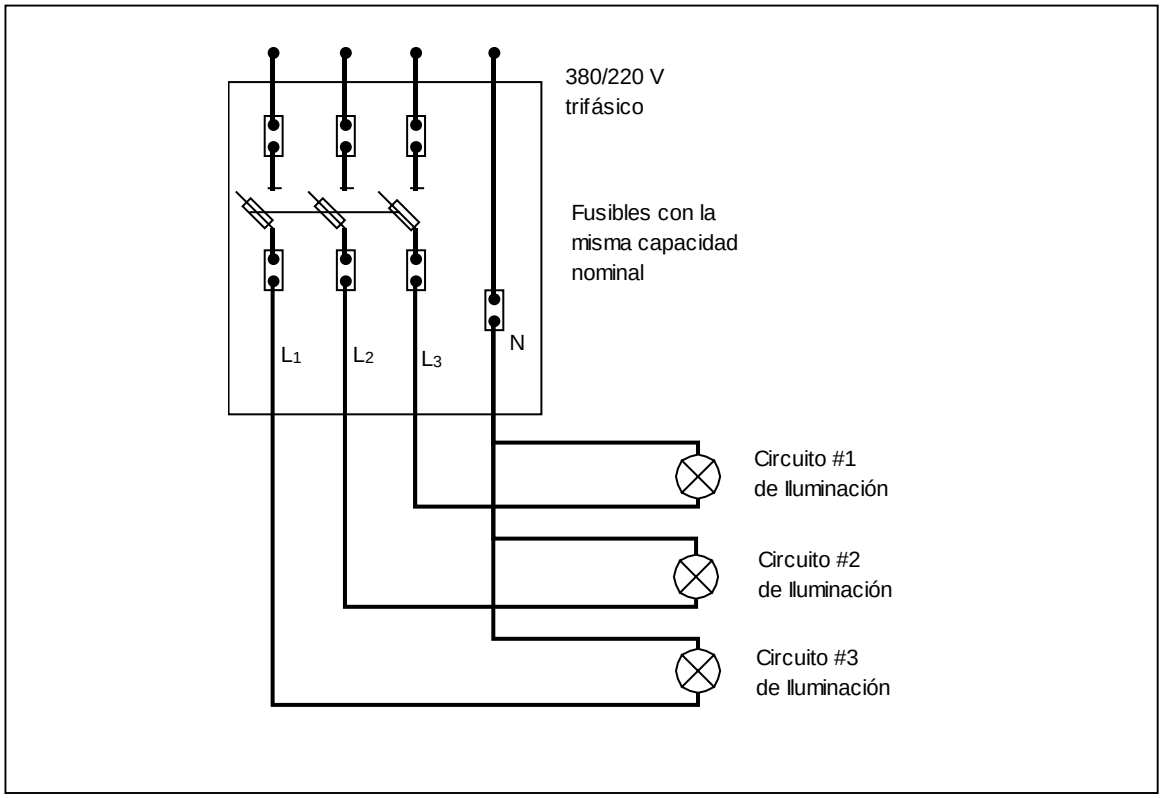


Figura 080-110(1)(b)
Interruptor con Fusible Trifásico

Sustento de la Regla 080-112. En teoría, es posible conectar los dispositivos de sobrecorriente en paralelo y proteger por ejemplo, un circuito de 1 200 A con dos fusibles o interruptores automáticos de 600 A . Sin embargo, en la práctica, se necesita de especial cuidado y técnicas de instalación para asegurar que la corriente se comparta en forma equitativa entre los dos dispositivos, evitando un disparo indebido.

Propósito de la Regla 080-112. Los dispositivos de sobrecorriente no deben ser conectados en paralelo en circuitos de 1 000 V o menos. Se hace excepciones para fusibles semiconductores diseñados para protección en base a semiconductores para tensiones de 1 000 V o menos y que tengan una capacidad de 100 000 A, y para interruptores automáticos de tensión nominal de 1 000 V o menos. En ambos casos las unidades deben ser ensambladas en paralelo como una sola unidad.

Fusibles

Sustento de la Regla 080-200. Existen varios diseños de fusibles. En algunos, el elemento fusible se debe fundir a una temperatura relativamente baja; estos deben ser marcados con la letra “P”. Otros fusibles están diseñados para tener un tiempo de retardo suficiente para manejar los picos de corriente (ejemplo, la corriente de inserción durante el arranque de un motor) así como un elemento de bajo punto de fusión; estos deben estar marcados con la letra “D”. Los fusibles de bajo punto de fusión fueron diseñados para eliminar cualquier peligro de sobrecalentamiento debido

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

a conexiones flojas o al deterioro del elemento de fusión. Ambos tipos son físicamente intercambiables.

Propósito de la Regla 080-200. Estos fusibles de casquillo y de cartucho con elementos de bajo punto de fusión, deben ser marcados con la letra “P” y los elementos con bajo punto de fusión y retardo de tiempo, deben ser marcados con la letra “D”.

Sustento y Propósito de la Regla 080-202. La intención de esta regla es que los fusibles de casquillo sean usados solamente en circuitos donde la tensión entre conductores sea de 250 V o menos, o en sistemas puestos a tierra donde la tensión de algún conductor respecto a tierra no exceda los 250 V .

Sustento y Propósito de la Regla 080-204. La intención de esta regla es exigir una mínima coordinación entre los fusibles utilizados y la capacidad de corriente de los circuitos derivados que protegen.

Igualmente se prohíbe la tendencia de cambiar fusibles instalados por otros de mayor capacidad cuando se produce una actuación de la protección, lo cual es la principal causa de los incendios de tipo eléctrico en una instalación.

Sustento de la Regla 080-206. Se presume que a lo largo del tiempo los fusibles de casquillo pueden ser cambiados de manera diferente o por otro fusible que no corresponda, por personas no autorizadas. Los equipos eléctricos que usan fusibles de casquillo deben ser diseñados de modo que los fusibles puedan ser cambiados sin ningún riesgo.

Propósito de la Regla 080-206. La intención es que solamente los portafusibles tipo “cubierto” sean usados cuando los fusibles son fácilmente accesibles a personas no autorizadas. Los equipos eléctricos con fusibles, aprobados, deben estar diseñados para cumplir con este requerimiento.

Sustento de la Regla 080-208. Como los fusibles en un circuito, deben usarse con portafusibles y ya que los fusibles varían en tensión, corriente y en capacidad nominal de interrupción, se necesitan estandarizarlos de manera que los portafusibles tengan espacios adecuados y capacidad para llevar corriente al circuito correspondiente. Para evitar aplicaciones indebidas y permitir diseños estandarizados de portafusibles, interruptores y paneles de distribución, se limita la corriente nominal de algunas clases de fusibles, los llamados fusibles estándar ahora conocidos como de clase H tienen capacidades nominales de interrupción de 1 000 A . Los fusibles estándar de cartucho se funden a 600 A y menos, 600 V y menos. Los tipos de fusible listados en la Regla 080-212, con capacidad nominal de interrupción mayores a 10 000 A, tienen hasta 1 000 V y no están limitados en tensión ni en corriente.

Propósito de la Regla 080-208. Los fusibles de cartucho de Clase H se limitan a 600 A, 600 V; y los fusibles listados en la Regla 080-212 se permiten de cualquier característica de capacidad nominal de corriente a 1 000 V o menos. Los fusibles para ser usados en circuitos clasificados sobre los 1 000 V pueden tener cualquier tensión o corriente nominal.

Sustento de la Regla 080-210. Como los fusibles deben ser usados para proteger a los circuitos de los peligros de sobrecalentamiento y fuego, es importante que tengan

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

valores de capacidad nominal de corriente y tensión que interrumpan un circuito sobrecargado, antes de que se alcancen temperaturas peligrosas y valores de interrupción suficientes para interrumpir en forma segura la corriente de corto circuito.

El fusible debe encajar apropiadamente al portafusible con el que se usa, de manera que se haga una conexión apropiada. Cualquier intento de evitar el fusible o puentear el portafusible, puede resultar en una pérdida de protección.

Propósito de la Regla 080-210. La intención es que los fusibles y portafusibles encajen el uno al otro, que los valores nominales sean seleccionados en forma apropiada para el circuito en el que son usados y que no se permita puentear o cortocircuitar ninguno de los componentes.

Sustento de la Regla 080-212. Los fusibles tienen una característica inversa de tiempo de fusión, lo que significa que mientras mayor sea la corriente sobre el nivel del fusible, más rápido deberá fundir. Esta característica debe permitir sobrecargas moderadas (tales como el rápido inicio de un motor) que persista por un corto tiempo, en tanto que el fusible se funde casi instantáneamente en el caso de un corto circuito. Todo fusible certificado está diseñado para llevar su corriente al nivel máximo en forma indefinida en aire abierto y fundir con un cierto tiempo de retraso cuando está sobrecargado. Se deben probar los fusibles de muestra en un valor particular de sobrecarga y deben fundir dentro de un tiempo máximo predeterminado, que ha sido seleccionado para prevenir serios sobrecalentamientos del conductor que protegen.

Todos los fusibles estándar, ahora conocidos como fusibles de Clase H, Clases CA, CE, CC, G, J, K, L, R, T o el HRCI-MISC deben fundir dentro de este tiempo cuando llevan el 135 % de su capacidad nominal. Los fusibles de Clase C y el HRCII-MISC deben fundir dentro un tiempo similar cuando son cargados al 160 % de su capacidad nominal. Estos valores de porcentaje de sobrecarga son denominados factores de fusión, es evidente concluir a partir de esto, que para obtener la protección de sobrecarga equivalente, los fusibles de la Clase C y HRCII-MISC, se deben aplicar con valores nominales iguales a 85 % del valor de los fusibles de la Clase H o las Clases CA, CB, CC, G, J, K, L, R, T o el HRCI-MISC.

La Regla 080-212(2) hace referencia a la Tabla 36 en la que se muestran las series de fusibles tanto Americanas como Europeas.

Propósito de la Regla 080-212. Los fusibles de las Clases: CA, CB, CC, J, K, L, R, T, o el HRCI-MISC son usados en lugar de los fusibles de la Clase H en aplicaciones donde los últimos son permitidos. Si son usados los fusibles de Clase C y HRCII MISCC, la intención es que se utilicen para la protección contra sobrecorrientes o fallas de protección solamente, y que la protección de sobrecarga sea provista por los fusibles de sobrecarga de las Clases CA, CB, CC, G, J, K, L, R, T, o HRCI-M o interruptores automáticos u otros dispositivos.

Los fusibles de la Clase C o HRCII-MISC pueden ser usados también en circuitos donde el Código permite el uso de fusibles de mayor capacidad que la carga (tales como en los circuitos de motores), con valor nominal a no más del 85 % del nivel máximo permitido para los fusibles de Clase H.

Los fusibles NH son de alta capacidad de ruptura y baja tensión. Su aplicación se indica con dos letras, la primera, minúscula “a” o “g”, (“g” indica capaz de cortar cualquier sobrecorriente que lo funda y “a” pone en manifiesto que la mínima corriente

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de operación segura debe ser suministrada por el fabricante); y la segunda letra, mayúscula, que indica la aplicación: “G” o “L” para líneas y aparatos en general, “R“ para semiconductores de potencia, “M” motores, “Tr” transformadores y “B” aplicaciones mineras. Los fusibles tipo HH son de alta capacidad de ruptura y son de media tensión.

Los fusibles tipo “D” y “DO” son especiales para aplicaciones de menor potencia y corriente que los NH.

Interruptores Automáticos

Sustento de la Regla 080-300. Los interruptores automáticos están diseñados para permitir abrir y cerrar un circuito, así como para dar protección al circuito contra sobrecargas y sobrecorrientes. Cuando un interruptor automático dispara debido a sobrecargas o sobrecorrientes, éste debe poder reconectarse por una operación apropiada de la manija u otros medios de operación.

Propósito de la Regla 080-300. Un interruptor automático tiene indicadores acoplados con la manija u otros mecanismos de operación para mostrar si está “abierto” o “cerrado” y que el mecanismo de disparo libre, sea tal que el interruptor automático se dispare como resultado de una sobrecarga o sobrecorriente, aún cuando la manija se haya mantenido en la posición “cerrado”.

Sustento de la Regla 080-302. Los interruptores automáticos están dispuestos para ser montados en 1, 2,3 o 4 polos. Los dispositivos de dos, tres y cuatro polos controlados por una sola manija (excepto las anotada debajo) son montados de manera que todos los polos operen simultáneamente por operación manual y por sobrecorriente en cualquier polo. Este tipo de operación se describe como “disparo común” u “omnipolar”.

También se pueden usar dos interruptores automáticos de un polo como un dispositivo de disparo separado de 2 polos, si sus manijas son conectadas entre sí con un dispositivo llamado “enlace de manijas” provisto por los fabricantes, tales que la operación manual de cualquier manija va a disparar a ambos interruptores.

Propósito de la Regla 080-302. Cuando se usa un interruptor automático para proteger un circuito, debe ser capaz de abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra, ya sea en forma manual o automática, como resultado de una sobrecorriente en cualquier fase del circuito. Esto requiere el uso de un interruptor automático de disparo común.

Sustento de la Regla 080-304. La mayoría de los interruptores automáticos están montados con una calibración fija sellada en fábrica. Algunos de los interruptores automáticos más grandes y complicados tienen un disparo ajustable y características de retraso. Estos ajustes pueden requerir el uso de una herramienta o la remoción de sellos.

Propósito de la Regla 080-304. Todos los interruptores automáticos que protegen los circuitos derivados son diseñados de manera que la alteración del disparo o características de retraso sean difíciles. Se permiten tales ajustes cuando los interruptores automáticos sólo son accesibles a personal autorizado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 080-306. Para proteger en forma apropiada al circuito, los elementos de disparo de los interruptores automáticos, deben ser instalados en los conductores no conectados a tierra.

Propósito de la Regla 080-306. La intención es que los elementos de disparo del interruptor automático se instalen en los conductores no conectados a tierra, como se especifica en la Tabla 25.

Sustento de la Regla 080-308. Algunos interruptores automáticos grandes tienen bobinas de disparo operadas por la energía de baterías a través de los contactos de un relé que responde a la sobrecorriente. Si la carga de la batería está demasiado baja para operar las bobinas de disparo, el interruptor no va a responder a una sobrecarga o condición de falla. Esta situación puede crear un peligro.

Propósito de la Regla 080-308. Cuando los interruptores automáticos dependen de la energía de baterías para operar sus bobinas de disparo, la tensión de la batería debe estar constantemente monitoreada. También el diseño del sistema debe ser tal que si se reduce la tensión de la batería a un nivel que no va a operar la bobina de disparo, el interruptor automático se dispare o active una alarma continua, hasta que se restaure la tensión de las baterías. Más aún, se debe adjuntar una nota de advertencia cerca del interruptor automático, recomendando que siempre esté disponible la energía de la batería antes de que se cierre el interruptor automático.

Dispositivos de Control
Generalidades

Sustento de la Regla 080-400. Los dispositivos de control son cualquiera de los dispositivos usados para cerrar o abrir un circuito eléctrico. Esto incluye a todos los tipos de interruptores, interruptores automáticos, contactores y relés excepto los interruptores automáticos e interruptores con fusibles para apertura con carga, hechas para interrumpir automáticamente las corrientes de falla. Estos dispositivos de control deben ser diseñados solamente para abrir y cerrar un circuito bajo condiciones normales. Estos pueden tener una capacidad nominal en A, V y HP. Se requiere el valor nominal en HP si los dispositivos controlan un circuito derivado para motores. Aunque no están marcados o rotulados con un valor nominal de HP, los interruptores automáticos están considerados que poseen dicho valor nominal ya que reúnen todos los requerimientos necesarios de interrupción para controlar motores. Los interruptores de aislamiento deben ser usados solamente para aislar un circuito y no se deben operar bajo carga, a menos que esté identificado para este propósito.

Propósito de la Regla 080-400. Todos los dispositivos de control, excepto los interruptores de aislamiento (no operan bajo carga), deben tener valores nominales suficientes para permitir un control seguro de las cargas que alimentan.

Sustento de la Regla 080-402 y 080-404. Para reemplazar los fusibles fundidos, es necesario desenergizar el circuito que los está alimentando. Los tableros pueden contener fusibles que protegen a los instrumentos, circuitos de control o transformadores de tensión. Ya que estos fusibles están dentro del tablero y son accesibles solamente al personal autorizado, frecuentemente se omiten los medios de desconexión delante de ellos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 080-402 y 080-404. Los medios de desconexión que pueden desenergizar todos los fusibles se deben colocar cerca de ellos, a menos que los fusibles sean colocados en un tablero y sean usados para proteger los instrumentos o los circuitos de control a 400 V o menos, o los primarios de los transformadores de tensión con valor nominal de 1 000 V o menos.

Sustento de la Regla 080-406. Para tener un control apropiado y seguro de los circuitos y dispositivos eléctricos, se requiere de los medios para controlarlos deben ser fácilmente accesible a los operadores. Algunos equipos eléctricos (ejemplo, los motores que operan a los ventiladores en un techo o montados dentro de una máquina) pueden ser inaccesibles y tienen que controlarse desde un lugar accesible pero remoto. Los interruptores de aislamiento (no operan bajo carga) no tienen que estar accesibles porque solamente son usados para aislar y no controlan un circuito.

Propósito de la Regla 080-406. Todos los dispositivos de control, excepto los interruptores de aislamiento, es necesario que sean fácilmente accesibles.

Sustento de la Regla 080-408. Los dispositivos de control tales como los interruptores e interruptores automáticos deben estar marcados o rotulados para indicar si están abiertos o cerrados. Normalmente los contactores y relés no están marcados, ya que su función no es aislar el circuito.

Propósito de la Regla 080-408. Todos los dispositivos de control operables en forma manual deben indicar las posiciones “abierto” y “cerrado” del manubrio de operación, a menos que tal indicación sea innecesaria (ejemplo, en la caja de un interruptor operado con el pie).

Sustento de la Regla 080-410. Los dispositivos de control contienen partes vivas que pueden hacer un arco cuando se cierra o abre el circuito. Ellos están contenidos en una caja para evitar un contacto accidental y contener cualquier arco.

Propósito de la Regla 080-410. Todos los dispositivos de control deben estar contenidos en una caja de metal u otro material resistente al fuego, a menos que estén localizados separadamente o guardados (ejemplo, en un habitáculo eléctrico) o de otra forma hacerlo accesible solamente a las personas autorizadas.

Sustento y Propósito de la Regla 080-412. Es una buena práctica agrupar a los interruptores que controlan un sistema de distribución, a menos que haya una buena razón para hacerlo de otra forma. El agrupamiento hace posible controlar todo el sistema desde un lugar, por lo tanto, es conveniente para desenergizar rápidamente todo o parte del sistema, como se requiera. El equipo eléctrico que permite el agrupamiento de dispositivos de control, incluye a tableros, paneles, centros de control de motores e interruptores contenidos en una caja y agrupados alrededor de una caja de derivación.

Sin embargo hay muchas situaciones en que es deseable que se ubiquen los medios de desconexión cerca del equipo eléctrico que controlan, ya sea por conveniencia o seguridad.

Sustento de la Regla 080-414. Cuando es necesario alimentar al equipo eléctrico desde más de una fuente de tensión, pueden existir condiciones especiales de peligro si el equipo no queda completamente desenergizado por la apertura de un solo medio de desconexión. Esta situación se presenta con mayor frecuencia en equipos donde

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

los circuitos de control que se originan en cualquier otro lugar, ingresan al equipo para realizar una función de bloqueo necesario. Cuando esto ocurre, cualquier persona que le da servicio al equipo, accidentalmente puede hacer contacto con las partes vivas, a menos que se desconecten todas las fuentes que alimentan al equipo.

Propósito de la Regla 080-414. (Véase la Figura 080-414(2)). Cuando el equipo eléctrico está alimentado por más de una fuente de alimentación, el equipo debe ser provisto con un medio de desconexión simple o múltiples medios de desconexión, pero agrupados de modo que puedan ser usados para desenergizar completamente el equipo. Se permite que el alimentador de los circuitos de control no tenga un medio de desconexión, siempre y cuando la tensión de control sea de 250 V a tierra o menos, y que todas las partes vivas del circuito de control dentro del equipo sean protegidos contra un contacto inadvertido a través de barreras. Si se provee más de una desconexión, es necesario que se ubiquen indicadores o señalizaciones cerca de cada una de ellas, advirtiendo que todas los medios de desconexiones deben estar abiertos para desenergizar completamente al equipo.

Cuando los circuitos de control están provistos con barreras, es necesario que el equipo eléctrico o las barreras, tengan indicaciones que adviertan que hay más de una fuente de alimentación para el equipo. (Véase la Figura 080-414(2)).

Sustento y Propósito de la Regla 080-416. Un dispositivo de control que tiene una posición de “abierto” marcada en el dispositivo y no desconecta todos los conductores de fase no puestos a tierra que llegan al equipo eléctrico que controla, puede representar un riesgo de electrocución para el personal de mantenimiento o de servicio del equipo. Es necesario que los dispositivos de control que funcionan solamente como un interruptor y que tienen marcado en posición “abierto”, desconecten todos los conductores no conectados a tierra a la carga que controlan, excepto cuando sea permitido por otras reglas del Código. (Véase la Regla 160-500(2) para los controladores de motor).

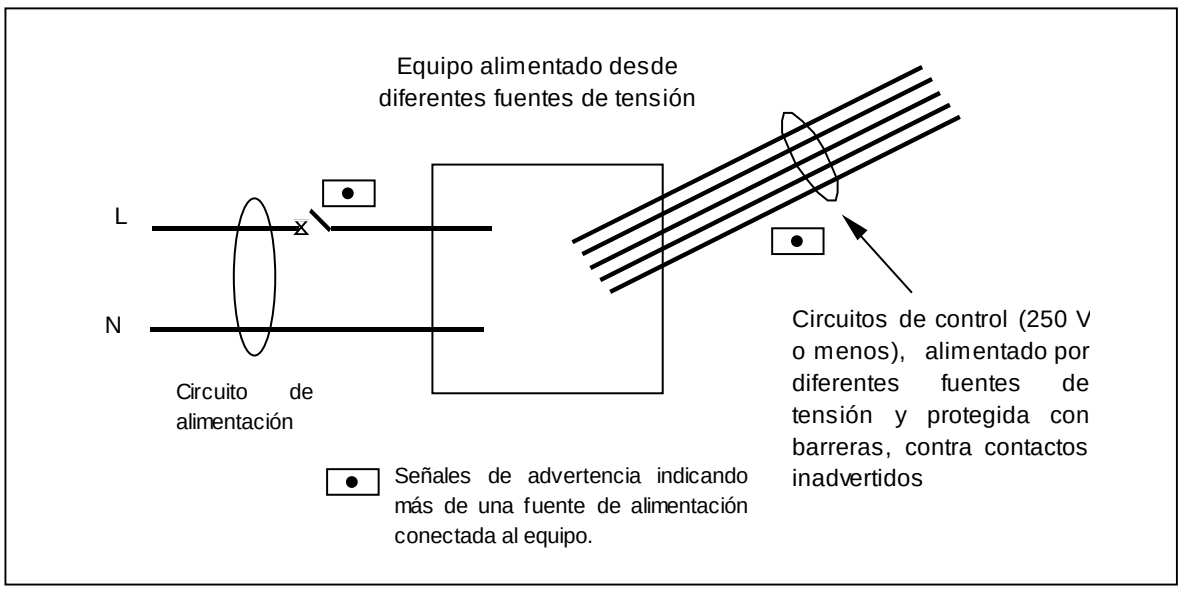


Figura 080-414(2)
Equipamiento Típicamente Alimentado desde Varias Fuentes

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Interruptores

Sustento de las Reglas 080-500, 080-502 y 080-504. Los interruptores del tipo cuchilla, tienen cuchillas articuladas que pueden rotar en el punto de articulación e insertarse dentro de un contacto fijo de mandíbula para cerrar el interruptor. Éstas son montadas en un plato aislado y normalmente son operadas por medio de una manija aislada montada en la cuchilla. No deben ser provistas en cajas encapsuladas y sólo son capaces de interrumpir su capacidad nominal de corriente a su tensión nominal. Los interruptores del tipo cuchilla no son comunes en los sistemas eléctricos modernos pero se les puede encontrar ocasionalmente.

Propósito de las Reglas 080-500, 080-502 y 080-504. Los interruptores tipo cuchilla y otros tipos de dispositivos abiertos de control, es necesario que sean guardados de manera que puedan ser "aperturados" sin exponer las partes vivas, a menos que sólo estén accesibles al personal autorizado. La intención es que los interruptores tipo cuchilla de un solo paso sean montados con sus bases en un plano vertical, para que la gravedad no tienda a cerrarlos. Los interruptores tipo cuchilla de dos pasos, que tienen dos posiciones cerradas y una abierta, pueden ser montados en forma vertical u horizontal, pero si se pusiese en un plano vertical, es necesario que se provea un dispositivo de retención para asegurar que las cuchillas se mantengan en la posición de abierto, cuando se haya abierto el interruptor. Este dispositivo de retención puede ser omitido si no se requiere que el interruptor permanezca abierto. Los interruptores tipo cuchilla que tienen una capacidad nominal de más de 600 A y 1 000 V o menos, pueden ser usados solamente como interruptores de aislamiento y no deben ser abiertos con carga, a menos que el interruptor haya sido especialmente diseñado para este propósito.

Sustento de la Regla 080-506. Los interruptores cubiertos o encapsulados que necesitan ser operados manualmente deben estar conectados a la fuente por intermedio de terminales localizados en un extremo del interruptor. Estos terminales de línea y los contactos fijos de mandíbula a los que están conectados, normalmente están cubiertos y escondidos, para proveer un control de arco y evitar un contacto inadvertido con las partes vivas. Las cuchillas de los interruptores, los fusibles, las grapas de fusibles (si hubiesen) y los terminales de carga deben estar sin tensión cuando se abre el interruptor, de manera que los fusibles pueden ser reemplazados en forma segura. La Regla 080-402 requiere que los fusibles sean localizados en el lado de la carga de los medios de desconexión. Los interruptores automáticos de caja moldeada se construyen de manera que, excepto por los terminales de línea y de carga, todas las partes vivas están contenidas dentro de una caja moldeada y así, cuando el interruptor está en la posición "abierto", las únicas partes vivas expuestas son los terminales de línea. Los interruptores automáticos más grandes con marco de fierro y los interruptores magnéticos o contactores, normalmente tienen partes vivas expuestas aguas abajo del punto real de desconexión y cuando esto ocurre, los dispositivos están construidos de manera que las cuchillas y los contactos móviles y todas las otras partes vivas aguas abajo, están sin tensión cuando los dispositivos están en posición "abierto". Todas las construcciones descritas arriba están diseñadas para brindar una mínima oportunidad al contacto accidental de las partes vivas, cuando se está haciendo el servicio al equipo eléctrico.

Hay un esquema común de distribución que requiere que los interruptores o interruptores automáticos estén alimentados con retorno bajo ciertas circunstancias, en cuyo caso, aún cuando se abra el dispositivo, sus cuchillas deben ser energizadas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Esto ocurre en el equipo de maniobra, que puede ser alimentado de cualquiera de dos fuentes de alimentación para dar continuidad al servicio cuando falla una fuente.

Propósito de la Regla 080-506. Todos los interruptores de un solo paso, interruptores automáticos o contactores, manualmente operables, que tienen cuchillas o contactos expuestos, sean conectados de manera que las cuchillas o contactos estén sin tensión cuando los dispositivos están en la posición “abierto”. Los equipos de maniobra e interruptores separados que están inmersos en un líquido aislante, no tienen que cumplir estos requerimientos, pero que en lugar de eso deben ser provistos con notas de advertencia sobre la posibilidad de la existencia de partes vivas expuestas.

Los interruptores magnéticos o contactores están exentos de estos requerimientos si están alimentados desde un interruptor automático o interruptor manual localizado en el mismo recinto (por ejemplo, el arranque combinado de un motor). El interruptor automático o interruptor manual puede estar montado en otro recinto adyacente al contactor, si se rotula indicando claramente que controla al contactor.

Sustento de la Regla 080-508. Los interruptores de uso general para circuitos de corriente alterna o continua tienen diferente capacidad nominal, deben ser probados con corriente continua y deben ser diseñados para abrir y cerrar cargas no inductivas hasta su capacidad nominal, y algunas cargas inductivas si degradan su capacidad nominal. Un interruptor de corriente alterna o continua también puede tener la indicación de que ha tenido pruebas adicionales y que califica para conmutar cargas de lámparas de filamento de tungsteno, ya sea de corriente alterna o continua, hasta su tensión y capacidad nominal de corriente. Si se requiere que un interruptor de corriente alterna o continua sea usado con alumbrado de descarga eléctrica, se le debe hacer una prueba adicional para que se pueda determinar si puede conmutar estas cargas inductivas.

Propósito de la Regla 080-508. Se permite que todos los interruptores de uso general para circuitos de corriente alterna o continua, sean usados para cargas resistivas no inductiva y se requieren interruptores probados y marcados para cuando todas o parte de la carga sea de lámparas de filamento de tungsteno. Sin embargo, se permite el empleo de interruptores de uso general para circuitos de corriente alterna o continua sin rotulación o marcado en circuitos derivados para luz de tungsteno o salida en casas habitación, cuartos de hotel o algo similar. En este caso, las cargas alimentadas deben estar permanentemente conectadas, y en una habitación solamente, o en diferentes niveles en un vestíbulo, y los interruptores deben tener capacidades mínimas de 5 A, 250 V . Los interruptores de cuatro vías deben tener capacidades mínimas de 2 A, 250 V . Los interruptores de cadenilla que controlan a lámparas de filamento de tungsteno deben tener una capacidad nominal de corriente de por lo menos tres veces la carga. Los interruptores usados para las cargas inductivas deben tener una capacidad nominal de por lo menos dos veces.

Sustento de la Regla 080-510. Los interruptores de corriente alterna de uso general deben ser probados con corriente alterna y se utilizan para controlar cargas no inductivas e inductivas, incluyendo lámparas de descarga, hasta su corriente nominal. Todos los interruptores deben ser clasificados con su corriente y tensión nominales y pueden también ser clasificados por la potencia en HP.

Propósito de la Regla 080-510. Los interruptores de uso general para circuitos de corriente alterna se usan cuando las cargas son de lámparas de filamentos de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

tungsteno, cargas no inductivas u otro tipo de carga inductiva, tales como luces de descarga eléctrica, que tienen un factor de potencia no menor a 75%. En todos los otros casos, los interruptores pueden ser usados a su capacidad total. La capacidad de corriente de estos interruptores no debe ser menor a 15 A con tensión de 250 V .

La intención es que los interruptores de uso general para circuitos de corriente alterna, sean montados en cajas para montajes al ras, o en cajas para montaje superficial, o en cajas especiales, o que tengan sus propias cajas.

Sustento y Propósito de la Regla 080-512. Los interruptores con tensión nominal de 380 V de corriente alterna, deben ser usados únicamente para cargas no inductivas (pero no para lámparas de tungsteno) o para cargas inductivas que tienen un factor de potencia no menor a 75% y que deben tener una capacidad de corriente de por lo menos 15 A . Estos interruptores también deben ser instalados en cajas de dispositivos especiales.

Sustento y Propósito de la Regla 080-514. Para limitar la descarga de arco que puede ocurrir durante una falla, se requiere que, cuando la tensión del circuito a tierra exceda los 300 V y si los interruptores están agrupados en una caja, ésta debe proveer barreras permanentemente montadas entre los interruptores.

Protección y Control de Aparatos Diversos

Sustento de la Regla 080-600. Las configuraciones de los tomacorrientes están estandarizadas de acuerdo a la tensión nominal y corriente nominal, tal como se muestra en los Diagramas 1 y 2 del Código. Se han arreglado las configuraciones ya sea para los tipos con bloqueo y sin bloqueo, para evitar la conexión de una carga mayor que el de la capacidad nominal del tomacorriente.

Propósito de la Regla 080-600. Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes de los circuitos derivados que alimentan a los tomacorrientes, no deben tener valores de capacidad nominal más altos que los tomacorrientes, excepto en circunstancias específicas como se permite en otras Secciones (ejemplo, Regla 220-004).

Sustento de la Regla 080-602. La Regla 080-010(b) requiere que todos los aparatos eléctricos sean provistos con un dispositivo de control capaz de desconectar todos los conductores no puestos a tierra que alimentan a dichos aparatos. Hay muchos dispositivos pequeños portátiles que son conectados con cordón y que están equipados con enchufes de conexión capaces de desconectar al equipo eléctrico bajo carga.

Propósito de la Regla 080-602. Se permite que un enchufe de conexión en un dispositivo conectado con cordón, sea usado como su medio de desconexión siempre y cuando tenga una capacidad nominal no mayor a 1 500W .

Sustento de la Regla 080-604. Frecuentemente es deseable controlar las salidas o lámparas desde más de un lugar (ejemplo, una lámpara en una escalera).

Propósito de la Regla 080-604. (Véase la Figura 080-604-1). Los interruptores usados para controlar las salidas o luces de más de un punto deben ser conectadas de manera tal que todas las conmutaciones se hagan en los conductores del circuito sin puesta a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

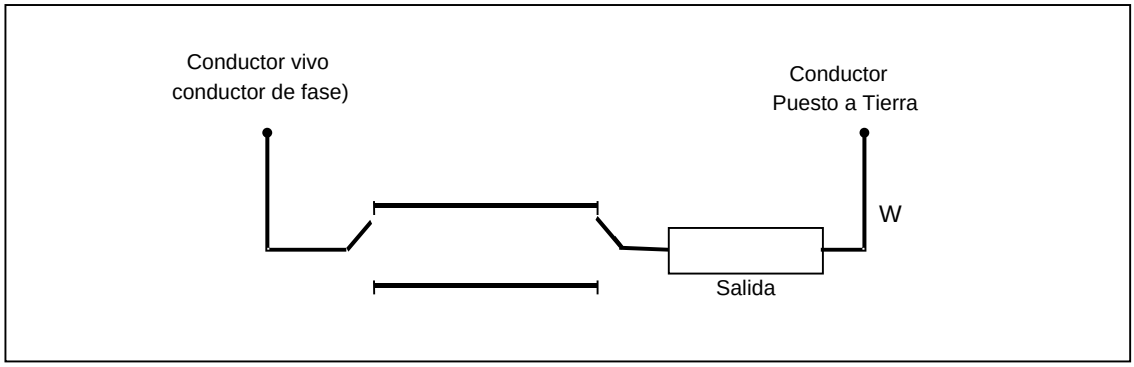


Figura 080-604-1
Esquema Elemental de Dos Interruptores de Tres Vías en el Lado Vivo del Circuito y Permite Controlar la Salida Desde Dos Puntos Diferentes

Sustento de la Regla 080-606. Se usan los paneles o tableros para suministrar energía a los alimentadores, circuitos derivados de motores, circuitos derivados de iluminación y circuitos derivados de artefactos, o una combinación de los cuatro. Varios alimentadores controlados desde el panel pueden alimentar cargas y se espera que no todas ellas se conecten al mismo tiempo. La diversidad permite el uso de tableros o paneles con las capacidades principales, menores que la suma de las capacidades nominales de los dispositivos de corriente del alimentador en el panel. Lo mismo puede ser cierto cuando las cargas son motores. En cualquier caso, los conductores principales de estos tableros o paneles, deben ser dimensionados para no ser menores que la suma de las cargas que alimenta, calculada de acuerda a los requerimientos de la Sección 050.

Los circuitos derivados de iluminación y artefactos, en otros sitios aparte de las casas habitación, normalmente están diseñados para atender la carga total y se puede esperar que ésta sea continua. Los circuitos que alimentan a las cargas continuas son considerados plenamente cargados cuando llevan el 80 % de la capacidad nominal en amperes de los circuitos; ejemplo, 12 A en un circuito de 15 A (véase la Sección 050 para obtener más detalles sobre la carga del circuito). Por lo tanto, los conductores principales del panel que alimenta estos circuitos, están cargados en una base continua al 80%.

Las cargas alimentadas por los tableros o paneles en las casas habitación, son casos especiales, tienen una diversidad considerable y están cubiertos por reglas específicas de las Secciones 040, 050 y 150.

Propósito de la Regla 080-606. Todos los tableros o paneles en los que más del 10% de los dispositivos de sobrecorriente alimentan a circuitos derivados de iluminación y artefactos, deben ser protegidos por dispositivos de sobrecorriente cuya capacidad nominal o de ajuste no sea mayor que la capacidad nominal del tablero o panel. Se puede ubicar esta protección en el tablero o directamente antes del mismo, o en el primario de un transformador que está alimentando éste. En último caso, la intención es que el tablero o panel tenga un amperaje no menor que el dispositivo de sobrecorriente primario multiplicado por la razón entre la tensión primaria a la secundaria.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Los tableros o paneles con más del 90% de sus dispositivos de sobrecorriente que están suministrando energía a los alimentadores o a circuitos derivados de motor, no necesitan ser protegidos de esa manera.

Ejemplo:

¿Cuál es la capacidad nominal mínima de un tablero en amperes cuando está protegido en el lado primario de un transformador sumergido en aceite de 150 kVA, 10 000 V, trifásico de tres hilos, 400/230 V, trifásico, 4 hilos?

1. Calcular el dispositivo de sobrecorriente primario para el transformador (véase la Regla 150-252): Capacidad Nominal de corriente primaria x 125% = 8,66 x 1,25 => fusible 15 A
2. La capacidad mínima de corriente del panel = tamaño del dispositivo primario de sobrecorriente x volts primario/secundario = 15 x 10 000/400 = 375 A .

El panel debe tener una capacidad nominal mínima de 375 A .

Sustento de la Regla 080-608. Normalmente el equipo eléctrico está provisto con medios para operación remota. Esto puede hacerse con el uso de botones remotos que controlan a un contactor magnético puesto delante del equipo. Se puede obtener la alimentación para el circuito de control de la misma fuente que alimenta al equipo eléctrico y puede ser derivada del lado de la línea o del lado de la carga del dispositivo de desconexión del equipo eléctrico.

Propósito de la Regla 080-608. (Véase la Figura 080-608). Cuando los circuitos del control remoto se extienden más allá del controlador del equipo eléctrico, éstos deben ser provistos con medios de desconexión. A menos que el controlador de desconexión desconecte también al circuito de control, se debe proveer de un circuito de control de desconexión separado, ubicado en el controlador y alimentado.

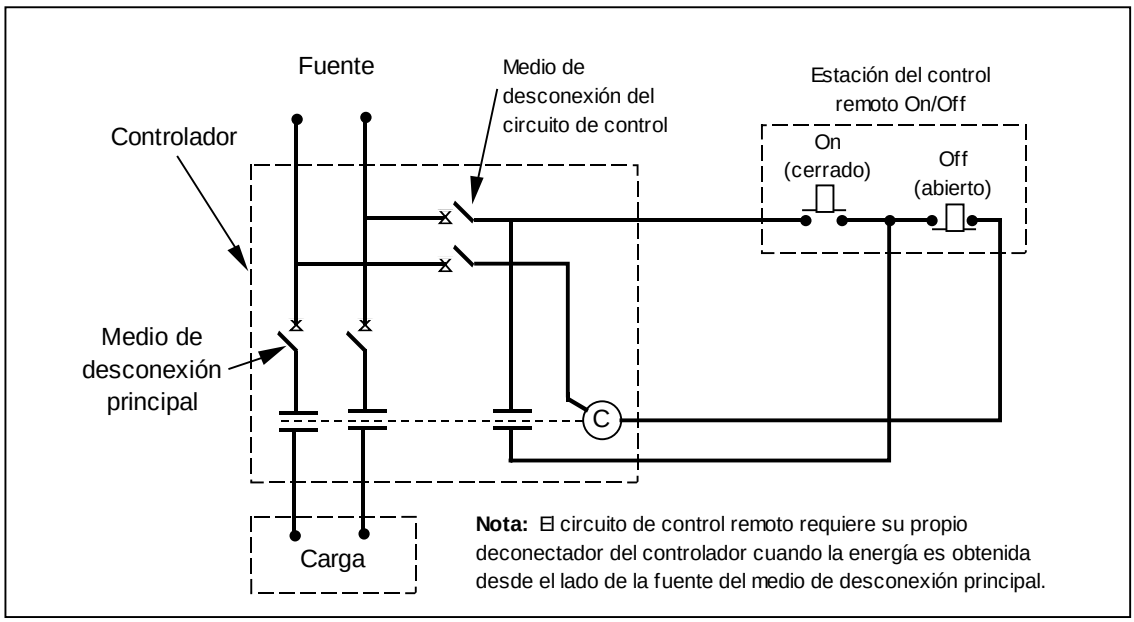


Figura 080-608
Circuito de Control Remoto

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 080-610. Las cargas cíclicas tales como calentadores de agua, pueden causar cambios en las características de algunos fusibles. Estos cambios pueden causar incremento de calor en el fusible, hasta el punto en que su cilindro se dañe severamente. Aún con este calor adicional, puede ser que el fusible no se funda. Como resultado, con el tiempo, el aislamiento en el tablero de distribución o interruptor puede degradarse al punto que pueda ocurrir una falla con una seria descarga de arco.

Los fusibles con tiempo retardado o de bajo punto de fundición (rotulados "D", "P" respectivamente) o los fusibles listados en la Regla 080-212(b), no tienen este problema. Los fusibles listados en la Regla 080-212(b) tienen una impedancia menor y están menos sujetos al sobrecalentamiento. Los fusibles listados en la Regla 080-212(b) también están disponibles con las mismas características de bajo punto de fundición como la "P". Se resalta la rotulación de estos fusibles en la Regla 080-200.

Propósito de la Regla 080-610. Los fusibles deben ser de Tipo "P", "D" o los fusibles listados en la Regla 080-212(b) siempre y cuando protejan los circuitos donde más del 50% de la carga es de naturaleza cíclica. Ejemplos de cargas cíclicas son calentadores del espacio, secadoras de ropa o calentadores de agua, todos termostáticamente controlados. Los fusibles listados en la Regla 080-212(b) usado en casa habitación deben tener también las características del bajo punto de fusión y deben estar marcados como se requiere en la Regla 080-200.

Sustento de la Regla 080-612. Algunas instalaciones eléctricas están equipadas con equipos de transferencia para los sistemas de suministro de energía de emergencia para mantener la continuidad del servicio cuando falle la alimentación normal. La mayoría de hospitales tiene este equipo eléctrico. Los mecanismos de transferencia pueden ser manuales o automáticos. Un interruptor de transferencia incorrectamente diseñado, puede ocasionar que el sistema de energía de emergencia, energice inesperadamente un circuito de distribución desenergizado en el que el personal está trabajando.

Propósito de la Regla 080-612. Se indica que el equipo eléctrico de transferencia, sea diseñado, instalado y mantenido de tal manera que nunca ocurra la interconexión inadvertida de dos fuentes de energía durante cualquier operación de los interruptores.

Dispositivos de Estado Sólido

Sustento de las Reglas 080-700, 080-702 y 080-704. (Véase la Figura 080-704). La Figura 080-704 muestra un diagrama esquemático simplificado de una fuente de energía ininterrumpible (UPS) que suministra energía en forma permanente a una carga crítica, cuando la fuente de energía normal falla. Tales sistemas normalmente están provistos para alimentar a las computadoras y equipos de procesamiento de datos, que son vulnerables a las fluctuaciones en la tensión de ingreso y la frecuencia, así como para actuar en casos de emergencias. En operación normal, el rectificador mantiene a la batería cargada y el inversor alimenta a la carga crítica. En el evento de una falla de la alimentación normal, la batería se queda a cargo hasta que se restablezca la alimentación normal. La transferencia de los dispositivos de estado sólido "cierran" o conducen solamente si falla el inversor, después del cual, la carga crítica es alimentada directamente de la alimentación normal. Estos sistemas pueden ser tan grandes como 1 000 kW y las baterías pueden alimentar la carga hasta por 4 horas aproximadamente, dependiendo del requerimiento individual. Este circuito

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

presenta un posible peligro, si el interruptor de estado sólido falla y hace un cortocircuito o tiene pérdidas de energía de la batería y el inversor, puede fluir de regreso a la fuente de alimentación normal. Si la fuente de alimentación normal falla y está siendo mantenida o arreglada, existe un peligro para el personal que está trabajando para restaurarla, aunque se haya abierto la desconexión del ingreso del servicio principal. Una falla en el rectificador no es peligrosa, ya que está alimentada por un transformador que evitaría que la energía de la corriente continua se retroalimente.

Es conocido que los dispositivos de desconexión de estado sólido son dispositivos "aisladores de potencia" pero no "aisladores de la tensión" y que tienen inherentes fugas resistivas y capacitativas. También es posible que vayan a fallar en un modo de corto circuito.

Propósito de las Reglas 080-700, 080-702 y 080-704. Los dispositivos de estado sólido no deben ser usados como medios de desconexión.

Cuando los dispositivos de estado sólido son usados en una forma en que sus pérdidas de corriente o falla pueda causar una transferencia de energía entre las diferentes fuentes de energía (tales como la alimentación normal o la batería en la Figura 080-704), la intención es que se provean los medios de desconexión suplementarios, que cuando se abran, van a evitar dicha transferencia entre fuentes de energía.

Este medio o estos medios de desconexión deben ser instalados en forma integral con, cerca de, o la vista del dispositivo de estado sólido y deben mostrar una señal de prevención o advertencia de que el medio de conexión debe ser abierto si falla la energía en cualquier fuente de alimentación, o antes de dar servicio a cualquier parte de los circuitos de las otras fuentes de energía. La señal también debe advertir que tanto los terminales de línea y de carga pueden estar con tensión, aún cuando estén en la posición de "abierto". También, todas los otros medios de desconexión en el sistema normal de suministro, deben mostrar señales advirtiendo que existen otras fuentes de energía en el sistema y que la desconexión suplementaria debe ser abierta para prevenir una retroalimentación de esos sistemas.

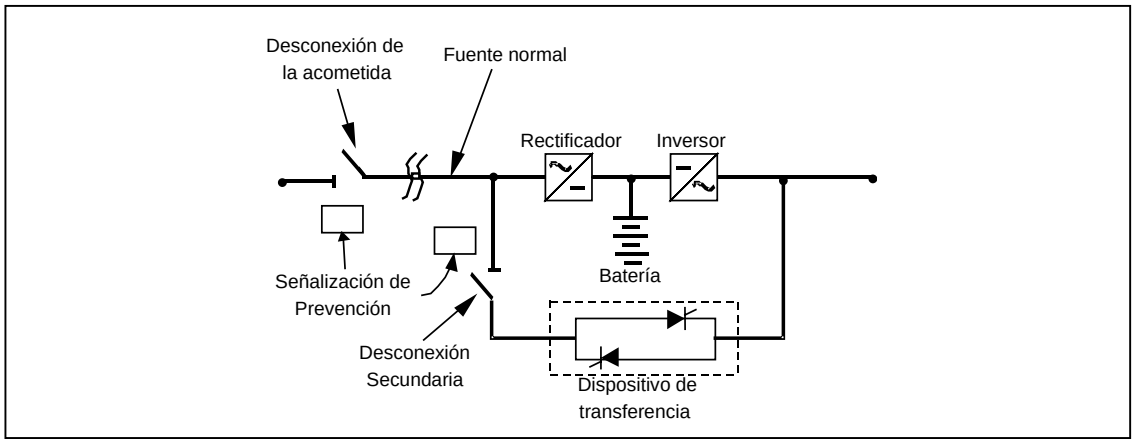


Figura 080-704
Fuente de Energía Ininterrumpible (UPS) con Desconexión Secundaria para Evitar Retroalimentación

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 090

CIRCUITOS CLASE 1 Y CLASE 2

Generalidades

Sustento de la Regla 090-000. Las reglas que se mencionan en las Secciones generales del Código se aplican a la instalación eléctrica de equipos eléctricos, cuyo objetivo es el manejo de la energía. Los tipos de los circuitos identificados en el Alcance de la Sección 090, con las limitaciones de potencia, corriente y tensión impuestas por las reglas subsiguientes de esta Sección, pueden instalarse de manera segura sin considerar todas las precauciones comprendidas en las reglas generales.

En el Código se incluye una Sección sobre los sistemas de comunicaciones (Sección 340). Algunos circuitos de comunicaciones también pueden cumplir con los límites de potencia de los circuitos Clase 2; sin embargo, no se les denomina circuitos Clase 2. Para evitar la confusión, se da una regla que excluye a los circuitos de comunicaciones de la aplicación de la Sección 090.

Asimismo, se ha excluido los circuitos que forman parte integrante de un dispositivo. La evaluación de éstos esta cubierta por el proceso de aprobación de equipos eléctricos que se describe en la definición de aprobado.

A pesar de que más adelante se trata este punto de una manera más completa, se debe plantear dos premisas (en base a la consideración internacional de la experiencia, teoría y experimento) si es que se va a seguir la lógica en esta Sección:

(a) En la mayoría de las condiciones (normal), las tensiones menores de 30 V no constituyen un peligro de electrocución tal que requieran un conjunto de reglas de instalación tan restrictivas como las que requieren las tensiones mayores de 30 V .

(b) En la mayoría de las condiciones (normal), los niveles de potencia menores de 100 VA no constituyen un peligro de incendio tal que un conjunto de reglas tan restrictivas como las que requieren los niveles de potencia mayores de 100 VA .

Una excepción notable a estas generalizaciones son los lugares peligrosos, tal como se define en la Sección 010 y se explica en las Secciones 110 y 120.

Propósito de la Regla 090-000. El objetivo es que los circuitos de control remoto Clase 1 y Clase 2, los circuitos de señalización Clase 1 y Clase 2, los circuitos de potencia de extra baja tensión Clase 1 y los circuitos de potencia de baja energía Clase 2 sean instalados de acuerdo con la Sección 090.

Además, se debe leer cuidadosamente las definiciones dadas para circuito de control remoto, circuito de señalización, circuito de potencia de extra baja tensión y circuito de potencia de baja energía, a fin de entender lo que se incluye. Asimismo, debe de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

remitirse a las limitaciones del circuito Clase 1 de la Regla 090-100 y a las limitaciones de un circuito Clase 2 de la Regla 090-200. Los ejemplos para los circuitos Clase 1 pueden encontrarse en las instalaciones de los dispositivos de control industrial. Los ejemplos comunes de los circuitos Clase 2 son los circuitos que alimentan a los relés, timbres, zumbadores (bocinas) y equipos electrónicos de baja potencia.

Los equipos de comunicación pueden instalarse de manera segura utilizando diferentes reglas y procedimientos. Cualquier instalación eléctrica que corresponda a la definición de sistema de comunicación de la Sección 010 debe cumplir con la Sección 340.

Se puede también encontrar circuitos comprendidos en el Alcance de esta Sección, como parte integrante de equipos eléctricos. Se trata de que estas partes sean diseñadas de acuerdo con las Normas pertinentes y aprobadas de acuerdo con la definición de aprobado de la Sección 010.

Sustento de la Regla 090-002. Las reglas de la Sección 090 contienen ciertas diferencias de los requerimientos de instalación eléctrica de las Secciones generales del Código. Esta regla asegura que las reglas especiales sean aplicadas sólo a las partes del circuito derivado fuera de las cuales está asegurada la limitación de tensión, corriente o potencia.

Propósito de la Regla 090-002. El objetivo es que las instalaciones eléctricas llevadas a cabo de acuerdo con las reglas de la Sección 090 tengan una tensión, corriente y potencia limitadas en todas las partes del circuito. Para lograr esto, los dispositivos de sobrecorriente o las fuentes de energía limitada deben ser aprobadas para ser alimentados desde un circuito de potencia (que no satisfaga las limitaciones descritas en el Alcance). El objetivo es también que estos sean aprobados para servir como una demarcación entre el circuito de potencia y los circuitos Clase 1 o Clase 2.

Sustento de la Regla 090-004. Los circuitos derivados que suministren energía a no más de 30 V pueden ser considerados idóneos para la instalación eléctrica de acuerdo con las reglas de alambrado para los circuitos Clase 2. Sin embargo, el nivel de potencia en los circuitos Clase 1 puede ser de hasta 1 000 VA, lo cual representa un mayor peligro de incendio que la potencia máxima permitida en los circuitos Clase 2. Se debe utilizar las reglas más estrictas.

Propósito de la Regla 090-004. El objetivo es que los circuitos derivados sean instalados con las restricciones que sean necesarias donde los niveles de corriente excedan a aquellas especificadas en la Regla 090-200, aun cuando la tensión de servicio no sobrepase de 30 V . Cuando el nivel de potencia del circuito sea 1 000 VA o menos, es necesario que las restricciones sean aquellas impuestas para los circuitos Clase 1 (véase también la Regla 090-100).

Sustento de la Regla 090-006. Se considera que un circuito con corriente limitada a niveles que no sobrepasen a aquellos circuitos Clase 2, presenta el mismo nivel limitado de electrocución y exposición a incendio que el circuito Clase 2. Esto sigue siendo evidente aun cuando el circuito es utilizado para algún otro fin que no sea el de control remoto o señalización.

Propósito de la Regla 090-006. El objetivo es que los circuitos puedan ser instalados de acuerdo con las reglas para los circuitos Clase 2 cuyas corrientes son limitadas según la Regla 090-200, aunque no sean circuitos de control remoto o de señalización.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Dichos circuitos pueden ser utilizados para aplicaciones específicas, por ejemplo, para el alumbrado, rotores de antena parabólica o para accionar algunos equipos electrónicos.

Sustento de la Regla 090-008. Los lugares peligrosos son los sitios donde existe mayor posibilidad de que ocurra incendios o explosiones a partir de chispas no controladas y altas temperaturas. En consecuencia, los requerimientos más estrictos deben centrarse en la instalación eléctrica de los equipos. Las instalaciones eléctricas, aún satisfaciendo todas las condiciones impuestas por la Sección 090, pueden presentar un peligro potencial de incendio o explosión en un lugar peligroso. Por esta razón, se exige que éstas también cumplan con los requerimientos impuestos por las Secciones 110 y 120.

Propósito de la Regla 090-008. El objetivo es que las instalaciones eléctricas que cumplan con los requerimientos de la Sección 090, también lo hagan con los requerimientos de la Sección 110 cuando se realice instalaciones en un lugar peligroso.

Sustento de la Regla 090-010. Tal como se verá más adelante, las reglas que rigen la instalación eléctrica de los circuitos Clase 1 son más restrictivas que aquellas que rigen la instalación eléctrica de los circuitos Clase 2. Los circuitos de tipo Seguridad Médica deben ser instalados con mucho cuidado a fin de asegurarse que estos operen adecuadamente al momento de ser requeridos. A pesar de que la corriente en dichos circuitos pueda ser limitada de tal manera que satisfaga los requerimientos del circuito Clase 2, el papel de seguridad que desempeña justifica su instalación de acuerdo con las reglas para los circuitos Clase 1.

Propósito de la Regla 090-010. El objetivo es que los circuitos derivados para los dispositivos de control de seguridad sean instalados de acuerdo con los requerimientos para los circuitos Clase 1, aunque los niveles de corriente no excedan de las limitaciones para los circuitos Clase 2.

Sustento de la Regla 090-012. Por lo general, se considera que la exposición a los peligros de electrocución e incendio que presentan los circuitos de comunicaciones, es menor que lo que presentan los circuitos que operan a tensiones y corrientes hasta los máximos niveles permisibles para los circuitos Clase 1. El propósito de la Subregla (1) es el de reducir el riesgo tanto de los equipos de comunicación como del personal que realizan su mantenimiento.

La Subregla (2) establece que los circuitos Clase 2 deben ser tratados como circuitos de comunicación cuando los circuitos compartan un cable con un circuito de comunicación. De esta manera, se reduce la posibilidad de confusión durante el trabajo y el conflicto entre dos procedimientos de instalación eléctrica, las cuales deben ser seguras en estas circunstancias.

Propósito de la Regla 090-012. El objetivo es que los circuitos Clase 1 no recorran por el mismo cable que los circuitos de comunicación. Se reconoce que los circuitos de control remoto y de señalización Clase 2, pueden formar parte de un cable ensamblado que contenga conductores del sistema de comunicación. En dicho caso, los conductores del circuito Clase 2 deben ser considerados parte del sistema de comunicación y deben ser instalados de acuerdo con la Sección 060.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Circuitos Clase 1

Sustento de la Regla 090-100. En un circuito de potencia Clase 1 debe existir una limitación de potencia máxima a fin de evitar la aplicación indebida de las reglas. Según su definición, un circuito de extra baja tensión no puede operar a más de 30 V y la experiencia ha demostrado que 1000 VA debe ser el valor de potencia relativamente seguro.

Con referencia a la Subregla (2), los circuitos de control remoto y de señalización, por su naturaleza no utilizan grandes cantidades de potencia. De esta manera, sólo es necesario una limitación de tensión.

Propósito de la Regla 090-100. El objetivo es que sólo los circuitos que satisfagan la potencia y las limitaciones de tensión establecidas sean instalados utilizando reglas especiales para los circuitos Clase 1.

Sustento y Propósito de la Regla 090-102. Las instalaciones eléctricas de los circuitos Clase 1 pueden presentar un peligro de electrocución e incendio tanto como las instalaciones eléctricas de los circuitos de potencia. Los requerimientos para dichos elementos tales como cubiertas de protección, espaciado de equipos, capacidad de corriente del conductor, codificación de colores, puesta a tierra y protección contra sobrecorriente son tan aplicables a los circuitos Clase 1 como a los circuitos de potencia. Las excepciones de seguridad, identificadas a través de la experiencia, se indican en las Reglas 090-104 a la 090-118.

Sustento de la Regla 090-104. La Sección 080 incluye las reglas para determinar la protección contra sobrecorriente requerida para un circuito derivado. Sin embargo, existen requerimientos para tipos específicos de equipos eléctricos en otras Secciones. De manera más específica, la Sección 150 enfoca la protección contra sobrecorriente para transformadores y condensadores; la Sección 160 para motores. Se ha elaborado la Regla 090-104 para aclarar que los circuitos Clase 1 son los mismos que los circuitos de potencia respecto a la protección contra sobrecorriente, con dos excepciones. La Subregla 1(b) se ocupa de la primera excepción. La Sección 080 no contiene toda la información necesaria para determinar el valor nominal de los dispositivos de sobrecorriente para conductores de 1,5 mm^2 y 1,0 mm^2 . Se ha comprobado que los valores especificados proporcionan niveles adecuados de seguridad en las aplicaciones del circuito Clase 1 (aunque la parte de cableado del equipo del Tabla 12 requiera utilizar valores más conservadores).

La segunda excepción se encuentra en la Subregla (2). La Sección 150 cuenta con un amplio conjunto de reglas relacionadas a la protección contra sobrecorriente en el lado primario de un transformador en su corriente primaria nominal. Reglas extensivas no son necesarias para los transformadores en los circuitos Clase 1. Por lo general las cargas están fijadas y son conocidas. La protección secundaria proporciona una protección adecuada contra sobrecarga tanto para los circuitos primarios como secundarios. Se debe proporcionar una protección adecuada contra cortorcircuito mediante un dispositivo de sobrecorriente seleccionado para el circuito que alimenta al transformador.

Nota: *La Regla 090-106 contiene una tercera excepción.*

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 090-104. (Véase la Figura 090-104). El objetivo es que los circuitos Clase 1 cuenten con una protección contra sobrecorriente de acuerdo con la Sección 080 del Código. Para los conductores de secciones 1,0 mm^2 y 1,5 mm^2, la máxima protección de sobrecorriente debe ser 5 A y 10 A, respectivamente.

Es necesario que los transformadores sean protegidos de conformidad con la Sección 150. Sin embargo, se puede omitir la protección contra sobrecorriente primaria cuando

(a) Exista una protección contra sobrecorriente del circuito secundario; y

(b) Exista una protección normal contra sobrecorriente en el circuito derivado que suministra al transformador; y

(c) El transformador esté blindado.

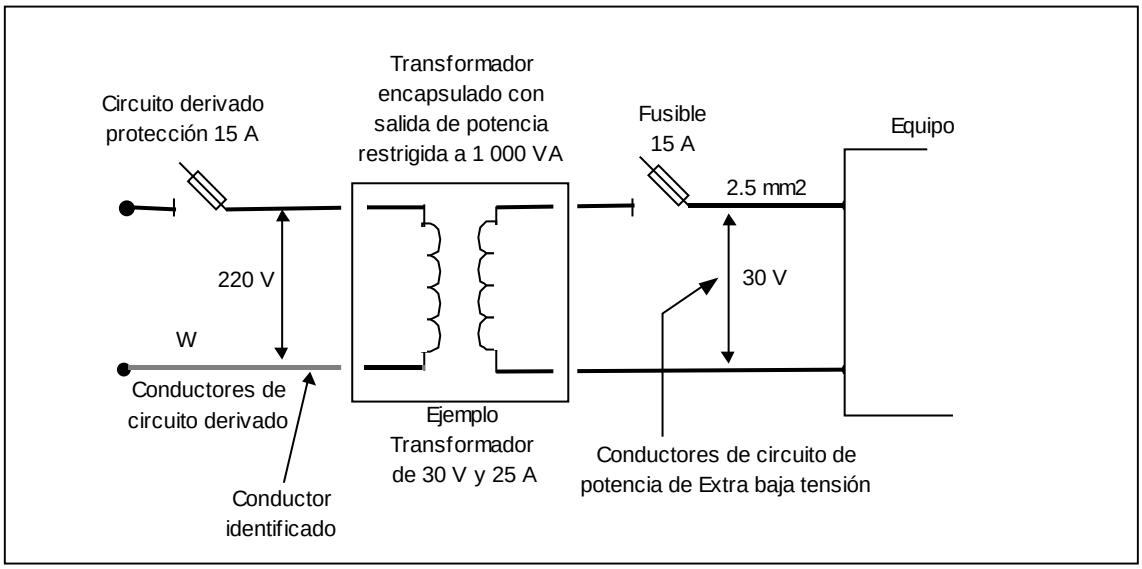


Figura 090-104
Típica Protección contra Sobrecorrientes de un Circuito de Potencia de Extra Baja Tensión Clase 1

Sustento de la Regla 090-106. Un requisito de seguridad eléctrica fundamental es que la protección contra sobrecorriente esté ubicada donde exista una reducción de sección del conductor. La Sección 080 contiene algunas reglas menos restrictivas para casos específicos en la Regla 080-100. Esta regla elimina dichas exigencia menores para los circuitos Clase 1. Para cubrir los casos específicos, ésta permite que el dispositivo de sobrecorriente sea parte integral del suministro del circuito Clase 1, y no en el punto exacto donde se realiza la conexión del alambrado en obra.

Propósito de la Regla 090-106. El objetivo es que las exigencias menores de la Sección 080 respecto a la ubicación de los dispositivos de sobrecorriente en relación a la reducción del tamaño del conductor, no se aplique a los conductores que forman parte de un circuito Clase 1.

Sustento de la Regla 090-108. Cuando se instalen circuitos de potencia de extra baja tensión, se necesita saber qué es una fuente adecuada. Los requerimientos de esta regla se basan en los diseños de los transformadores de extra baja tensión representativos, incluyendo las impedancias internas normales.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 090-108. El objetivo es que cualquier fuente de alimentación para el circuito de potencia de extra baja tensión Clase 1 (incluyendo el transformador fuente) sea limitada por las especificaciones contenidas en la regla, a fin de reducir el riesgo de incendio.

Sustento y Propósito de la Regla 090-110. La regla considera los conductores de cobre de 1,5 mm^2 y 1,0 mm^2 ya que muchos de los circuitos Clase 1 no requieren de la capacidad de potencia de un conductor de 2,5 mm^2 (la sección mínima reconocida para el cableado en obra de los circuitos de potencia en las Secciones del Código). No todos los conductores de 1,5 mm^2 y 1,0 mm^2 reconocidos según la Regla 090-112 que son utilizados en los circuitos Clase 1 han sido sometidos a la prueba de resistencia a la abrasión. No todos son resistentes como aquellos que las reglas sobre métodos de cableado desarrollado en la Sección 070. Por lo tanto, se debe tener especial cuidado durante la instalación eléctrica a fin de evitar que se ocasionen daños a los conductores.

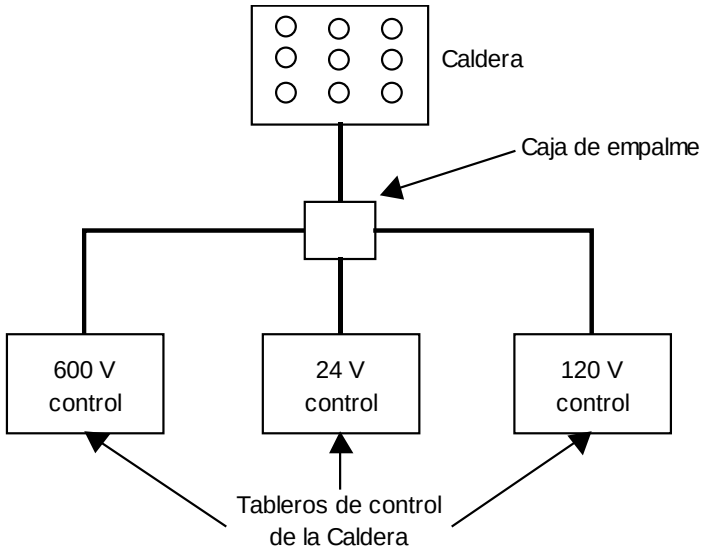
Sustento y Propósito de la Regla 090-112. En el Tabla 19 se enumera todos los alambres y cables aprobados para el cableado en obra, con sus clasificaciones de uso. Cualquier conductor adecuado para el cableado de energía eléctrica también puede ser utilizado en el cableado de los circuitos Clase 1. Para asegurar que existen conductores de 1,0 mm^2, 1,5 mm^2 y 2,5 mm^2 aprobados para el cableado de un circuito Clase 1, se ha determinado una menor exigencia para el uso del conductor de equipos (el cual ha sido aprobado para el cableado interno del equipo eléctrico) mientras se reconoce las limitaciones extra en su uso contenidas en la Regla 090-110.

Sustento de la Regla 090-114. La práctica general del Código, no permite conductores de diferentes fuentes de alimentación en la misma cubierta de protección, a menos que se tomen precauciones especiales (véanse las Reglas 070-904, 070-3032 y 080-414). Lo que es preocupante es que aquellos que trabajan en una cubierta o caja alimentada por más de una fuente, puedan desconectar una fuente y creer que todas las partes están desenergizadas, y de esta manera estar expuestos al peligro de electrocución.

A pesar de que el Código no fomenta alimentar una sola cubierta desde más de una fuente, la Regla 090-114 establece que para los circuitos Clase 1 dicha práctica es permisible. Los circuitos Clase 1 son diferentes: estos son utilizados en aplicaciones especializadas; quienes trabajan con equipos eléctricos por lo general están familiarizados con estos; y se puede esperar que circuitos diferentes sean utilizados para funciones relacionadas cuando estén agrupados y de manera frecuente son desenergizados como un solo grupo.

Propósito de la Regla 090-114. (Véase la Figura 090-114). Cuando los conductores de un circuito Clase 1 comparten una cubierta (para su protección mecánica) con los conductores de un circuito de potencia u otro circuito Clase 1, el objetivo es que todos los conductores sean aislados para la máxima tensión presente. Además, la intención es que se permita un circuito de alimentación en la misma cubierta, como conductores de circuito Clase 1 sólo si los conductores de alimentación y los conductores de circuito Clase 1 son conectados al mismo equipo.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota: La Regla 090-114 permite el alambrado para circuitos de control de 24 V desde la entrada a la caja de empalme y que comparta la misma canalización con los circuitos de control de 600 V y 220 V, con conductores que tengan aislamiento de 600 V (mayor tensión). El circuito de 24 V puede ser instalado de acuerdo con los requerimientos de los circuitos de Clase 1 en toda su longitud. Esto puede ser más económico que instalar un circuito de 24 V Clase 2. Si el circuito de 24 V es designado como Clase 2, la Regla 090-212 requiere la separaciónd los conductores, de los otros conductores de los circuitos de control por medio de una barrera aceptable.

Figura 090-114
Aplicación de la Sección 090 para Circuitos de Control

Sustento de la Regla 090-116. Tal como lo establece la Regla 090-010, los circuitos de seguridad médica son circuitos Clase 1. La Regla 090-102 permite instalar los conductores de los circuitos de control remoto Clase 1 utilizando cualquiera de los métodos de cableado de la Sección 070. Sin embargo, se debe tener especial cuidado con los circuitos de seguridad médica, a fin de protegerlos contra daños inesperados que pueden impedir que cumplan su función frente a una situación de emergencia. Los conductores deben ser colocados en una tubería pesada, una tubería metálica para uso eléctrico, o estar provistos con una protección mecánica equivalente.

Propósito de la Regla 090-116. El objetivo es que los circuitos Clase 1 que llevan a cabo las funciones de seguridad médica sean protegidos contra daños inesperados. Esto implica que los conductores sean instalados de tal manera que se prevenga:

(a) Daños por excesivo calor; y

(b) Daños por excesiva humedad o corrosión, según los requerimientos de la Sección 130; o

(c) Daños mecánicos inesperados debido al uso de tubería pesada, tubería metálica eléctrica para uso eléctrico, u otros medios que proporcionen protección mecánica equivalente.

Sustento de la Regla 090-118. A pesar de que los circuitos Clase 1 son utilizados de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

manera poco frecuente, surgen situaciones en que estos se extienden fuera de una edificación. Ya que los métodos de cableado para los circuitos Clase 1 dentro de una edificación difieren un poco de aquellos utilizados para los circuitos de potencia, las reglas para los circuitos de potencia externos también son apropiados para los circuitos Clase 1.

Propósito de la Regla 090-118. El objetivo es que los circuitos Clase 1 aéreos externos sean instalados utilizando las reglas para el cableado expuesto al aire libre de las edificaciones y el cableado entre las edificaciones del mismo lugar.

Circuitos Clase 2

Sustento de la Regla 090-200. Existen valores de corriente y tensión que en condiciones normales no presentan un peligro tan grande de electrocución como aquellos que existen en los circuitos de potencia. De manera similar, existe un valor de potencia por debajo del cual no existe ningún peligro de incendio significativo. No es necesario tomar las mismas precauciones para los circuitos diseñados para limitar la corriente, tensión y potencia a valores inferiores específicos de la Regla 090-200 durante la instalación eléctrica, como para los circuitos de potencia. Se ha elaborado la Regla 090-200 para presentar los valores críticos, utilizando los resultados de la experiencia, teoría y experimentación.

Propósito de la Regla 090-200. El objetivo es limitar la potencia disponible en los circuitos de Clase 2 haciendo que la máxima salida de corriente de las fuentes de energía Clase 2 dependa de la tensión de circuito abierto (en vacío). Se sabe que en el caso de los transformadores la potencia de salida debe ser mayor. La tensión de circuito abierto rige la capacidad de corriente de salida de los diversos dispositivos indicados.

El objetivo es que los circuitos que operan a tensiones de hasta 20 V cuenten con una protección contra sobrecorriente. Sin embargo, dicha protección de sobrecorriente puede obviarse en alguna de las cuatro condiciones siguientes:

(a) Cuando la fuente de tensión sea una batería primaria que no suministre corriente de cortocircuito que sobrepase de 7,5 A, 1 minuto después que se haya aplicado el cortocircuito. Las baterías primarias pueden constar de una o más pilas eléctricamente conectadas bajo la misma cubierta, cada pila produciendo una corriente eléctrica mediante una reacción electroquímica.

(b) Cuando la fuente de tensión sea un transformador Clase 2, aprobado según la definición aprobado, y que cumpla con la Subregla (2) y la Regla 090-204.

(c) Cuando la fuente limite de manera inherente la corriente en condiciones normales de funcionamiento o en condiciones de falla a un valor que no sobrepase de 5 A . Los ejemplos de los limitadores de corriente incluyen una alta impedancia inherente en la fuente y resistencias.

(d) Cuando se compruebe que la fuente posee una salida Clase 2 (por ejemplo, los rotores de la antena parabólica con “posistores” (resistencias de coeficiente positivo de temperatura, para limitar la corriente)).

Asimismo, cuando la tensión de circuito abierto permanezca entre 20 V y 30 V, el objetivo es que los circuitos tengan una protección contra sobrecorriente. La

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

protección contra sobrecorriente puede obviarse en cualquiera de las cuatro condiciones siguientes:

(i) Cuando la fuente de tensión sea una batería primaria que, al ser puesta en cortocircuito, no pueda suministrar una corriente de cortocircuito que sobrepase de 5 A, luego de 1 minuto.

(ii) Cuando la fuente de tensión sea un transformador Clase 2 aprobado (como se indicó anteriormente).

(iii) Cuando la fuente limite de manera inherente la corriente en condiciones normales de funcionamiento y de cortocircuito al valor en amperes igual a no más de 100 dividido entre la tensión de circuito abierto (en volts).

(iv) Cuando se compruebe que la fuente posee una salida Clase 2.

El propósito es que los circuitos con tensiones de circuito abierto de más de 30 V pero de menos de 60 V, cuenten con dispositivos de sobrecorriente y el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente no exceda del valor en amperes igual a 100 dividido entre la tensión de circuito abierto. El dispositivo de sobrecorriente puede obviarse cuando la fuente:

(1) Sea una transformador Clase 2; o

(2) De manera inherente limite la corriente de máximo funcionamiento normal o de falla al valor en amperes que no exceda de 100 dividido entre la tensión de circuito abierto.

Cuando la tensión de circuito abierto es mayor de 60 V pero menor de 150 V, el objetivo es que exista tanto una protección contra sobrecorriente así como algún otro medio que limite la corriente. El objetivo es que la tensión en un circuito Clase 2 no exceda de 150 V . Aunque llegar a 150 V sea potencialmente riesgoso, la potencia limitada existente en los circuitos Clase 2 limita su utilidad a una pocas aplicaciones altamente especializadas y de esta forma se limita la exposición a la electrocución.

Además, otro objetivo es que el nivel de potencia de un circuito Clase 2 no sobrepase el existente en una sola fuente de alimentación Clase 2, nuevamente para limitar la exposición a la tensión, corriente y potencia.

Una fuente de alimentación Clase 2 no debe estar conectada en serie o en paralelo con otra.

Sustento de la Regla 090-202. Es la protección contra sobrecorriente, transformador u otro limitador de corriente, los que limita la tensión, corriente o potencia de un circuito, para hacerlo idóneo para las menores exigencias de la reglas de cableado Clase 2. El cableado o alambrado de los limitadores de corriente no puede considerarse protegido y debe ser instalado como si fuera alambrado para un circuito de potencia.

Propósito de la Regla 090-202. El objetivo es que los requerimientos identificados en las reglas subsiguientes, para el alambrado sólo de los circuitos Clase 2, se apliquen al lado de carga de los dispositivos que limitan la tensión, corriente o potencia suministradas al circuito.

Sustento y Propósito de la Regla 090-204. (Véase la Figura 090-204). Ya que las reglas de cableado para los circuitos Clase 2 son diferentes de aquellas para el

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cableado de potencia eléctrica, es importante que los que diseñan, instalan, inspeccionan o reparan los circuitos Clase 2 sean capaces de asegurarse fácilmente (incluso luego de la instalación eléctrica) que están utilizando una fuente de alimentación Clase 2.

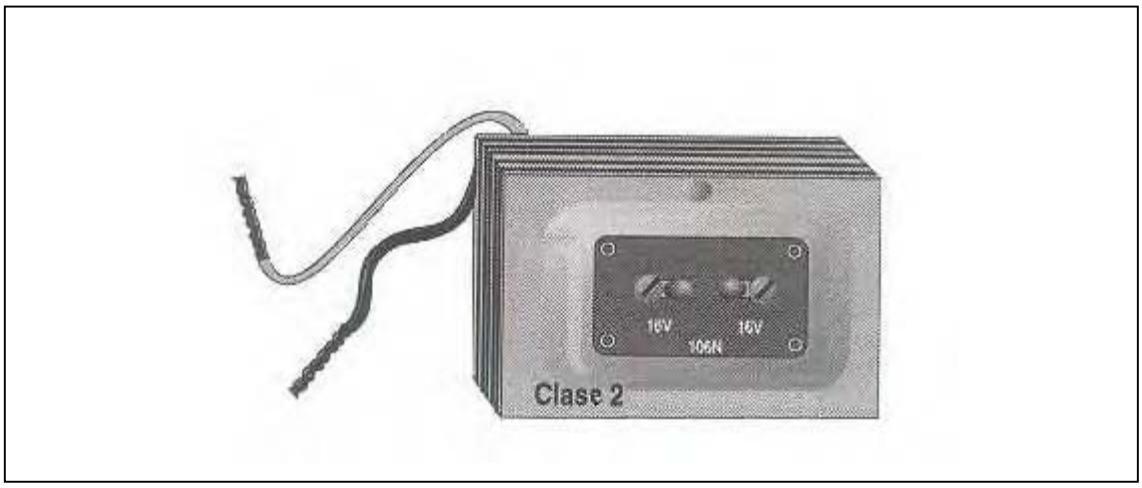


Figura 090-204
Fuente Clase 2

Sustento de las Reglas 090-206 y 090-208. Para la Regla 090-206, la protección contra sobrecorriente de los circuitos de potencia presentan una limitada posibilidad de intercambio (por ejemplo, los fusibles de cartucho de 15, 20, 25 y 30 A pueden encajar en el mismo portafusible). La protección contra sobrecorriente juega un papel fundamental en la limitación de la corriente disponible en un circuito Clase 2. Para prevenir que un dispositivo de sobrecorriente incorrectamente especificado sea colocado imprudentemente en un circuito Clase 2; el dispositivo de sobrecorriente no debe ser del tipo intercambiable.

Para la Regla 090-208, por lo general el Código exige que un dispositivo de sobrecorriente sea colocado en el punto donde el conductor recibe el suministro de energía. La Regla 050-100 contiene algunas excepciones aplicables a los circuitos de potencia y se basa en otras protecciones de compensación de dicha regla. La Sección 090 no es tan explícita en los métodos de cableado para los circuitos Clase 2 y no prevé las protecciones de compensación. No se desarrollan los tipos de las excepciones contenidas en la Regla 080-100.

Propósito de las Reglas 090-206 y 090-208. (Véase la Figura 090-206). El objetivo es que la protección contra sobrecorriente utilizada para los circuitos Clase 2 sean de tal tipo que un dispositivo de sobrecorriente de una corriente nominal no sea intercambiable con aquel de otra corriente nominal.

El dispositivo de sobrecorriente puede ser parte de la fuente de alimentación y no es necesario separarlo de la misma.

El dispositivo de sobrecorriente para un circuito Clase 2 (cuando sea necesario uno) puede ser ubicado en el punto donde el conductor de circuito Clase 2 recibe el suministro de energía.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

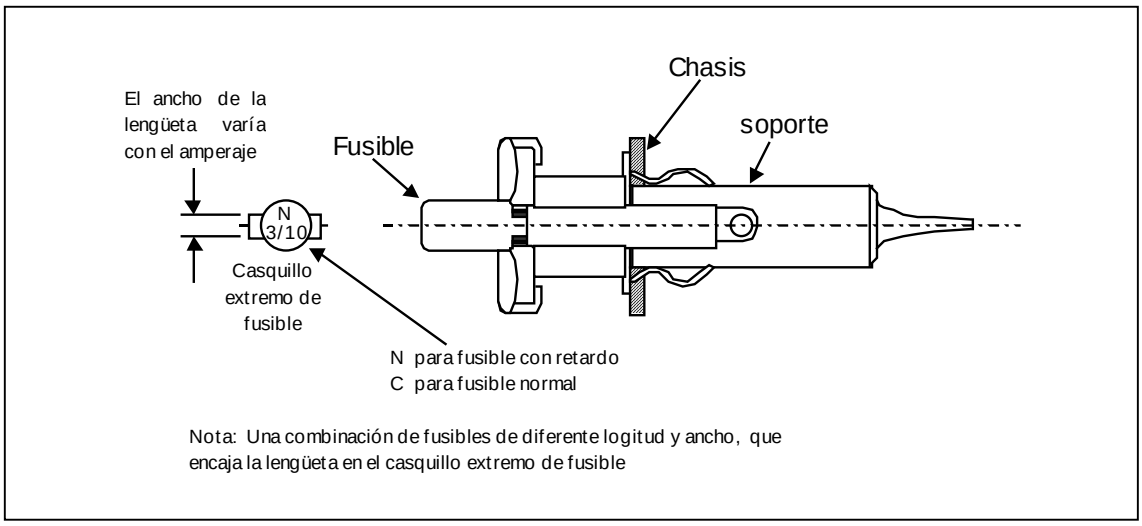


Figura 090-206
Fusible Tipo No Intercambiable

Sustento de la Regla 090-210. Los circuitos Clase 2, ya que funcionan a niveles de potencia comparativamente bajos, no requieren de conductores de gran calibre como los circuitos de potencia. Aunque los conductores aprobados para ser utilizados en los circuitos de potencia, pueden ser empleados en los circuitos Clase 2, existen algunos conductores especiales que se muestran en la Tabla 19 específicamente para ser utilizados en los circuitos Clase 2 que funcionan a 30 V o menos (por ejemplo, cables y conductores de control de extra baja tensión). Cuando los cables del equipo menores de 2,5 mm^2 son instalados en una canalización, se pueden utilizar los tipos de cable para uso no tan pesado indicados en la Tabla 11.

Con respecto a las Subreglas (2) y (5), los conductores de control tipo extra baja tensión, al ser menos resistentes que otros conductores que se indican en la Tabla 19, requieren especial cuidado durante la instalación eléctrica y son adecuados para ser utilizados sólo para aplicaciones limitadas. La Regla 090-210 contiene indicaciones para evitar que se cause daño mecánico a los conductores durante y después de la instalación.

Con respecto a la Subregla (3), los circuitos de seguridad médica, deben ser considerados como circuitos Clase 1, aunque los niveles de potencia puedan cumplir con el criterio para la Clase 2. Los conductores Clase 2 no son apropiados para dichos circuitos. De manera similar, se debe considerar que los circuitos de control de calefacción requieren mayor confiabilidad que la que se espera en caso de utilizar conductores tipo extra baja tensión.

Propósito de la Regla 090-210. El objetivo es que los circuitos Clase 2 sean instalados utilizando adecuados procedimientos de cableado, aunque la Sección 090 no especifica que se va a seguir los métodos de cableado de la Sección 070. El objetivo es que los conductores sean del tipo que se indican en la Tabla 19, a excepción de las secciones menores de 2,5 mm^2, los cables para equipo deben ser instalados en una canalización. La intención es que se debe tener especial cuidado al utilizar conductores del tipo extra baja tensión.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de las Regla 090-212. Véase la Regla 090-214

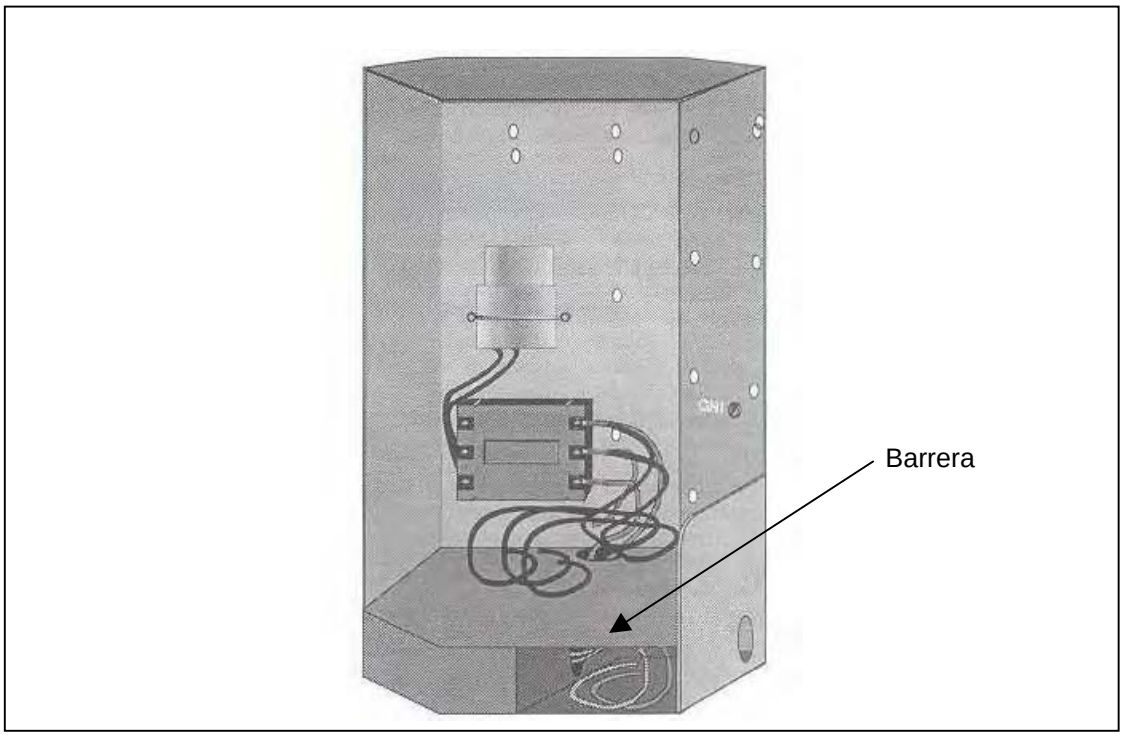


Figura 090-212
Barrera para Alambrado Clase 2

Sustento de las Reglas 090-212 y 090-214. El objetivo en las Reglas 090-212 y 090-214 es prevenir que:

(a) Una persona que se encuentre trabajando con un circuito Clase 2 haga contacto de manera inadvertida con un circuito de potencia cercano energizado; y

(b) Que ocurra una transferencia inesperada de la tensión de potencia al circuito Clase 2, que no esté aislado para soportar dicha tensión. La regla exige que se tomen medidas especiales de aislamiento; aquellas que se han identificado, incluyen barreras metálicas puestas a tierra, separación física y aislamiento.

Se debe tener especial cuidado frente a la presencia de un aislamiento de color verde de los conductores Clase 2, en aquellas cubiertas o canalizaciones, donde los conductores de circuito derivado también se encuentran presentes. El color verde está reservado para la identificación de los conductores de enlace equipotencial y puesta a tierra.

Propósito de las Reglas 090-212 y 090-214. (Véase la Figura 090-212). El propósito es que los conductores de los circuitos Clase 2 sean apartados como mínimo 50 mm de los conductores aislados de iluminación, fuerza o circuito clase 1 que funcionan a 300 V o menos. La separación puede ser 600 mm si la tensión de servicio para los conductores de iluminación, fuerza o circuitos Clase 1 excede de 300 V . Sin embargo, las separaciones pueden reducirse en caso de haber otros medios efectivos, tales como:

(a) Tendido de los conductores de iluminación, fuerza o circuitos Clase 1 o Clase 2

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

en canalizaciones metálicas que estén enlazadas a tierra;

(b) Tendido de los conductores de iluminación, fuerza o circuito Clase 1 en cables con chaqueta metálica o blindaje que estén enlazados a tierra;

(c) Si los conductores de iluminación, fuerza o circuito Clase 1 funcionan a 300 V o menos, están en cables no metálicos enchaquetados; o

(d) Uso de un aislamiento adicional tanto en los conductores Clase 2 o de iluminación, fuerza o circuito Clase 1 (por ejemplo, tubería pesada no metálica, tubería flexible, tubería de porcelana, o su equivalente).

Cuando los conductores de iluminación o fuerza están desnudos, todos los conductores Clase 2 ubicados en el mismo espacio deben ubicarse en canalizaciones metálicas enlazadas a tierra. Además, cuando el cableado expuesto funcione a tensiones de hasta 15 kV, no se debe ubicar ninguna abertura en la canalización dentro de los 2 m del conductor desnudo. Cuando los conductores desnudos funcionen a tensiones superiores a 15 kV, la separación mínima debe ser de 3 m .

Con respecto a las cajas de salida, cajas de empalme, compartimientos, canalizaciones o accesorios similares, los conductores de circuito Clase 2 no deben ser ubicados en el mismo espacio que los conductores de iluminación, fuerza o circuito Clase 1, a menos que se encuentren separados de estos mediante una barrera adecuada. La única excepción a este requerimiento es para los conductores de circuito de potencia que suministran energía a los circuitos Clase 2. En este caso, los conductores de circuito Clase 2 deben ser aislados para la tensión más alta presente.

Por último, mientras se advierte que algunos conductores de circuito Clase 2 pueden tener aislamiento verde, la intención es que el cableado sea efectuado de tal forma que no haya motivo para confundir un conductor de circuito por un conductor enlazado o puesto a tierra. Cuando el conductor de circuito Clase 2 con aislamiento verde se halle en la misma cubierta de protección que los conductores de un circuito de potencia, dicho conductor debe ubicarse dentro de una chaqueta o envoltura en toda su longitud dentro de la cubierta de protección.

Sustento y Propósito de las Reglas 090-216, 090-218 y 090-220. Es importante que el paso de los conductores a través de las separaciones contra la propagación del fuego, los pozos verticales y las cámaras de sistema de ventilación, se efectúe por caminos específicos a fin de minimizar el impacto del cableado eléctrico, en la resistencia a la propagación de fuego presentes en partes de la edificación. Las Reglas 020-124, 020-126 y 070-010 deben ser consultadas; estas reglas, a su vez, aluden al Reglamento Nacional de Construcciones.

Sustento de la Regla 090-222. El equipo eléctrico que funciona a tensiones muy bajas presenta menos posibilidades de riesgos de electrocución o incendio cuando existe una cantidad limitada de energía.

Propósito de la Regla 090-222. El objetivo es que todos los equipos eléctricos de un circuito Clase 2 y que funcionan a no más de 42,4V pico con corriente continua, sean aceptables para su aplicación. Cuando los circuitos Clase 2 funcionan a más de 42,4V pico como máximo o con corriente continua, el equipo eléctrico debe estar dispuesto de tal forma que las partes vivas sean accesibles sólo a personas autorizadas.

Asimismo, el propósito es que los artefactos de iluminación, el equipo electromédico,

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

el equipo para lugares peligrosos y los termostatos que incorporan elementos de anticipación de calentamiento, sean aprobados cuando se instalen en circuitos Clase 2 que funcionan a 30V o menos.

Sustento y Propósito de las Reglas 090-224 y 090-226. Cuando los conductores de circuito Clase 2 se extienden fuera de una edificación, el objetivo es minimizar la posibilidad de contacto con los conductores de circuito de potencia que funcionan a más de 300 V y la transferencia inesperada de una tensión del circuito de potencia, a los conductores de circuito Clase 2.

Con los circuitos Clase 2 enterrados, el objetivo es protegerlos contra daños mecánicos durante y después de la instalación eléctrica (en particular de daños debido a excavaciones y acumulamiento de escarcha cuando ingresan a una edificación). A este respecto, la instalación difiere un poco de la instalación del circuito de potencia. La Sección 070 contiene las reglas apropiadas. Cuando los circuitos Clase 2 comparten una zanja común con los conductores de circuito de potencia, se debe tener en cuenta la posible transferencia inesperada de una tensión más alta al circuito Clase 2. Se ha comprobado que la separación y las chaquetas metálicas enlazadas a tierra, proporcionan una protección adecuada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 100

EQUIPOS E INSTALACIONES ESPECIALES

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 100-000. Esta sección cubre los métodos de protección en atmósferas peligrosas, así como los grados de protección de equipos e instalaciones contra agentes externos, estableciendo las prestaciones que deben cumplir los equipos, las cubiertas de equipo y las instalaciones.

Sustento y Propósito de la Regla 100-050. Se establece la clasificación de los métodos de protección en atmósferas peligrosas; de los equipos, circuitos asociados y sistemas de alambrado utilizados en lugares peligrosos.

Sustento y Propósito de la Regla 100-100. El Código IP indica los grados de protección proporcionados por la envolvente o cubierta, contra el acceso, contra la introducción de cuerpos sólidos extraños y contra el ingreso de agua. Esta formado por dos cifras siguientes, una independiente de la otra:

- Protección contra contacto y objetos sólidos.
- Protección contra líquidos.

La primera cifra característica indica la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas (partes bajo tensión o piezas en movimiento), limitando o impidiendo la introducción de una parte del cuerpo humano o de un objeto cogido por una persona, o la penetración de cuerpos sólidos extraños. Está cifra está graduada desde 0 (cero) hasta 6 (seis) y a medida que va aumentado el valor, indica que el cuerpo sólido que la envolvente deja penetrar es menor.

La segunda cifra característica, indica la protección del equipo en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales, debidos al ingreso de agua. Está graduada de 0 (cero) a 8 (ocho) y conforme aumente su valor, la cantidad de agua que intenta penetrar en el interior de la envolvente es mayor y también se proyecta en mas direcciones.

SECCIÓN 110

LUGARES PELIGROSOS

Alcance e Introducción

Sustento de la Regla 110-000. Esta regla establece que los requerimientos de alambrado determinados en la Sección 110 se aplican a los sitios que cumplen con las definiciones de lugares peligrosos. Esto indica que las reglas generales de este Código, es decir, las Secciones de la 010 a la 090 y 150, también se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 110 pueden modificar o añadirse a éstas u otras cuando sea necesario. Asimismo, permite el uso continuo del sistema de División de la clasificación del área en algunas situaciones, establece el uso del Anexo J, y aclara los tipos de equipo que pueden utilizarse en la Clase 1, División 2. El Anexo B recomienda ubicarse la instalación eléctrica fuera de los lugares peligrosos en la medida en que sea posible.

Propósito de la Regla 110-000. El objetivo es poder alertar al usuario de que es necesario aplicar las reglas de la Sección 110 cuando exista la posibilidad de que el equipo eléctrico se inflame debido a gases, vapores, polvo o fibras y partículas en suspensión. La Sección 110 proporciona las reglas para clasificar un lugar peligroso en base al grado de peligro del lugar. Cuando el área ya ha sido clasificada, las demás reglas de la Sección proporcionan las reglas de alambrado específico que se utilizarán en el lugar. Adicionalmente otro de los objetivos es que las reglas de la Sección 110 se apliquen además de aquellas de las Secciones generales de este Código (Secciones 0 a 090 y 150). Las diversas Normas de Código determinan los requerimientos específicos para la aprobación del equipo para los diversos lugares.

Los lugares Clase 1 ahora han cambiado del sistema de clasificación de División de la del sistema de clasificación de Zonas, a fin de ofrecer al usuario la opción de utilizar ya sea el sistema norteamericano: equipo aprobado y marcado con el lugar (División) en el que puede ser utilizado; o el sistema "IEC": equipo aprobado y rotulado con los métodos de protección utilizados.

Se advierte al usuario que las instalaciones existentes o las añadidas a las instalaciones existentes clasificadas en el sistema de División deben utilizar las reglas contenidas en el Anexo J110 del Anexo J. (Las reglas aplicables de la edición de este Código, que comprende el sistema de División han sido reubicadas en el Anexo J). El Anexo J no permite de manera específica el empleo del equipo **IEC** marcado con los métodos de protección; sin embargo, esta regla permite su uso en los lugares Clase 1, División 2.

Sustento de la Regla 110-002. Esta regla define los términos utilizados en esta Sección y los Anexos que tienen un significado especial para los lugares peligrosos.

Propósito de la Regla 110-002. El propósito de esta regla es definir o explicar adicionalmente el significado de los términos utilizados en la Sección 110 y sus Anexos. No se pretende definir todos los términos empleados para los lugares peligrosos. Otras definiciones pueden encontrarse en publicaciones tales como API

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Recommended Practice API 500 for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities [API Práctica Recomendada API 500 para la Clasificación de Lugares para instalaciones Eléctricas en Instalaciones Petrolíferas].

Esta Sección ha sido ampliada para que incluya los términos utilizados en el sistema IEC y explique el significado de 'ventilación adecuada', el cual es un nuevo concepto para la clasificación del área de los lugares peligrosos Clase 1. La ventilación adecuada considera el uso tanto de medios naturales y artificiales de ventilación que diluyan de manera continua las emisiones fugitivas de los lugares peligrosos Clase 1.

Los siguientes términos no se han utilizado en la Sección 110 de este Código, sin embargo, se han empleado para la explicación de las reglas:

Punto de inflamación, significa la temperatura en la cual un líquido inflamable se transforma en vapor de suficiente concentración que una chispa puede encenderlo. Por ejemplo, la gasolina tiene un punto de inflamación de -40 ºC, de modo que puede transformarse en una mezcla explosiva con el aire a cualquier temperatura ambiente normal. Por otro lado, el combustible diesel tiene un punto de inflamación de 40 ºC o mayor, de modo que no puede transformarse en vapor explosivo a menos que se caliente sobre temperaturas ambiente normales.

Emisión por fuga, se refiere a las emisiones continuas de gas y vapor inflamables, que son relativamente pequeñas, en comparación con las emisiones debido a fallas del equipo. Estas emisiones ocurren durante el funcionamiento normal de sistemas cerrados, desde componentes tales como los sellos de bomba, empaques de válvulas y empaquetaduras de bridas.

Temperatura de ignición espontánea (sinónimo de temperatura de ignición), significa la temperatura en la cual un gas, vapor o polvo puede inflamarse sin la participación de ninguna fuente externa de ignición. Esta temperatura se determina en un frasco cerrado, de modo que exista una gran diferencia de temperatura entre las tablas de la temperatura de ignición y la temperatura en la cual se produce la ignición en una atmósfera externa. Por lo tanto, se considera que las temperaturas de ignición espontáneas registradas proporcionan un amplio factor de seguridad y a menudo son utilizadas sin ningún factor de seguridad adicional.

Sustento de la Regla 110-004. Esta regla clasifica los tres lugares peligrosos básicos. Observe que la clasificación se basa en la existencia de suficiente material inflamable presente, que pueda producir una mezcla explosiva o inflamable. Una excepción es la Clase II, donde el polvo puede resultar eléctricamente conductivo.

Propósito de la Regla 110-004. Se ha dividido los peligros en tres clases: gases y vapores, polvo, y fibras y partículas en suspensión, ya que, en cada categoría, se pueden utilizar diferentes métodos de protección. Por ejemplo, las Clase 1 puede requerir que los recintos de protección (cubiertas cerradas) sean a prueba de explosiones, la Clase II por lo general requiere que los recintos de protección (cubiertas cerradas) sean herméticos al polvo y la Clase III normalmente requiere que los recintos de protección (cubiertas cerradas) sean construidos de tal manera que reduzcan la entrada de fibras o partículas en suspensión (por ejemplo, motores totalmente cerrados y a prueba de polvo (Norma IEC 529 "Grados de protección que proporcionan los recintos de protección"). La Clase II no requiere que exista suficiente polvo para producir mezclas explosivas o inflamables, ya que el polvo conductivo de electricidad puede poner en peligro al equipo eléctrico sin que sea suficiente como

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

para formar una mezcla explosiva.

Sustento de la Regla 110-006. Esta regla crea tres Zonas distintas en base a la frecuencia y duración de la presencia de una atmósfera de gas explosivo. Para obtener una atmósfera de gas explosivo; la concentración de gas o vapor debe estar por encima del Límite Explosivo más Bajo (LEB) pero por debajo del Límite Explosivo más Alto (LEA). La presencia de gases o vapores por debajo del LEB no indica necesariamente un lugar peligroso si es que nunca alcanzan concentraciones por encima del LEB (un ejemplo de ello sería el área alrededor de un horno a gas). Las reglas Subsiguientes para las tres Zonas se basan en el tiempo de exposición, requiriendo por ello reglas de alambrado más estrictas en áreas de exposición de larga duración y reglas de alambrado menos estrictas en áreas donde el tiempo de exposición es menor.

Propósito de la Regla 110-006. (Véanse las Figuras 110-006(a), (b) y (c)). El objetivo de esta Sección es proporcionar definiciones para las tres Zonas sobre las cuales se basa la clasificación del área de un lugar peligroso. Los requerimientos de diseño de equipos en este Código, se basan en los equipos a ser instalados en áreas que cumplen con estas definiciones. Ya que las áreas han sido clasificadas en base a la frecuencia y duración de la ocurrencia de concentraciones de gas por encima del LEB, la clasificación del área puede muy bien reducirse según el resultado de la ventilación. Es importante recordar que la clasificación del área se hace para condiciones de funcionamiento normales, no para situaciones poco normales donde se ha perdido la contención, tal como la ruptura de un recipiente o la falla de un sello. Durante el funcionamiento normal, los gases o vapores presentes son el resultado de una acumulación de emisiones por fuga (Véase la Regla 110-002) y el proporcionar una ventilación adecuada puede reducir el lugar peligroso a la Zona 2. En las Notas del Anexo B respecto a esta regla puede encontrarse Información más detallada sobre la clasificación de lugares peligrosos.

A continuación algunos posibles ejemplos:

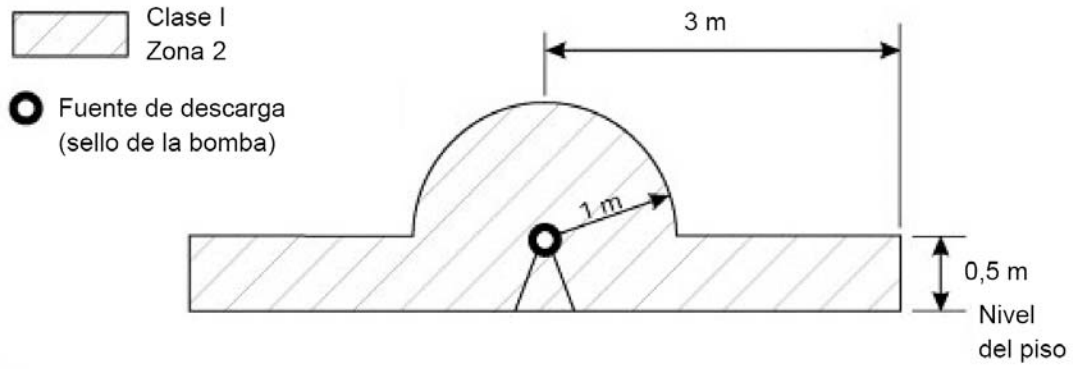
(a) El espacio con vapor por encima de un líquido inflamable en un tanque ventilado puede requerir de la clasificación de una Zona 0;

(b) El interior de una edificación que aloja un compresor de gas natural que no cuenta con una ventilación adecuada puede requerir de la clasificación de una Zona 1;

(c) El interior de una edificación que aloja un compresor de gas natural que cuenta con una ventilación adecuada puede requerir de la clasificación de una Zona 2;

Algunos lugares donde se encuentran materiales inflamables en tuberías y contenedores cerrados a presiones muy bajas pueden bien no clasificarse, como a menudo es el caso de calderas de calefacción o motores de gas natural. La clasificación adecuada del área requiere del entendimiento de diversos parámetros tales como las condiciones de procesos normales y la ventilación y por lo general requiere de la participación de más de una disciplina. La experiencia es fundamental para clasificación de cualquier área.

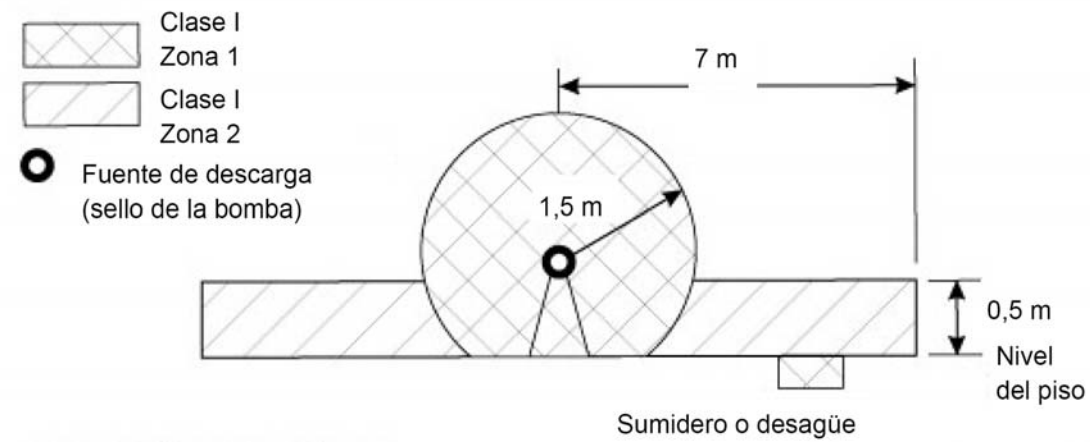
DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota 1: Las dimensiones son para instalaciones típicas.

Nota 2: Una bomba industrial normal montada al nivel del piso con sello de empaquetadura o sello mecánico simple, bombeando líquido inflamable a 50 m^3/h, impulsada por motor eléctrico cuyo ventilador fuerza aire sobre la superficie de la bomba, y donde el punto de inflamación del líquido está debajo de la temperatura ambiente y el punto de ebullición inicial está sobre las temperaturas ambiente y de operación.

Figura 110-006(a)
Bomba exterior típica



Nota 1: Las dimensiones son para instalaciones típicas.

Nota 2: Una bomba industrial normal montada al nivel del piso con sello de empaquetadura o sello mecánico simple, bombeando líquido inflamable a 50 m^3/h . La sala tiene ventilación general. La bomba es impulsada por motor eléctrico cuyo ventilador fuerza aire sobre la superficie de la bomba, y donde el punto de inflamación del líquido está debajo de la temperatura ambiente y el punto de ebullición inicial está sobre las temperaturas ambiente y de operación.

Figura 110-006(b)
Bomba interior típica

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

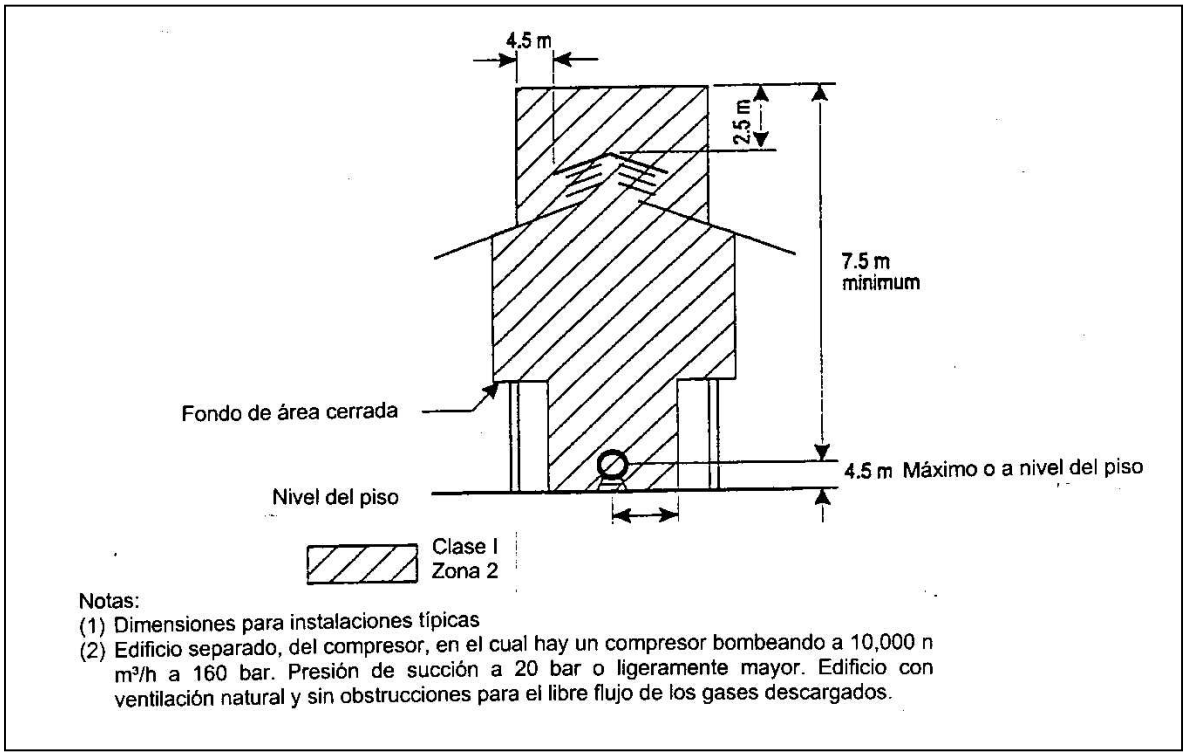


Figura 110-006(c)
Compresor de Hidrógeno - Interior

Sustento de la Regla 110-008. Los lugares Clase II también se clasifican en dos Divisiones. Esta regla permite que las áreas de almacenamiento se clasifiquen como División 2, a las cuales se aplican exigencias menos estrictas. Sin embargo, las áreas de trabajo, donde se manipula o procesa materiales, se clasifican como División 1 y se deben usar las reglas de instalación eléctrica más estrictas.

Propósito de la Regla 110-008 (véase la Figura 110-008). Es necesario utilizar equipos eléctricos totalmente herméticos al polvo, en los lugares donde se manipula o procesa materiales, debido al significativo escape de polvo combustible que se produce. Cuando se almacene materiales en sacos o contenedores y no se manipulan de manera frecuente, el polvo puede acumularse sobre el equipo eléctrico y ocasionar recalentamiento (actuando la capa de polvo como aislamiento). Asimismo, las chispas o fuego proveniente del equipo pueden encender la capa de polvo y de esta manera, aunque no siempre sea necesario que el equipo sea hermético al polvo, se debe hacer que esté totalmente cerrado a fin de prevenir la fuga de chispas o material inflamable. No existe la División 2 para las partículas metálicas que sean conductivas; esto está implícito en la Subregla (a) (iii), la cual estipula que un lugar pertenece a la División 1 si el polvo conductivo se encuentra presente. La clasificación de cualquier proceso así sea del más simple es tarea de los especialistas.

La Figura 110-008 muestra una clasificación típica de un molino de alimentos. Observe que en las áreas donde el grano es manipulado (pasadizo o camino de entrada) y procesado (planta baja y sótano) la clasificación es la de División 1. En el área de almacenamiento, donde los productos se almacenan en sacos, la clasificación es la de División 2. Si la oficina es separada de las áreas de manipuleo mediante una puerta de ajuste hermético, se considera lugar no peligroso.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

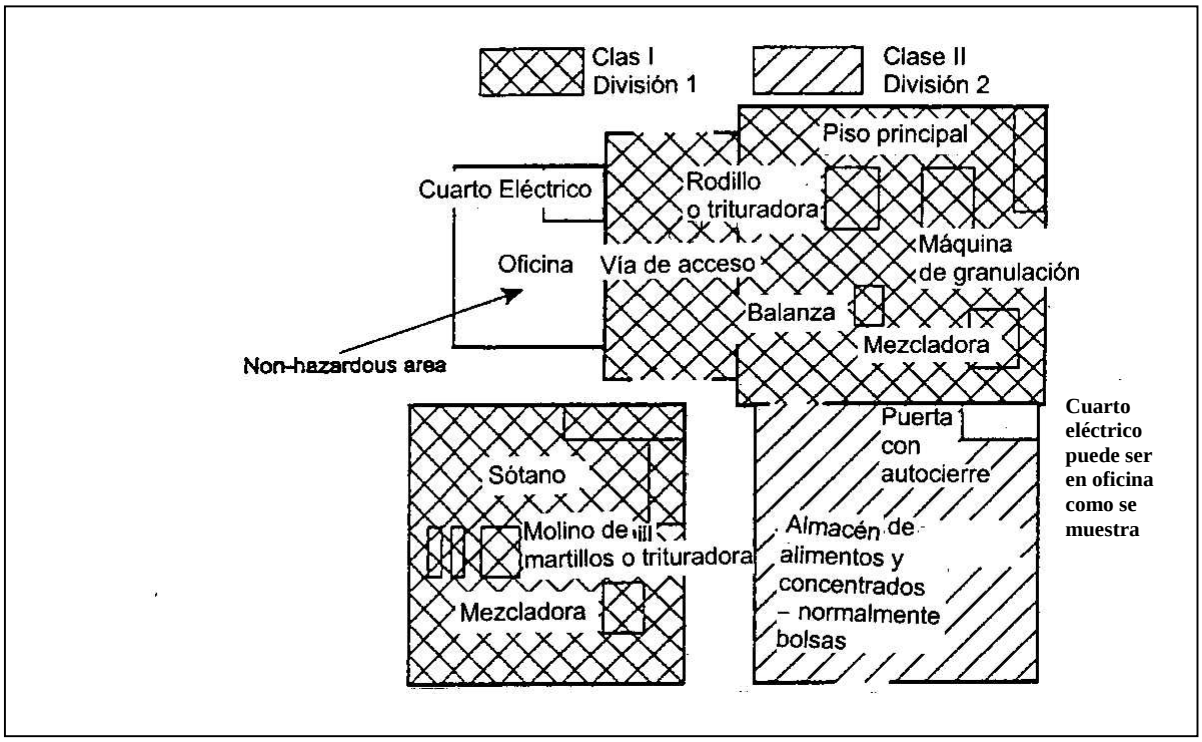


Figura 110-008
Planta de Molino de Alimentos, Clasificación de Áreas Peligrosas

Sustento de la Regla 110-010. Los lugares Clase III también se clasifican en dos Divisiones: La División 1 es el lugar donde se procesa el material, y la División 2 es el lugar donde se almacena el material.

Propósito de la Regla 110-010. Asimismo, el objetivo es dividir los lugares Clase III para obtener una mayor eficacia de los recintos de protección para los lugares de la División 1, que la que requieren los lugares de la División 2. La Notas del Anexo B de esta regla proporcionan alguna orientación sobre el tipo de instalaciones que pueden encajar en los lugares Clase III, División 1. Las fibras y partículas en suspensión que no son consideradas conductivas, no plantean el problema de conductividad.

Generalidades

Sustento de la Regla 110-050. El equipo eléctrico que las reglas exigen debe ser aprobado para la clase de lugar; también debe de ser aprobado para el gas, vapor o polvo específicos que van a estar presentes. Dicha aprobación puede indicarse mediante una o más designaciones por grupos incluyendo A, B, C, o D para el equipo Clase I y E, F, o G para el equipo Clase II. Se debe observar que no existen designaciones por grupos para los lugares Clase III.

El equipo Clase 1, que ha sido aprobado indicando poseer un "tipo de protección", utiliza un método de identificación de grupos atmosféricos en los lugares Clase 1 que es diferente al del equipo que ha sido aprobado para el lugar de la División 1 o División 2. Ambos métodos se indican en esta Sección ya que el usuario puede observar la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

existencia de los dos métodos que dependen del tipo de equipo que se va a instalar.

El equipo que ha sido aprobado indicando proporcionar un tipo de protección utilizará el Grupo de Gas IIA, IIB, y IIC, mientras que el equipo aprobado para la División 1 o 2 utilizará el Grupo de Gas A, B, C, y D. La equivalencia de los dos sistemas es como sigue:

El Grupo IIA es equivalente al Grupo D;

El Grupo IIB es equivalente al Grupo C; y

El Grupo IIC es equivalente a los Grupos A y B.

Propósito de la Regla 110-050. El objetivo es que el equipo que ha sido aprobado indicando tener un tipo específico de protección o que ha sido aprobado para su instalación en un lugar Clase 1, División 1 o 2, también debe demostrar haber sido aprobado para el grupo de gas que debe estar presente. Es de suma importancia que el usuario conozca el método de identificación utilizado para el equipo.

Cada gas, vapor y polvo tienen sus propias características particulares. Las características importantes, para los fines de esta Sección, son la fácil inflamabilidad, máxima presión de explosión, fácil transmisión de explosiones (gases y vapores) y la conductividad eléctrica (polvos). Al comparar estas características, resulta posible agrupar los gases, vapores y polvos en cuatro grupos de gases y vapores y en tres grupos de polvos. Esto simplifica el proceso de aprobación de manera considerable, ya que sólo es necesario someter a prueba el equipo eléctrico con el gas o polvo representativo para el grupo particular, en lugar de someterlo a prueba con cada gas, vapor y polvo donde pueda utilizarse.

Aunque se sabe que por lo general el Grupo A es más riguroso que el Grupo B, y así sucesivamente, esto no quiere decir que un dispositivo aprobado para una grupo más riguroso sea automáticamente aprobado para los grupos menos rigurosos. En cuanto al equipo eléctrico aprobado para la División 1, todos los grupos para los cuales el equipo ha sido aprobado deben ser mostrados en la placa de identificación. Si la División no está marcada en la placa de identificación, significa que el equipo ha sido aprobado para ambas Divisiones 1 y 2. Si el equipo está marcado para la División 2, significa que es apto sólo para dicha División y no debe ser utilizado en la División 1. Asimismo, muchos de los dispositivos aprobados para la Clase I son adecuados para la Clase II pero, nuevamente, esto no es automático y en caso de haber una aprobación doble (por ejemplo, Clase I y Clase II, ésta debe ser así indicada en la placa de identificación). La Notas del Anexo B de esta regla y de la Regla 110-052 ofrecen mayores detalles de los grupos Clase 1.

Sin embargo, el equipo aprobado con el tipo de protección, no debe indicar que el equipo aprobado para un grupo más alto tal como II C tiene un uso seguro en los grupos más bajos, IIB y IIA. La diferencia entre los dos sistemas es el resultado de los diversos requerimientos de marcado de las normas del producto.

Sustento de la Regla 110-052. Actualmente existen dos métodos utilizados para aprobar los equipos que deben ser utilizados en los lugares peligrosos Clase I. Uno es el método convencional utilizado en Norteamérica que da como resultado la aprobación del equipo eléctrico para ser utilizado en un lugar peligroso específico, es decir, Clase I, o Clase I, División 1 o División 2. El otro método, introducido en este Código, da como resultado la aprobación del equipo eléctrico de contar con un "tipo de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

protección" inherente contra los peligros asociados con el lugar. Esta revisión orienta sobre los diferentes métodos de marcado del equipo que el usuario debe observar.

Además de las características utilizadas para separar los gases, vapores y polvos en grupos, se debe tener en cuenta otra característica muy importante que es la temperatura externa máxima. El objetivo de esta regla es que la Clase, grupo y la temperatura externa máxima (o un código de temperatura adecuada) sean indicados en el equipo eléctrico a fin de ayudar al encargado de su instalación a seleccionar el equipo adecuado para una determinada instalación eléctrica. Por lo general, la temperatura ambiente máxima es 40 ºC . La Subregla (6) se ocupa de los casos especiales donde la temperatura ambiente pueda exceder de 40 ºC .

Propósito de la Regla 110-052. Cuando una parte del equipo eléctrico sea sometido a una prueba para ser utilizado en lugares peligrosos o para emplear un tipo específico de protección, también debe ser sometido a prueba para un grupo particular de gas o polvo. Además, se debe determinar la temperatura externa máxima que pueda alcanzarse en condiciones de funcionamiento normales y anormales. Por lo tanto, no sólo se aprueba la Clase y grupo sino también la temperatura o código de temperatura. Esto se debe a que la mayoría de las substancias que encajan en la misma Clase y grupo tienen temperaturas de ignición espontánea muy diferentes. Por ejemplo, el éter dietílico tiene una temperatura de ignición de 160 ºC, y el etileno tiene una temperatura de ignición de 450 °C, no obstante ambas sustancias encajan en la Clase I, Grupo C. Por esta razón, se debe separar la característica de la temperatura de ignición de las demás características. Se ha incluido la Subregla (4) para que se ocupe del equipo eléctrico aprobado según el sistema anterior, donde se consideraba a la temperatura como parte del procedimiento de agrupamiento. La Subregla (2)(b) indica que sólo el equipo eléctrico aprobado para la División 2 debe ser marcado de esta manera.

Para mayor detalle sobre los grupos Clase I y las temperaturas de ignición Véase el Anexo B. La Subregla (5) proporciona una orientación para aquellos casos en que el fabricante ha elegido la opción proporcionada en la norma, y no ha marcado la temperatura o el código de temperatura en el equipo. En dichos casos, se considera que el equipo tiene la temperatura externa máxima tal como se indica y puede ser utilizado en atmósferas con temperaturas de ignición mayores a las determinadas para el grupo específico de gas o vapor.

La mayoría de las Normas suponen que la temperatura ambiente máxima normal es 40 ºC . Sin embargo, en casos especiales, el equipo eléctrico puede ser aprobado para una temperatura ambiente más alta. En este caso, la temperatura externa máxima debe basarse en la temperatura ambiente más alta, y esta temperatura (o el código equivalente) así como la temperatura ambiente sobre la cual ésta está basada, deben de mostrarse en el marcado o rotulación.

Sustento de la Regla 110-054. El objetivo de esta regla es prevenir que los gases y vapores presentes en la atmósfera sean inflamados por el equipo eléctrico que puede, en condiciones normales o anormales, funcionar con una temperatura de superficie por encima de su temperatura de ignición.

Propósito de la Regla 110-054. Mediante el sometimiento a pruebas y el marcado del equipo eléctrico para su uso en lugares peligrosos, se intenta prevenir la ignición espontánea de un gas o vapor inflamables. Todos los gases y vapores inflamables tienen una temperatura de ignición espontánea; las más comunes se muestran en la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Notas del Anexo B de la Regla 110-052. Estas temperaturas de ignición fueron determinadas en un frasco cerrado, calentado en un horno especial. Se ha demostrado que las temperaturas de ignición reales en la superficie externa de un recinto de protección puede ser de manera considerable más alta que aquellas que se muestran en esta Tabla. Sin embargo, se han utilizado las temperaturas de ignición determinadas en el frasco debido al factor de seguridad incorporado (es decir, la diferencia entre las dos temperaturas de ignición).

Sustento de la Regla 110-056. Esta regla recuerda al diseñador de la instalación eléctrica para lugares peligrosos, que siempre es preferible ubicar el equipo eléctrico que no es importante para el proceso lejos de las condiciones peligrosas.

Propósito de la Regla 110-056. Se considera que no se puede dar mucho énfasis a este punto. Se ha hecho una sugerencia similar en el Anexo B Nota de la Regla 110-000. Muy a menudo, el diseñador trata de poner el equipo en un lugar peligroso que puede fácilmente ser ubicado fuera del área. Ya que ningún equipo eléctrico que va a ser utilizado en estos lugares es infalible, se debe siempre, en la medida de lo posible, ubicarlos fuera del lugar. Lograr que una instalación sea segura, es siempre una consideración primordial.

Sustento de la Regla 110-058. Esta regla recuerda a las personas que clasifican los lugares que examinen cada sala, sección y área por separado.

Propósito de la Regla 110-058. Cuando existan salas, secciones o áreas separadas dentro de una planta, ciertas condiciones pueden hacer que estos lugares separados sean clasificados de forma diferente a los lugares adyacentes. Un ejemplo de esto es la sala que presenta hoyos o depresiones en un lugar donde una substancia peligrosa es más pesada que el aire; el hoyo debe ser siempre clasificado como Zona 1, ya que el vapor puede acumularse en el hoyo. Otro ejemplo sería el caso de una sala que esté bien ventilada y la otra sala adyacente no; se considera una clasificación menor para la sala bien ventilada.

Sustento de la Regla 110-060. Esta regla presenta los requerimientos básicos para las salas ubicadas en lugares peligrosos específicamente diseñadas para el alojamiento de equipos eléctricos y equipos mecánicos asociados. La Subregla (2) indica que si una puerta de la sala del equipo eléctrico se abre a un lugar Clase I, Zona 2, a un lugar Clase II o a un lugar Clase III, ésta debe ser una puerta de cierre automático, ajustada y a prueba de fuego. La Subregla (3) indica que si la puerta se abre a un lugar Clase 1 Zona 1, ésta debe de ser limpiada por chorro de aire con una presión positiva desde una fuente de aire limpio o tratada como lugar Clase I, Zona 1.

Propósito de la Regla 110-060. En esta regla se tiene el objetivo de proporcionar una sala libre de riesgos para el equipo eléctrico y para el equipo mecánico asociado. Esto es posible si es que la construcción de la sala no es realmente combustible. Si ésta conduce a un lugar peligroso, la puerta debe ser de cierre automático, hermética y aprobada como puerta a prueba de fuego. Además, si el lugar es Clase I, Zona 1, se debe hacer lo posible de que la sala sea presurizada con una fuente de aire limpio, con dispositivos de interbloqueo adecuados o sea clasificado como lugar Clase 1, Zona 2.

En la mayoría de los casos, el movimiento de los vapores del lugar Zona 0 durante un funcionamiento normal, no resulta en una clasificación del área cerca de la abertura sea más rigurosa que la Zona 1.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 110-062. Esta regla proporciona requerimientos especiales para el uso de cables con cubierta metálica ubicados en lugares peligrosos. Las primeras dos Subreglas son específicamente para los cables aislados con mineral: La Subregla (1) hace hincapié en que si un cable aislado con mineral no está correctamente instalado, la humedad puede penetrar en el aislamiento mineral y ocasionar rotura del aislamiento; la Subregla (2) exige pararrayos debido a la tensión de ruptura relativamente baja del aislamiento mineral. La Subregla (3) se aplica a todos los cables con cubierta metálica que tienen un solo conductor utilizados donde la corriente inducida puede ocasionar chispas eléctricas que pueden encender la atmósfera inflamable.

Propósito de la Regla 110-062 (Véase la Figura 110-062). El aislamiento mineral debe permanecer seco a fin de conservar sus propiedades aislantes. Por lo tanto, cuando éste ha sido propuesto en primer lugar para ser utilizado en lugares peligrosos, se debe saber que una instalación eléctrica defectuosa puede permitir que la humedad penetre en el cable, ocasionando una falla del aislamiento. Además, ya que el cable aislado con mineral presenta una tensión de ruptura esencialmente más baja que los alambres aislados con plástico en la tubería pesada, se hace necesario el uso de pararrayos para los cables aislados con mineral, si es que están conectados al alambrado aéreo. El asunto que interesa es que descargas atmosféricas y otras sobretensiones eléctricas a los cuales está sujeto el alambrado aéreo pueden romper el aislamiento mineral. Los cables con cubierta metálica que contengan uno solo conductor son utilizados frecuentemente para cargas de corriente elevada; esto causa la circulación de corrientes en las chaquetas metálicas de los cables. En vez de prohibir esta práctica, para minimizar el posible peligro de que se produzca chispas accidentales entre las chaquetas, se debe hacer que los revestimientos metálicos estén cubiertos de manera continua con material aislante y que los revestimientos metálicos estén enlazados a tierra en los puntos terminales de los lugares peligrosos.

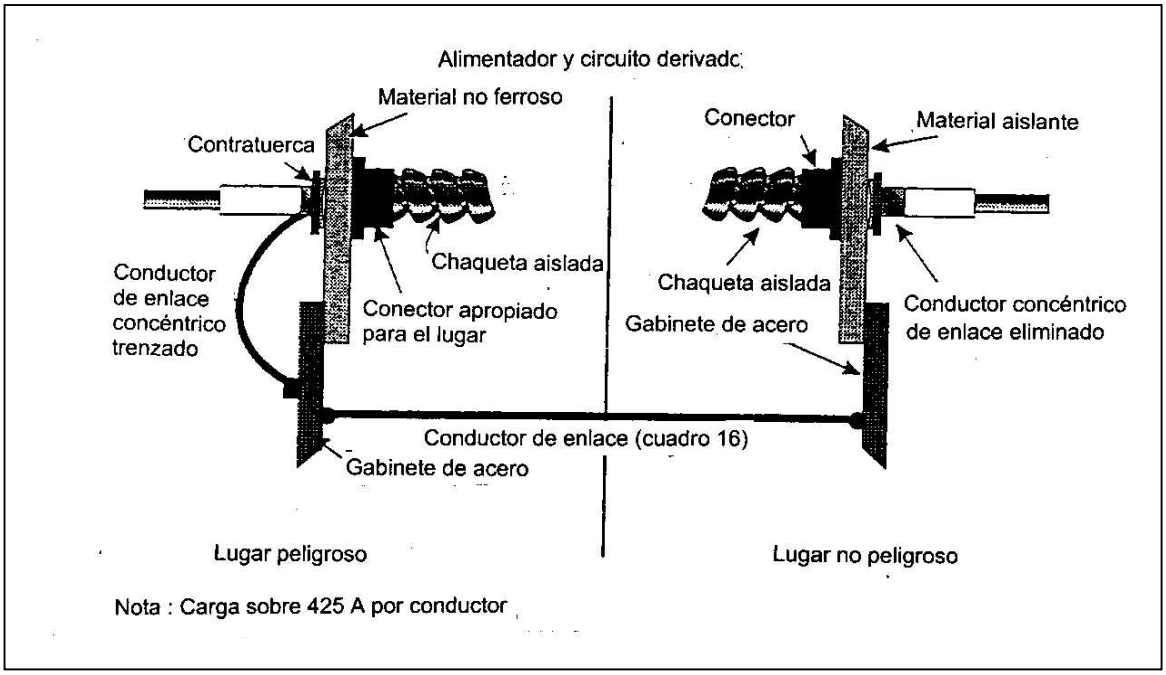


Figura 110-062
Terminación de Cable Monoconductor

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 110-064. Esta regla permite, por una derivación en concordancia de la Regla 020-030, el empleo de recintos de protección o salas presurizados para proteger el equipo eléctrico instalado en un lugar peligroso Clase I. La premisa es que mientras se mantiene una presión positiva de aire limpio o gas inerte, la atmósfera explosiva no puede entrar en contacto con el equipo eléctrico. El sistema debe ser cuidadosamente diseñado de tal modo que en caso de que la presión baje, el equipo alojado en el recinto de protección o sala sea desenergizado o que un sistema de protección sea accesible en forma inmediata.

Propósito de la Regla 110-064. Esta regla tiene el objeto de proporcionar un medio de protección para el equipo eléctrico, que de alguna otra forma no es accesible (o muy costoso) de una manera adecuada para los lugares peligrosos implicados. (Por ejemplo, no se construye ningún motor eléctrico para ser utilizado en una atmósfera con hidrógeno; un equipo analizador electrónico para ser utilizado en una refinería es muy difícil de construir de manera adecuada para atmósferas explosivas.) Aunque esta regla permite una completa exención de las Reglas 110-100 a 110-182, no se pretende que se aplique a todo lo que se encuentre alojado en la sala; la regla estipula que todos los equipos eléctricos deben ser desenergizados en caso de que el sistema de presurización falle. Pero si el sistema de iluminación y calefacción también estuvieran protegidos por el sistema de presurización, la instalación completa se congelará en la oscuridad, averiándose los ventiladores. Por lo tanto, se recomienda que todos los equipos principales sean protegidos con medios convencionales y sólo aquellos que no puedan ser protegidos de esta manera, lo sean con el sistema de presurización. La Nota del Anexo E enumera algunas publicaciones de referencia buenas, que deben ser consultadas para el diseño de dicho sistema.

Sustento de la Regla 110-066. Intrínsecamente seguro, tal como lo define la Sección 010, significa que cualquier chispa o efecto térmico que pueda ocurrir en condiciones de uso normal, o en cualquier otra condición de falla que posiblemente ocurra en la práctica, sea incapaz de ocasionar la ignición de gas, vapor o polvo inflamables preestablecidos. Por esta razón, la Subregla (1) excluye al equipo eléctrico intrínsecamente seguro y a los circuitos asociados que han sido aprobados como intrínsecamente seguros de las Reglas 110-100 a 110-380. De manera similar, el equipo no incendiario y los circuitos asociados que han sido aprobados como no incendiario se han excluido de las Reglas 110-152 a 110-158, ya que son incapaces de encender el vapor o gas preestablecidos en condiciones normales de funcionamiento o debido a la desconexión, cortocircuito o puesta a tierra del alambrado en obra. La Subregla (3) exige que las canalizaciones o cables que conducen dichos circuitos deben ser sellados a fin de prevenir la migración de gases o vapores a los recintos de protección que deben ser a prueba de explosión así como a otros lugares (otras Divisiones o lugares no peligrosos). La Subregla (4) estipula que dichos circuitos deben ser colocados en canalizaciones separadas, o sean aisladas de todos los demás circuitos mediante barreras a fin de asegurar que no sean energizados accidentalmente por un circuito de mayor potencia.

Propósito de la Regla 110-066 (Véase la Figura 110-066). Excluidos de esta manera, los circuitos no incendiarios e intrínsecamente seguros pueden ser instalados sin considerar los requerimientos especiales de la Sección 110 (a excepción de los requerimientos de sellado). Sin embargo, este es un asunto tan complejo que se ha preparado un Anexo especial (Véase el Anexo F). La consulta del Anexo F es muy recomendable. Se previene al usuario de que la instalación inadecuada de un circuito intrínsecamente seguro puede provocar una situación peligrosa debido al hecho de que se han obviado los requerimientos normales para los lugares peligrosos. Los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

circuitos intrínsecamente seguros sólo deben ser utilizados cuando se esté convencido que son adecuadamente diseñados, instalados y mantenidos durante su vida útil.

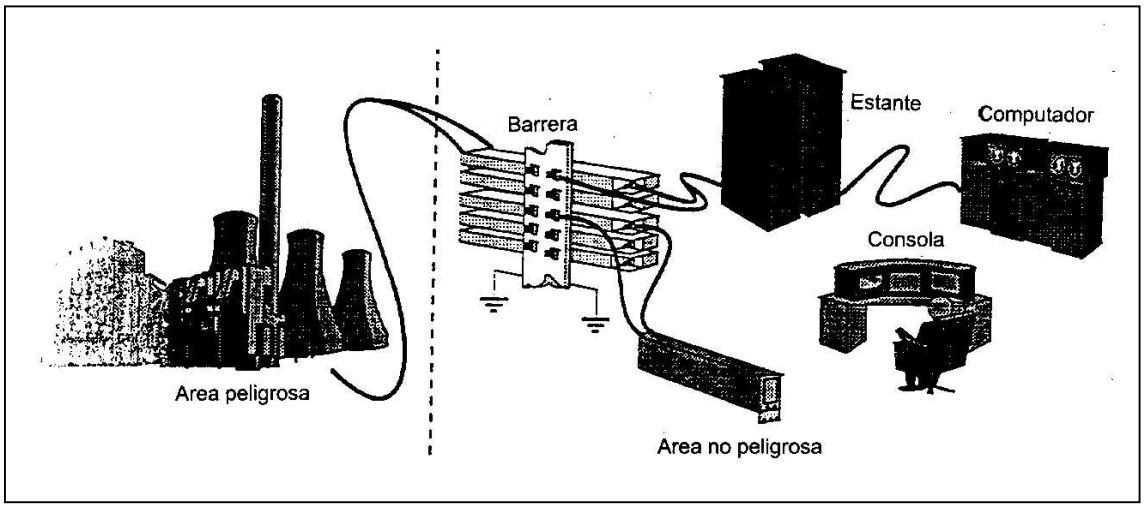


Figura 110-066
Ejemplo de un circuito de control típico intrínsecamente seguro

Sustento de la Regla 110-068. Esta regla resume las condiciones en las cuales los cables alojados en las bandejas portacables pueden ser utilizados en lugares peligrosos. Los cables deben ser específicamente aprobados o permitidos para las condiciones indicadas en esta Sección y no debe existir ninguna posibilidad de acumulación de polvo o fibra en los cables o las bandejas portacables.

Propósito de la Regla 110-068. Esta regla permite que cualquier cable aprobado para los lugares o cuyo uso esté permitido para un lugar peligroso específico (por ejemplo, el cable Tipo TC en la Clase I, Zona 2) recorra en una bandeja portacable. Asimismo, se indica que dicha instalación eléctrica no debe ser utilizada cuando exista algún riesgo de acumulación peligrosa de polvo o fibra combustibles en los cables o bandejas portacables. Esta disposición excluye a la mayoría de las aplicaciones para los lugares peligrosos Clase II y Clase III.

Sustento de la Regla 110-070. Los instrumentos de detección de gas combustible no sólo son aprobados para su seguridad en los lugares peligrosos, sino también son sometidos a prueba de funcionamiento debido a la importancia de sus indicaciones para el usuario. Es conveniente que estos dispositivos funcionen en diferentes condiciones desfavorables (por ejemplo, grados extremos de temperatura, humedad y velocidad de viento, altas concentraciones de gas y fluctuaciones del suministro de energía) sin que arrojen errores graves en sus lecturas de salida. Éstos también están sujetos a períodos largos estables y cambios repentinos de la concentración de gas para determinar su comportamiento funcional en condiciones de servicio simuladas. Debido a las extensas pruebas a las que se somete estos dispositivos y a una favorable experiencia de campo, ahora éstos son considerados como una forma de protección.

Propósito de la Regla 110-070. El objetivo es que esta regla sea aplicada sólo cuando el equipo aprobado para ser usado en el área no esté disponible. No se pretende que según esta regla se utilicen los detectores de gas como sustitutos para

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

una adecuada clasificación del área. Estos dispositivos sólo deben ser utilizados cuando se permita una excepción de conformidad con la Regla 020-030 y sea aceptable la instalación eléctrica. Estos no deben ser utilizados para volver a clasificar un lugar, ni los servicios esenciales (que no puedan ser paralizados cuando se detecte emisiones de gas) tales como iluminación y calefacción no pueden ser protegidos con los detectores de gas. Se ha proporcionado el Anexo H como guía para cualquier persona que pretenda utilizar la detección de gas como una forma de protección.

Sustento de la Regla 110-072. Si un fluido bajo presión ingresa a un dispositivo eléctrico en un lugar peligroso, la ruptura del sello de fluidos puede provocar consecuencias desastrosas. Por ejemplo, si un fluido inflamable a alta presión fuera a ingresar a un recinto de protección a prueba de explosiones, el sello de la tubería pesada puede no ser lo suficientemente resistente para soportar la presión y el fluido puede atravesar la tubería pesada hacia un lugar no peligroso, donde puede ocasionar una explosión. Por esta razón, el sello de fluidos debe ser sometido a una prueba especial de presión y se debe asignar una máxima presión de trabajo al dispositivo. Para conservar la seguridad de la instalación eléctrica, esta máxima presión de trabajo no debe de ser excedida.

Propósito de la Regla 110-072. Los encargados de la instalación deben tener en cuenta la máxima presión de trabajo (MPT) marcada en los dispositivos que tienen contacto con fluidos explosivos a presión. El objetivo es que esta presión nunca sea excedida, ya que el sello de la tubería pesada no ha sido diseñado para impedir que los fluidos a presión pasen a través de la tubería pesada.

Lugares Clase I
Instalaciones en Lugares Clase I, Zona 0

Sustento de la Regla 110-090. Un lugar que ha sido clasificado como Zona 0 indica la presencia de atmósferas con gas explosivo de forma continua o por largos períodos de tiempo (en base a la opinión del ingeniero especialista en diseños). El equipo eléctrico que posiblemente puede convertirse en una fuente de ignición o incendio, no debe ser instalado en este lugar.

Propósito de la Regla 110-090. El objetivo de esta regla es prohibir la instalación de equipos eléctricos o alambrado que puedan constituir fuente de ignición o incendio, en un lugar Zona 0. Por lo tanto, el objetivo es que sólo se instale equipos que proporcionan seguridad intrínseca tipo I o II.

Instalaciones en Lugares Clase I, Zona 1

Sustento de la Regla 110-100. Esta regla proporciona al usuario una descripción del tipo de equipo que está permitido en el lugar Zona 1. Aunque está permitido el equipo que ha sido aprobado para un lugar Clase 1, División 1, existe otro equipo disponible aprobado por tener un tipo de protección que es conveniente para dicho lugar.

Propósito de la Regla 110-100 (Véanse las Figuras 110-100 (a) y (b)) El objetivo es que en la instalación en un lugar Clase 1, Zona 1, el usuario tenga la opción de utilizar el equipo que ha sido aprobado para los lugares Clase 1, División 1 o el equipo que ha aprobado tener un tipo de protección indicado en la regla.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

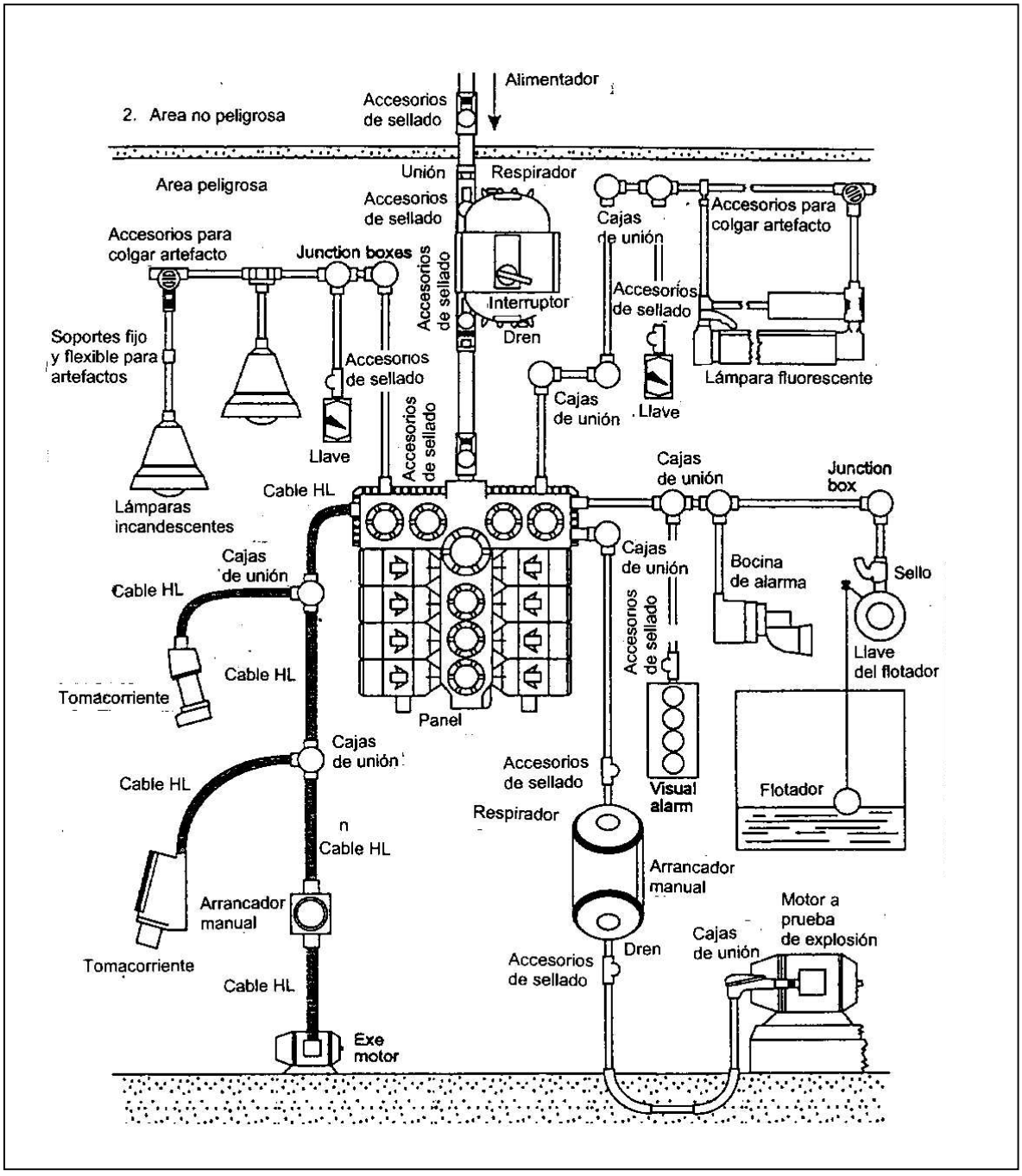


Figura 110-100 (a)
Instalación Típica de Conducto para Circuitos de Iluminación y Motores en Lugares Clase I, Zona 1, Bosquejando 2 tipos de protección de aparatos:
1. Equipo aprobado para el lugar
2. Equipo aprobado para tipo de protección (identificado como "Ex" o "Exx")

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

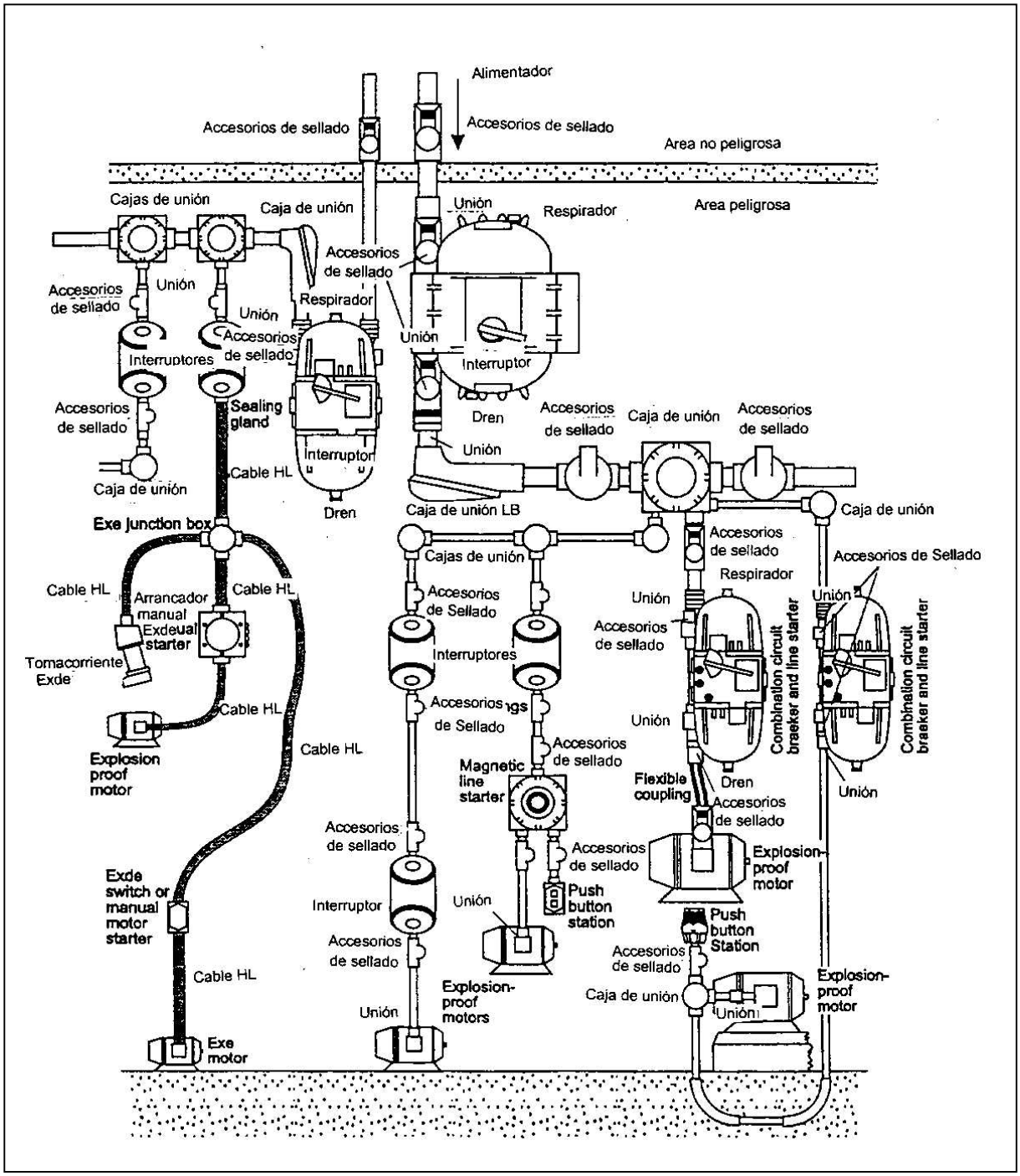


Figura 110-100 (b)
Instalación Típica de Conducto para Equipo de Potencia en Lugares Clase I, Zona 1, Bosquejando 2 tipos de protección de aparatos:
1. Equipo aprobado para el lugar
2. Equipo aprobado para tipo de protección (identificado como "Ex" o "Exx")

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 110-102. Esta regla exige que todos los transformadores y condensadores ubicados en el lugar Clase 1, Zona 1, cumplan con los requerimientos de la Regla 110-100 o sean instalados en una cámara especial para equipos eléctricos construida con concreto armado. La cámara no debe tener aberturas entre sí y el área peligrosa; debe ser ventilada a fin de expulsar cualquier gas o vapor peligrosos; y debe tener aberturas de ventilación de un área suficiente como para aliviar la presión ocasionada por las explosiones que pueden ocurrir dentro de ella. Estas aberturas de ventilación deben conducir a un lugar seguro fuera de la edificación que aloja la cámara. La regla hace referencia a todos los transformadores, incluyendo a aquellos que contienen líquidos que se encienden en el aire.

Propósito de la Regla 110-102. El objetivo en este punto es asegurar que los transformadores y los condensadores que están ubicados en el lugar peligroso Clase I, Zona 1 cumplan con los requerimientos de la Regla 110-100 o sean ubicados en una cámara que cumpla con las exigencias de esta regla. La mayoría de los usuarios posiblemente ubiquen los transformadores o condensadores fuera del lugar Zona 1 cuando sea posible y posiblemente recurran a la construcción de una cámara sólo cuando no exista algún procedimiento práctico para ubicar el equipo fuera del lugar Zona 1 y cuando no se puedan cumplir con las exigencias de la Regla 110-100.

Sustento de la Regla 110-104. El objetivo de esta regla es desalentar el uso de ciertos equipos eléctricos en lugares peligrosos. Sin embargo, ofrece la opción de tener equipos aprobados con un tipo de protección adecuada para el lugar, o que sean aprobados en cuanto a Clase y grupo.

Propósito de la Regla 110-104. El objetivo no es desalentar el uso de todos los contadores, instrumentos y relés en los lugares peligrosos. El primer objetivo en este punto son dichos equipos eléctricos tales como los vatihorímetros y equipos de medida que calculan el consumo de energía --no la instrumentación necesaria para el proceso que se está llevando a cabo. Se ha añadido la Subregla (2) de tal manera que dichos instrumentos puedan ser aprobados como antiexplosivos, aprobados por poseer el tipo de protección necesaria para el lugar, o aprobados como intrínsecamente seguros para su uso en el lugar.

Sustento de la Regla 110-106. Esta regla resume los requerimientos para el alambrado de los dispositivos a prueba de explosiones en el campo u obra. Observe que estas reglas no se aplican a los dispositivos intrínsecamente seguros ya que están excluidos de estas reglas según la Regla 110-066. A fin de mantener la naturaleza antiexplosiva de la instalación eléctrica, es necesario que todos los dispositivos sean conectados a una tubería pesada rígida roscada, a una tubería pesada metálica flexible a prueba de explosiones, o a un cable "HL" aprobado.

Algunos equipos que han sido aprobados por poseer un tipo específico de protección están provistos de roscas no ahusadas. Esta regla esboza las circunstancias en las cuales las roscas no ahusadas son convenientes.

Propósito de la Regla 110-106 (Véanse las Figuras 110-100(a) y (b) y 110-106). Cuando la forma de la rosca del equipo y la forma de la rosca del método de alambrado difieran, se debe de utilizar un adaptador aprobado para asegurar que las formas de rosca diferentes no pongan en peligro la integridad de la conexión. Las conexiones que implican las roscas no ahusadas ubicadas en las atmósferas Grupo IIC deben contar por lo menos con ocho hilos totalmente enganchados.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El empleo de tuberías pesadas roscadas y conexiones de cable con cinco hilos totalmente enganchadas, asegura que las entradas estén cerradas adecuadamente a fin de mantener la integridad antiexplosiva de la instalación eléctrica.

El equipo eléctrico aprobado con tipo de protección "e" es fabricado para prevenir el ingreso de materiales o humedad hasta el grado indicado por su aprobación. El requerimiento de la Subregla (5) tiene como objetivo asegurar que las conexiones de alambrado de este equipo proporcionen un grado de protección de ingreso equivalente al del equipo mismo.

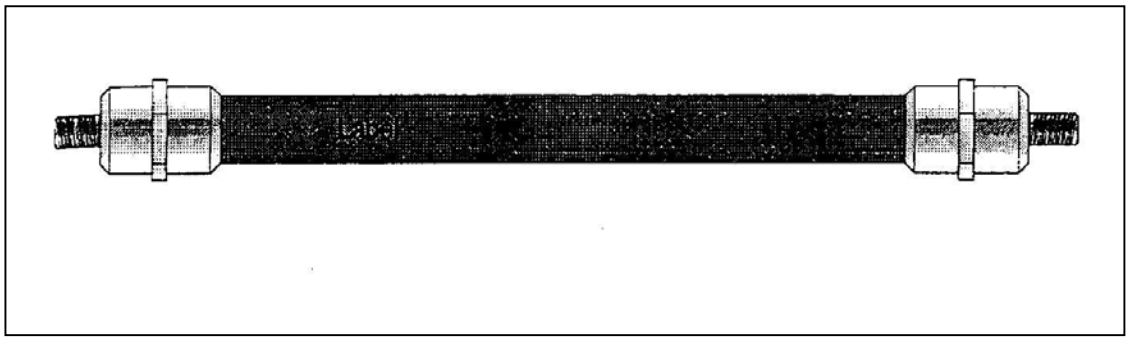


Figura 110-106
Conducto Flexible Típico en Área Clase I, Zona 1

Sustento de la Regla 110-108. Es necesario que los sistemas de tubería pesada y cables sean sellados a fin de prevenir la transmisión de la explosión de un recinto de protección a otro y la migración de los gases y vapores de un lugar Zona 1 a un lugar Zona 2, o de un lugar Zona 1 o 2 a un lugar no peligroso. Están exceptuados los recintos de protección que no contienen partes que producen arco o calor y que no poseen tuberías pesadas de más de 40 mm tamaño estándar. Estos sellos por lo general se instalan en el lugar de operación, pero en algunos casos, pueden ser instalados en el equipo eléctrico, en el lugar de su fabricación. En dichos casos, estos deben estar marcados de manera clara con “sellado en fábrica” (factory-sealed) (Véase la Figura 110-108-1).

Propósito de la Regla 110-108 (Véanse las Figuras 110-100(a) y (b), 110-108, 110-108-1, 110-108-2, 110-108-3, 110-108-4 y 110-108-5). El objetivo del sellado en el lugar Clase 1 es doble. En primer lugar, el sellado previene la transmisión de explosiones. Si dos recintos a prueba de explosiones y antideflagrantes (que no producen llamas) se juntan a lo largo de una tubería pesada que no está sellada, la explosión en uno de los recintos puede ocasionar presurización de la mezcla explosiva en el segundo recinto. Cuando la explosión alcance al segundo recinto, la explosión resultante debe ser mucho más violenta (debido a la precompresión de la mezcla) y el recinto puede romperse y transmitir la explosión a la atmósfera circundante. Este efecto, denominado "acumulación de presión", es similar a lo que ocurre en un motor de combustión interna de alta compresión.

El sellado de la entrada de un recinto de protección a prueba de explosiones o antideflagrante evita que la explosión que ocurra dentro del recinto sea transmitida hacia fuera. Eso es particularmente importante cuando el método de alambrado es el cable, ya que el cable no puede contener una explosión transmitida desde el recinto de protección.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

En segundo lugar, el sellado previene la migración de cantidades peligrosas de gases o vapores explosivos de un lugar a otro. Estos sellos no son completamente herméticos al gas, pero impiden que cualquier cantidad apreciable de gas o vapor atraviese a presiones atmosféricas normales. No se puede confiar que éstos impidan que los gases con presión aplicada sean transmitidos; por tanto, se deben tomar otras precauciones. Estas medidas por lo general vienen incorporadas en el equipo eléctrico que admite gases de alta presión.

Un cambio significativo de los requerimientos de sellado anteriores para los cables es el resultado del uso de recintos de seguridad incrementada que no son a prueba de explosiones o antideflagrantes (que no producen llama). En muchas situaciones, cuando un cable ingresa a los recintos de protección no es necesario proveer un sello al cable, siempre que el cable tenga una longitud de 10 m o más, o no esté sujeto a condiciones de presión diferentes entre los extremos tal, que dicho gas pase a través del cable.

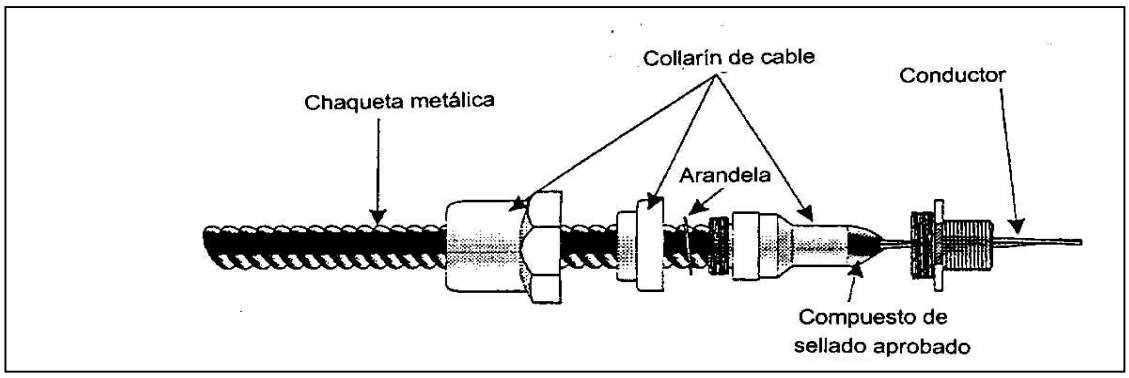


Figura 110-108
Accesorio especial de sellado para cable HL

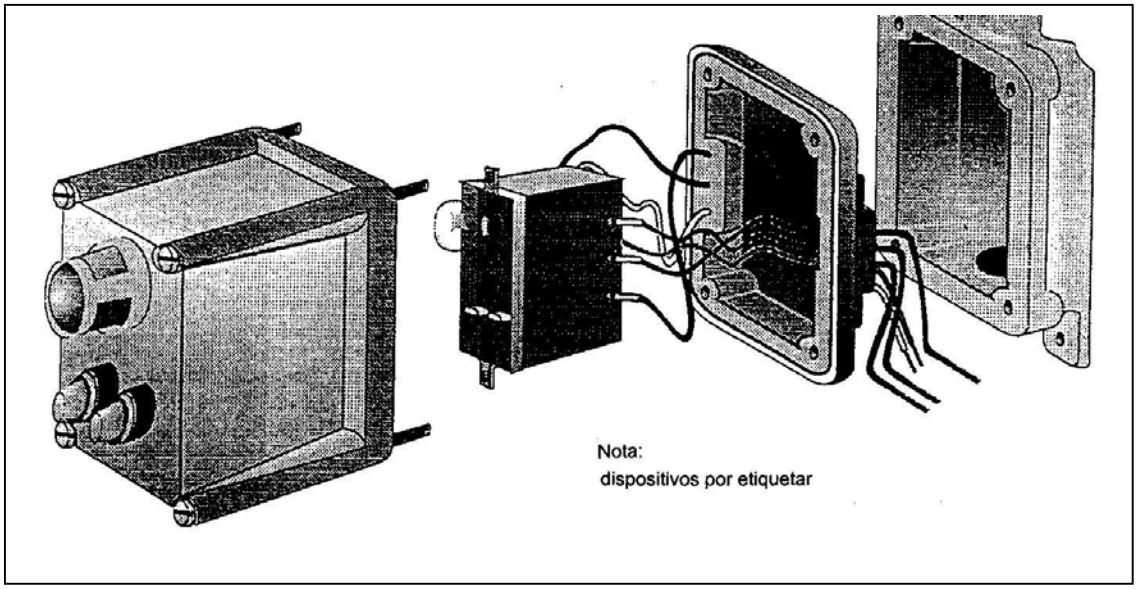


Figura 110-108-1
Botón Pulsador Sellado en Fábrica y Lámpara Piloto, Clase I

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

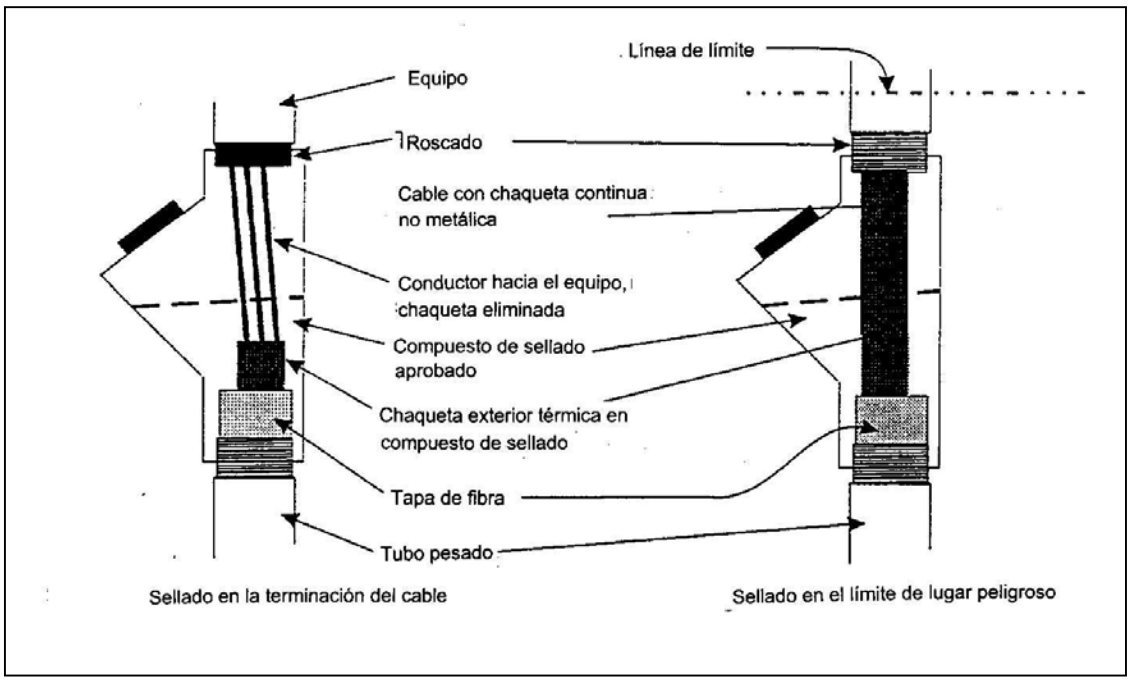


Figura 110-108-2
Método de Sellado de Cable con Chaqueta Continua

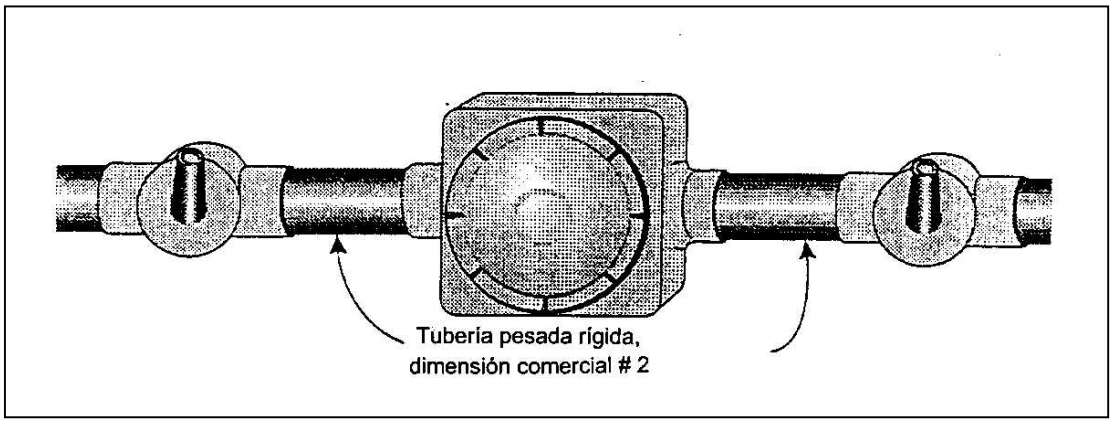


Figura 110-108-3
Sellos Horizontales entre Cajas de Unión a Prueba de Explosión

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

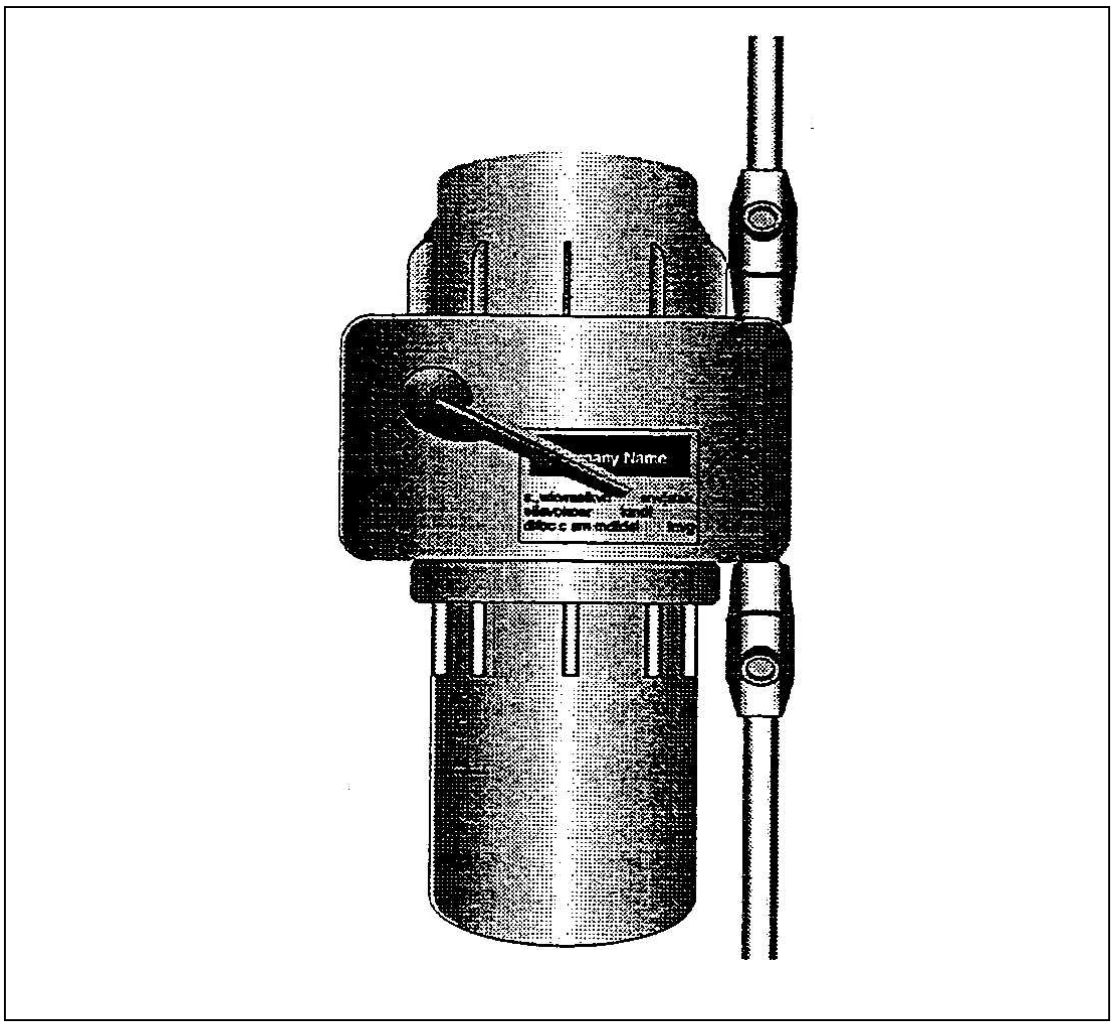


Figura 110-108-4
Sellos Verticales para Arrancador de Motor

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

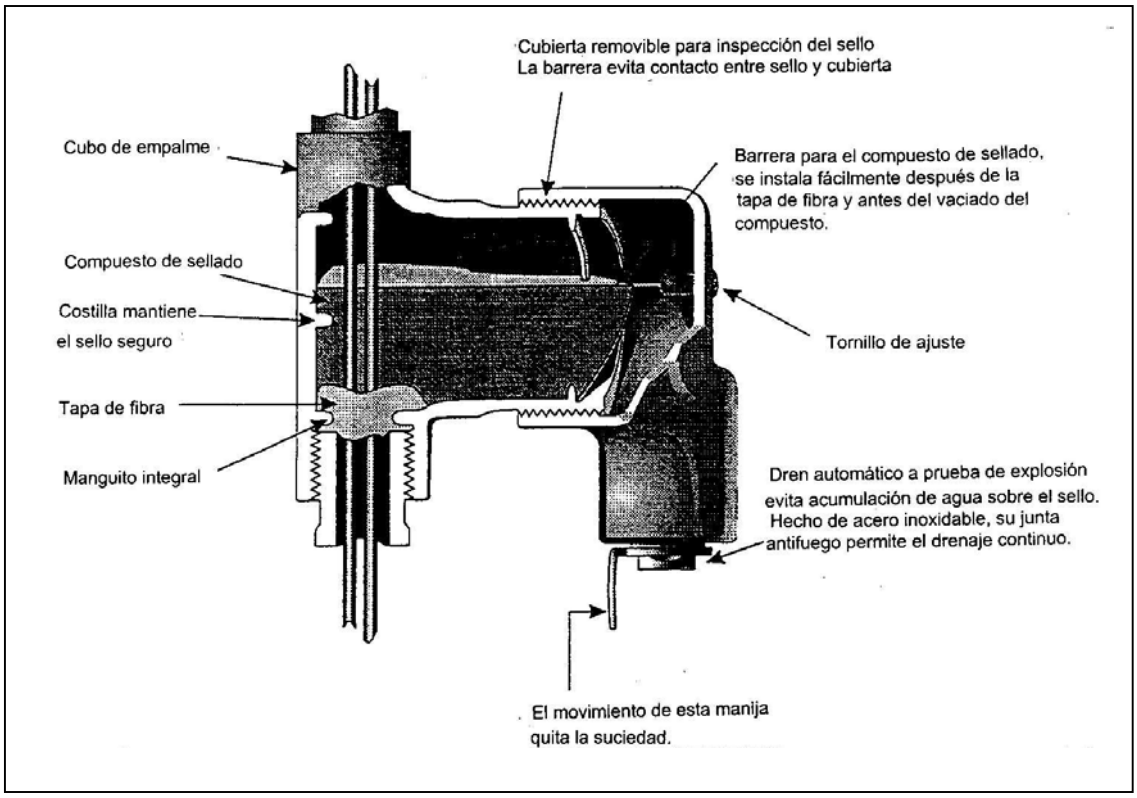


Figura 110-108-5
Accesorio de Sellado con Drenaje

Sustento de la Regla 110-110. (Véanse las Figuras 110-110, 110-110-1, 110-110-2, 110-110-3 y 110-110-4). Los interruptores, controladores de motor, interruptores automáticos, fusibles y los dispositivos similares, todos los cuales contienen partes que por lo general producen arcos que pueden ocasionar una explosión, deben cumplir los requerimientos de la Regla 110-100.

Propósito de la Regla 110-110. El objetivo en este punto es que todas las partes que por lo general producen arcos sean encerradas, de modo que cualquier ignición de un gas o vapor inflamables provocada por los contactos de maniobra sean contenidas, en un recinto de protección que cumpla con los requerimientos de la Regla 110-100. Se tiene como objetivo que cada dispositivo, junto con su recinto de protección, sean aprobados como un montaje integral, ya que el arco del dispositivo puede afectar la gravedad de la explosión interna. Cuando estos dispositivos son sometidos a prueba para un gas o vapor específicos, la explosión por lo general se inicia cuando el interruptor realmente interrumpe la máxima carga para la cual ha sido diseñada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

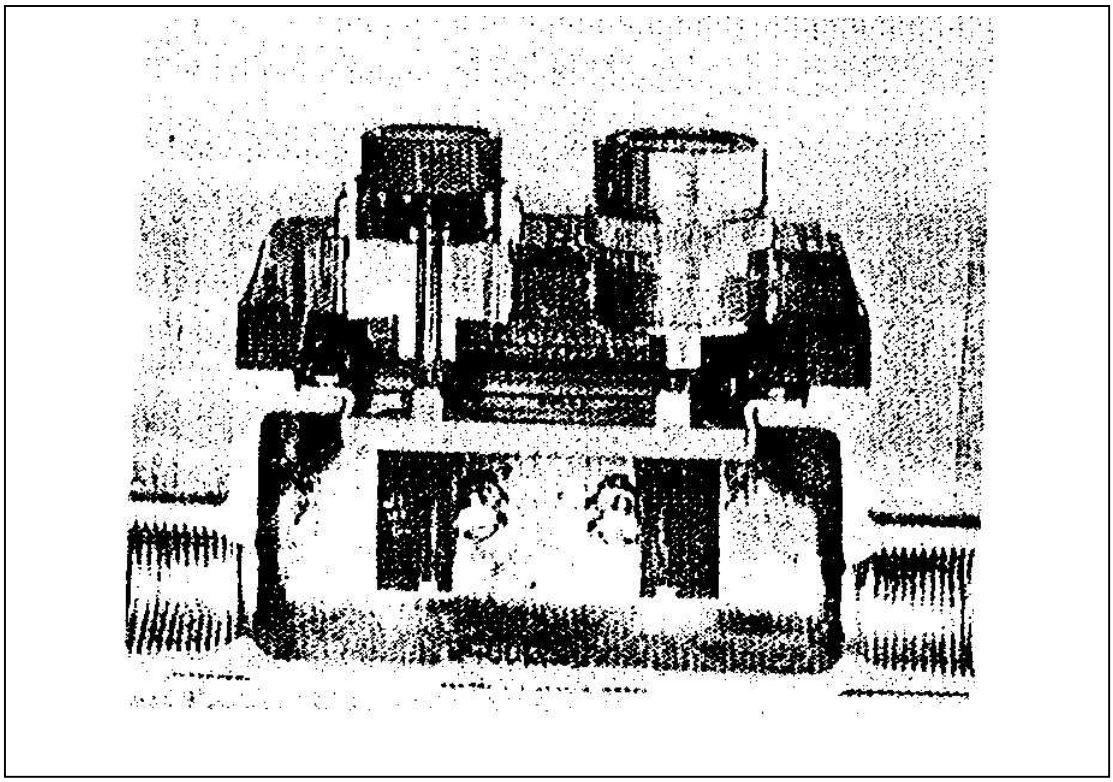


Figura 110-110
Botón pulsador y conmutador Clase I

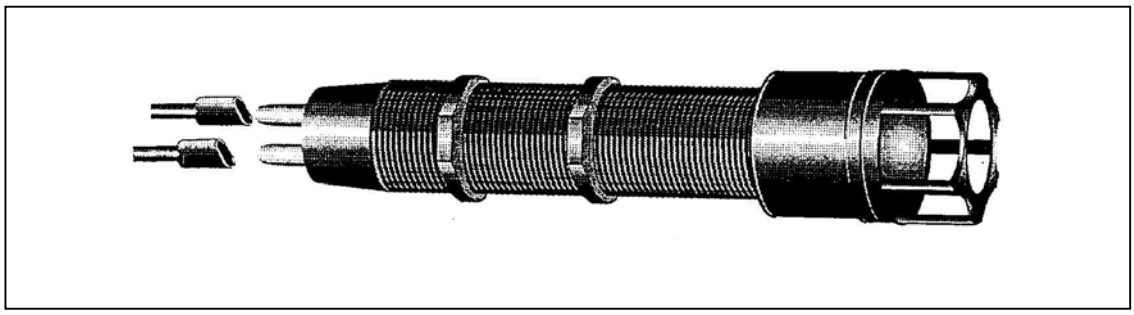


Figura 110-110-1
Luz Piloto

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

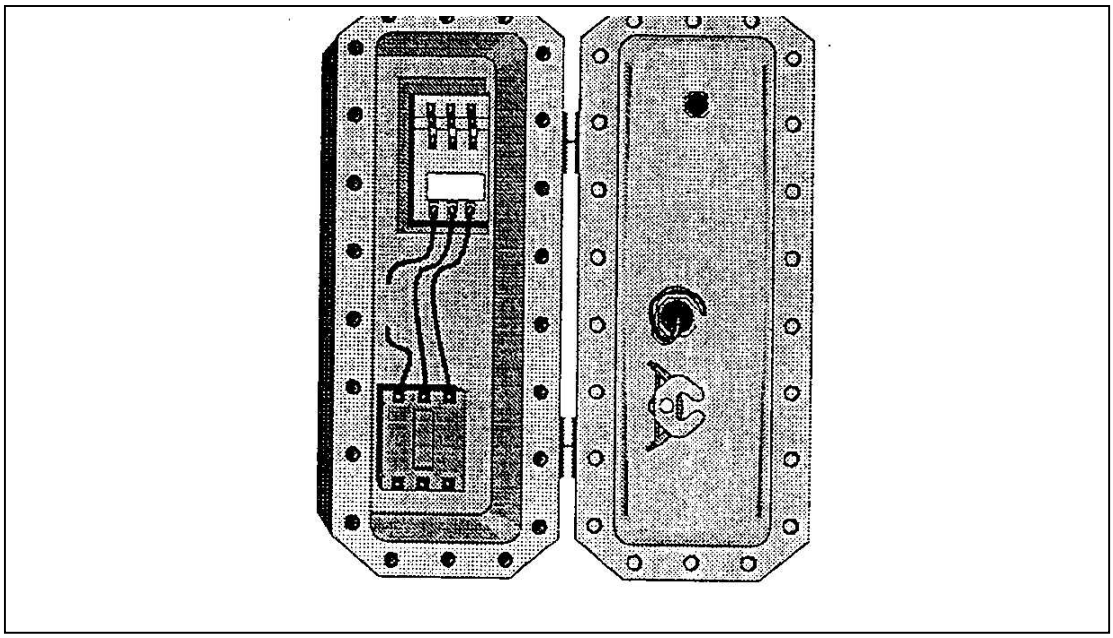


Figura 110-110-2
Equipo Típico en Área Clase I, Zona 1

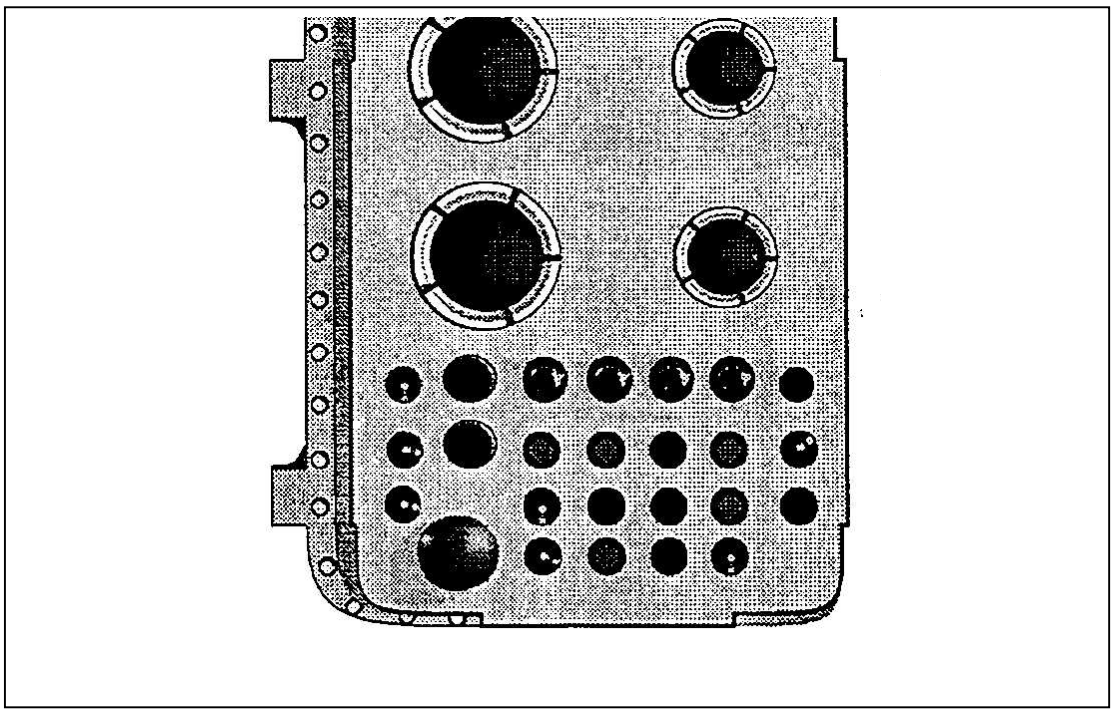


Figura 110-110-3
Estación de Control a Prueba de Explosión Clase I

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

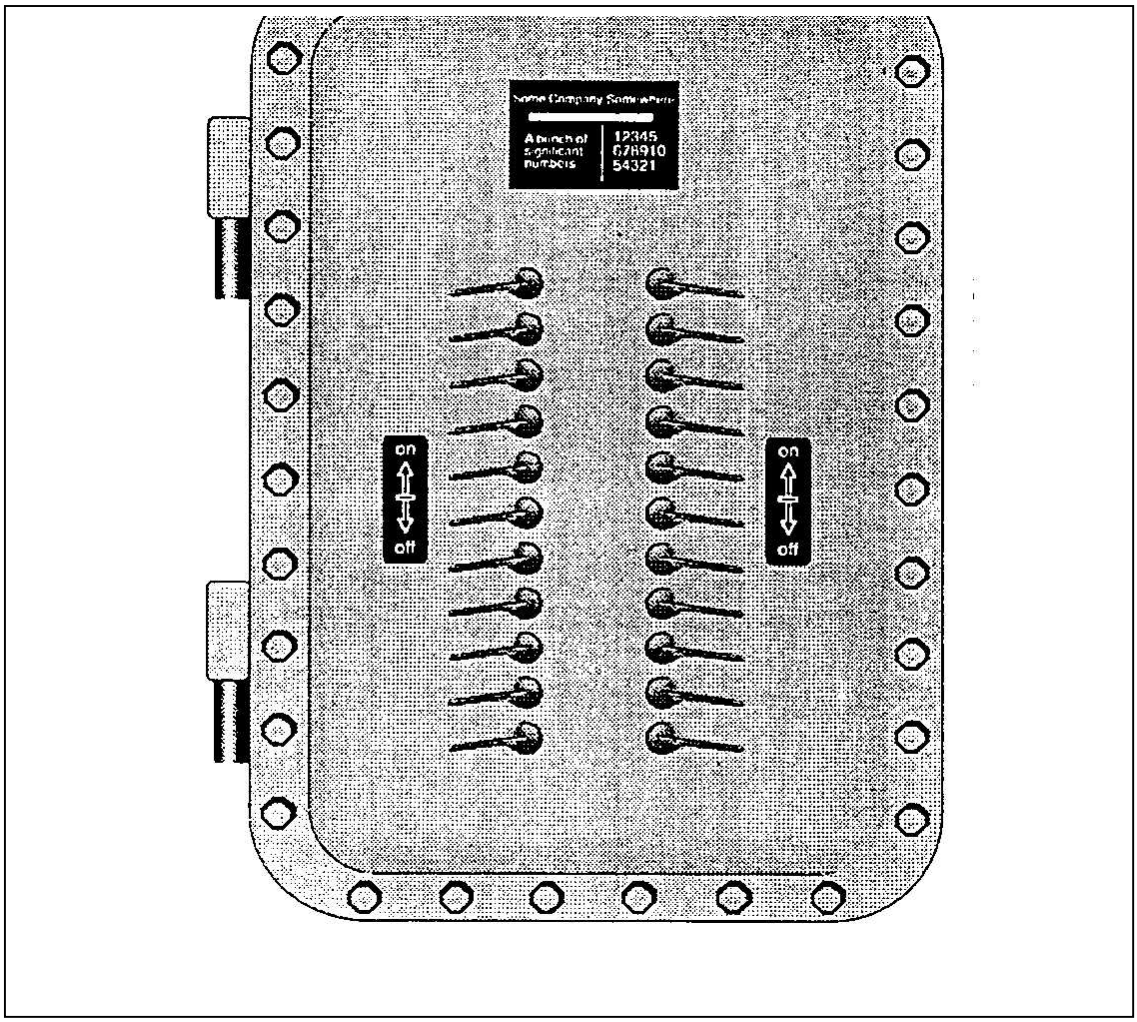


Figura 110-110-4
Panel de Alumbrado a Prueba de Explosión Clase I

Sustento de la Regla 110-112. Esta regla exige que los dispositivos eléctricos que producen calor cumplan con los requerimientos de la Regla 110-100.

Propósito de la Regla 110-112. Se pretende que todos los dispositivos, tales como los transformadores de control, bobinas de impedancia, resistencias y los equipos eléctricos similares, utilizados para el control de motores y generadores cumplan con los requerimientos de la Regla 110-100.

Sustento y Propósito de la Regla 110-114 (Véase la Figura 110-114). Esta regla exige que todos los motores y generadores para los lugares Clase 1, Zona 1 cumpla con los requerimientos de la Regla 110-100.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

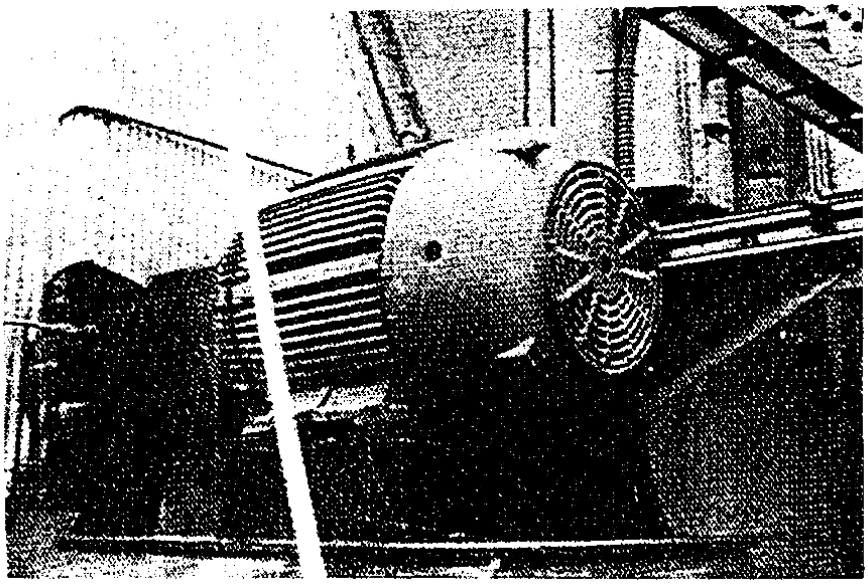


Figura 110-114
Motor a Prueba de Explosión

Sustento y Propósito de la Regla 110-116. Las turbinas de gas a menudo son utilizadas para accionar compresores de gas en las principales tuberías de gas natural. Estas estaciones compresoras por lo general son consideradas como lugares Clase 1, Zona 1, por tanto es necesario que los sistemas de ignición de estas turbinas cumplan con los requerimientos de la Regla 110-100.

Sustento de la Regla 110-118. Los artefactos de alumbrado contienen dos posibles fuentes de ignición: las superficies de lámparas calientes y en caso de quebrarse la lámpara, un filamento caliente se quema, produciendo una combinación de calor intenso y chispas. Por esta razón, esta regla exige que todos los artefactos de alumbrado que se usen en los lugares Clase 1, Zona 1 deben cumplir con los requerimientos de la Regla 110-100.

Propósito de la Regla 110-118 (Véanse las Figuras 110-118 y 110-118-1). El objetivo es que los artefactos de alumbrado sean aprobados como montajes completos ya que si cualquier parte, incluyendo la lámpara, cambia, las características caloríficas del artefacto pueden cambiar y la máxima temperatura de superficie del artefacto puede excederse. Algunos artefactos son aprobados con una cantidad de bombillas diferentes y una cantidad de lámparas diferentes correspondientes. Por consiguiente esta información debe ser claramente marcada en el artefacto o en las instrucciones que le acompañe y es responsabilidad del encargado de su instalación asegurarse de que el montaje completo esté aprobado. La mayor parte de los artefactos Clase 1 cuentan con una cámara de conexión separada de la cámara de la lámpara por un sello, y por lo tanto están calificados para su exención de sellado en fábrica.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

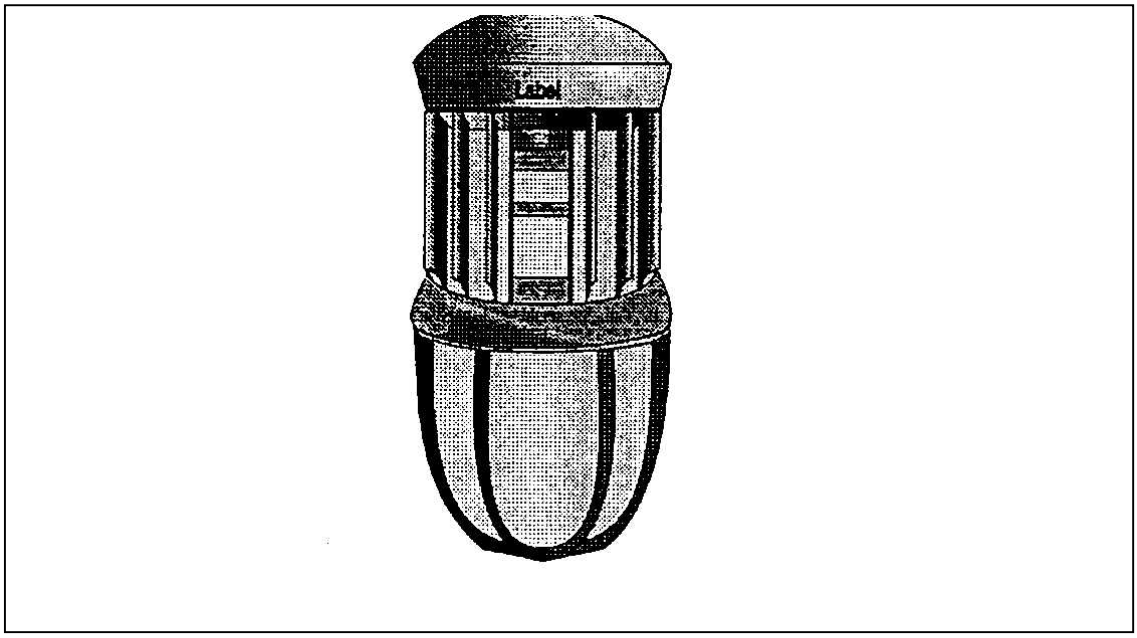


Figura 110-118
Típico Artefacto de Alumbrado HID, Clase I, Zona 1

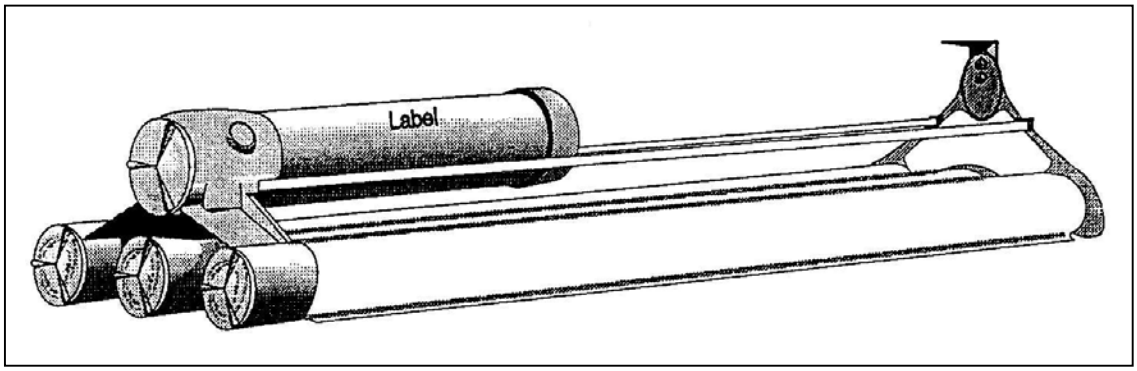


Figura 110-118-1
Típico Accesorio de Iluminación Fluorescente a Prueba de Explosiones para Lugares Peligrosos Clase I, Zona 1.

Sustento de la Regla 110-120. El equipo de utilización, de acuerdo con la definición de la Sección 010, se refiere a cualquier equipo que utiliza energía eléctrica. Por lo general, incluye a los artefactos de alumbrado, pero estos han sido examinados en la regla anterior. En esta regla, por lo tanto se está considerando todos los demás equipos de utilización y no aquellos de los se ocupa específicamente esta Sección.

Propósito de la Regla 110-120. El objetivo en este punto es el mismo que para motores, generadores y artefactos de alumbrado comprendidos en las dos reglas anteriores. La intención es que estos cumplan con los requerimientos de la Regla 110-100.

Se debe poner especial atención al rastreador de calor, el cual debe de estar protegido

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

mediante una protección de falla a tierra con un ajuste suficientemente bajo para reducir los niveles de falla y suficientemente alto para permitir el funcionamiento normal del cable. No se debe confundir esta protección de falla a tierra con un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A, el cual tiene límites obligatorios entre 4 y 6 miliamperes. En este caso estas unidades tienen como fin proporcionar protección al equipo más bien frente a una descarga eléctrica, y por lo tanto el ajuste del disparo puede ser significativamente más alto que la Clase A GFCI.

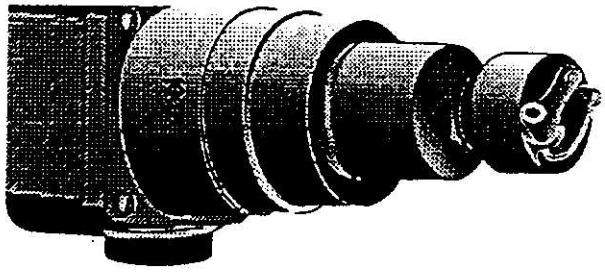
Sustento de la Regla 110-122. Esta regla establece que los cordones flexibles sólo pueden ser utilizados en los equipos portátiles en un lugar Clase 1, Zona 1. En dichos casos, el cordón debe ser del tipo para uso muy exigente, contener un conductor para enlace equipotencial y poseer un collarín de cable que cumpla con los requerimientos de la Regla 110-100 cuando ingrese a una caja, accesorio, o recinto de protección del tipo a prueba de explosiones.

Propósito de la Regla 110-122. Se pretende limitar el uso de cordones flexibles, ya que no son considerados tan seguros como el alambrado permanente. Por esta razón, sólo el equipo portátil debe estar provisto de cordones flexibles. Un cordón para uso muy exigente proporciona protección mecánica a los conductores en el lugar y los collarines de cable aseguran que se provea un sello a prueba de explosiones en el punto donde el cordón ingresa a un recinto a prueba de explosiones. En algunos casos, el cordón está realmente sellado en el collarín de cable, pero por lo general, el conector viene sellado de fábrica y el cordón es conectado a la parte que no es a prueba de explosiones del collarín de cable mediante terminales especiales.

Sustento de la Regla 110-124. Esta regla exige que todos los tomacorrientes y enchufes de un lugar Clase 1, Zona 1 proporcionen una conexión de enlace equipotencial y cumplan con los requerimientos de la Regla 110-100.

Propósito de la Regla 110-124 (Véase la Figura 110-124). El objetivo es asegurar que el cordón sea conectado de manera segura al enchufe, que las conexiones de enchufe y tomacorriente puedan abrirse de manera segura en la atmósfera explosiva, y que el tomacorriente pueda ser instalado en un sistema de cable o tubería pesada, tal como lo requiere esta Sección. La conexión del cordón flexible al enchufe es la misma que la descrita en la regla anterior para los collarines de cordón flexible; ésta utiliza terminales especiales para asegurar una buena conexión al cordón, pero los puntos terminales no están en el recinto a prueba de explosiones. Los contactos del enchufe y tomacorriente se cierran o abren en un recinto de protección especial o son interbloqueados mecánicamente con una llave, de modo que no puedan entrar en contacto o separase mientras están energizados. El tomacorriente está provisto para conectarse a una tubería pesada rígida roscada o a un collarín de cable que cumpla con los requerimientos de la Regla 110-100.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota:
Ejemplo de enchufe y tomacorriente Clase I, Zona 1 capaz de interrumpir la carga con seguridad sin causar explosión.

Figura 110-124
Tomacorriente y Enchufe Típicos

Sustento de la Regla 110-126. Las substancias químicas encontradas en algunos lugares Zona 1 pueden ser perjudiciales para el aislamiento del conductor.

Propósito de la Regla 110-126. Con la inclusión de esta regla a la Sección 110, se pretende advertir a los encargados de las instalaciones y a los usuarios que muchas de las substancias químicas encontradas en los lugares clase I son químicamente activas y pueden atacar el aislamiento de los conductores. Esto tuvo gran importancia cuando el aislamiento con caucho era popular, pero tal vez hoy en día es menos importante con los conductores aislados con termoplástico enchaquetados con nylon. Asimismo, el polietileno reticulado proporciona un buen grado de resistencia al ataque químico, pero sin embargo resultaría conveniente verificar con sus proveedores de alambres y cables si es que existen substancias químicas particularmente activas en su localidad. Los recorridos subterráneos de la tubería pesada y otros lugares donde los líquidos pueden condensarse son vulnerables a este tipo de ataque.

Sustento de la Regla 110-128. Todos los sistemas eléctricos tienen un potencial para conducir suficiente energía como para encender mezclas inflamables y explosivas, a no ser que hayan sido específicamente diseñados para tal fin, como son de los circuitos intrínsecamente seguros.

Propósito de la Regla 110-128 (Véase la Figura 110-128). El objetivo es tratar a todos los circuitos no intrínsecamente seguros de la misma manera, ya que, aunque los circuitos de señales tengan una tensión y potencia muy bajas, pueden ser capaces de encender el gas o vapor explosivos, a menos que hayan sido probados como intrínsecamente seguros. Por lo tanto, se pretende que todos dichos equipos eléctricos sean aprobados como a prueba de explosiones, o se utilice alguna otra forma aprobada de protección, y que el alambrado se realice en una tubería pesada rígida o en cables aprobados para el lugar. Esta regla ilustra la importancia de utilizar circuitos intrínsecamente seguros para tales instalaciones eléctricas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Figura 110-128
Teléfono para Lugar Clase I

Sustento de la Regla 110-130. Aunque, por lo general, las partes vivas no son expuestas incluso en los lugares no peligrosos, se hacen excepciones para las partes de baja tensión y dispositivos similares. Esta regla advierte a los encargados de las instalaciones que, en los lugares peligrosos, no se permiten dichas excepciones. Las partes vivas son una fuente potencial de formación de arco y, la exposición de dicho arco en un lugar Zona 1 puede ocasionar una explosión. En caso de que fuera necesario dicha parte viva, ésta debe de ser intrínsecamente segura. Se exime de esta regla al equipo intrínsecamente seguro ya que no puede producir suficiente energía para encender una mezcla gaseosa explosiva . La Regla 110-066 exime a los circuitos intrínsecamente seguros de estos requerimientos.

Propósito de la Regla 110-130. No se permite la exposición de una parte viva en un lugar peligroso, a menos que sea la parte de un circuito intrínsecamente seguro, ya que, aunque, su nivel de tensión y energía pueda ser seguro para uso normal, no se puede suponer que sería incapaz de encender los gases o vapores en un lugar Clase I en condiciones de falla.

Sustento de la Regla 110-132. La puesta a tierra y el enlace equipotencial son críticos en un lugar peligroso, ya que una chispa proveniente de una conexión de enlace equipotencial defectuosa tiene suficiente energía como para encender cualquier gas en el lugar. La integridad del enlace equipotencial en los circuitos que suministran un lugar peligroso es también importante ya que las corrientes puestas a tierra generadas por una falla buscan el recorrido de la impedancia más baja hacia la fuente de alimentación y si el enlace equipotencial falla, dicho recorrido puede ser a través del lugar peligroso.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 110-32. En la Subregla (1) se indica que todas las partes metálicas no conductoras de corriente expuestas del equipo eléctrico, estén enlazadas a tierra de acuerdo con la Sección 060.

En la Subregla (2) se indica que la continuidad eléctrica del sistema de enlace equipotencial esté asegurada mediante el sistema de enlace equipotencial bosquejado en las Reglas 060-606(1)(a), (c) y (d) y en la Subregla (2). Este requerimiento es igualmente aplicable al enlace equipotencial de los circuitos ubicados fuera de los lugares peligrosos, así como a aquellos que se encuentran dentro de los lugares peligrosos.

Instalaciones en Lugares Clase I, Zona 2

Sustento de la Regla 110-150. Esta regla proporciona una descripción del tipo de equipo que está permitido en el lugar Clase 1, Zona 2. Aunque el equipo que ha sido aprobado para un lugar Clase 1, División 2 esté permitido, existe otro equipo disponible que ha sido aprobado con un tipo de protección que es conveniente para dicho lugar.

Propósito de la Regla 110-150. Esta regla tiene como fin proporcionar al usuario la elección del equipo que es conveniente para el lugar Clase 1, Zona 2. Además del equipo que es aceptable para un lugar División 2, según el sistema de clasificación de Divisiones, ahora también es aceptable el equipo que sea aprobado por tener un tipo de protección "n" que no produce chispas.

Sustento de la Regla 110-152. La posibilidad de que un lugar Clase 1, Zona 2 se convierta en un lugar peligroso es considerablemente menor que para el lugar Clase 1, Zona 1. Por lo tanto, sólo es necesario que el equipo eléctrico sea aprobado para el lugar si es que tiene partes que producen chispas o calor capaces de encender el gas o vapor en condiciones normales de funcionamiento. Los transformadores, solenoides y otros devanados que no sean considerados como peligros de ignición en condiciones normales de funcionamiento, no necesitan ser aprobados para el lugar.

Propósito de la Regla 110-152. Cuando se pasa de un lugar Clase I, Zona 1 a un lugar Clase I, Zona 2, las reglas se vuelven menos estrictas, ya que la posibilidad de que el lugar se vuelva peligroso debido a la presencia de un gas o vapor inflamables disminuye enormemente. Por esta razón, no es necesario que los dispositivos que no contienen una fuente normal de ignición cumplan con la Regla 110-150. Esto incluye a los transformadores, bobinas de solenoides y equipos eléctricos similares si es que no contienen partes que produzcan chispas o dispositivos de calentamiento por resistencia.

Sustento y Propósito de la Regla 110-154. Por lo general, los transformadores y condensadores no contienen componentes que produzcan arco o chispas. Estos son permitidos sin ninguna otra protección en un lugar Clase 1, Zona 2.

Sustento de la Regla 110-156. Las cajas y accesorios del lugar Clase I, Zona 2 no necesitan ser a prueba de explosiones a menos que otras reglas de esta Sección lo requieran de manera específica. El método de alambrado considera la disminución del peligro de los vapores y gases inflamables presentes.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 110-156. En la Subregla (1) se indica que sólo los métodos de alambrado especificados son permitidos en los lugares Clase I, Zona 2.

La Subregla (2) tiene el objetivo de asegurar que el esfuerzo de tensión mecánica sea evitado en los collarines de cable, a fin de prevenir que el cable sea arrancado del collarín y ocasione peligros posteriores a los terminales del conductor.

En la Subregla (3) se autoriza el uso de tubería metálica flexible y no de accesorios flexibles a prueba se explosiones cuando sea necesario una conexión flexible.

En la Subregla (4) se autoriza el uso de cajas, accesorios y juntas que no sean del tipo a prueba de explosiones en el lugar Clase I, Zona 2 a menos que otras reglas de esta Sección lo requieran de manera específica.

Sustento de la Regla 110-158. El sellado debe ser efectuado en todas las tuberías pesadas y cables que ingresen o salgan de un recinto de protección, que requieran ser a prueba de explosiones, y a los puntos donde las tuberías pesadas o cables desprovistos de chaquetas metálicas o no metálicas continuas ingresen o salgan del lugar Zona 2. A este respecto, esta regla es similar a la regla correspondiente a la Zona 1 (Regla 110-108), siendo la principal diferencia que no todas las cajas y dispositivos necesitan ser a prueba de explosiones. Por lo tanto, la cantidad de lugares donde se proporciona el sellado disminuye de manera considerable. Donde los cables tienen una chaqueta metálica y no metálica continua de 10 m, o más y salen del lugar Zona 2, los requerimientos de sellado se reducen.

Propósito de la Regla 110-158. No se exige que las tuberías pesadas sean selladas en los lugares Clase I, Zona2, a menos que sea necesario prevenir que la explosión se propague desde un recinto de protección a prueba de explosiones o prevenir que los gases o vapores migren de un lugar Zona 2 a un lugar no peligroso. Los cables que contienen chaquetas metálicas o no metálicas continuas no deben ser sellados en los límites del lugar Zona 2, y pueden recorrer a través de un lugar Clase 1, Zona 2 sin sellos.

A excepción de los siguientes casos, los cables que contengan una chaqueta metálica o no metálica continua que salgan de un lugar Clase 1, Zona 2 y terminen en un lugar no peligroso no requieren de sellos, siempre que tengan una longitud de 10 m o más:

(1) Cuando el cable ingresa a un recinto de protección que debe ser a prueba de explosiones; o

(2) Cuando el cable ingresa a un equipo metálico que pueda someter el extremo del cable a una presión atmosférica mayor de 1,5 kPa; o

(3) Cuando el cable termina en un área no peligrosa en la que exista una presión atmosférica negativa mayor de 0,2 kPa . Cuando sean necesarios los sellos, los requerimientos para el sellado deben ser los mismos que para el lugar Clase I, Zona 1.

Sustento de la Regla 110-160. Los interruptores, controladores e interruptores automáticos son considerados capaces de producir ignición en condiciones normales de funcionamiento porque la producción de arco ocurre cada vez que operan. Por esta razón, estos deben ser aprobados para el lugar Zona I.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 110-160. Debido a la producción inherente de arcos de estos dispositivos, se pretende que éstos sean encerrados en recintos de protección a prueba de explosiones y sean aprobados como un montaje completo para el lugar. Sin embargo, en caso de ser posible se debe encerrar sólo las partes que producen arco de estos dispositivos en recintos a prueba de explosiones, las partes que no producen arco pueden ser alojadas en recintos de aplicación general.

Sustento de la Regla 110-162. Por lo general, los interruptores de aislamiento no están diseñados para operar en condiciones de carga y por lo tanto, no constituyen una fuente de producción normal de arco, siempre que no contengan fusibles. Si es que son interbloqueadas de modo que no puedan ser abiertas en condiciones de carga, éstas son consideradas seguras para uso en lugares Clase I, Zona 2 sin ninguna protección adicional.

Propósito de la Regla 110-162. Se permite el uso de interruptores de aislamiento sin ninguna otra protección en los lugares Clase I, Zona 2 si es que son interbloquedos, de modo que no puedan abrirse en condiciones de carga y no contengan ningún fusible. En estas condiciones, éstas no constituyen una fuente normal de ignición.

Sustento de la Regla 110-164. Los fusibles utilizados para la protección de los dispositivos accionados por motor, artefactos electrodomésticos y lámparas portátiles deben ser encerrados en recintos de protección a prueba de explosiones, sumergidos en aceite o herméticamente sellados, ya que es probable que dichos fusibles se funda en condiciones normales de funcionamiento. Un fisible en el lugar Clase 1 puede ocasionar chispas en caso de quemarse en condiciones de carga.

Propósito de la Regla 110-164. Es necesario evitar que todos los fusibles que pueden fundirse en condiciones normales de funcionamiento enciendan un gas o vapor inflamables mediante el uso de recintos de protección a prueba de explosiones, sumergidos en aceite o sellado hermético. El recinto de protección a prueba de explosiones evita que cualquier explosión provocada por el arco del fusible que se funde en condiciones de carga, se propague, el baño de aceite y el sello hermético evita que la mezcla de gas/aire explosiva sea expuesta al arco del fusible.

Sustento de la Regla 110-166. Los fusibles o interruptores automáticos utilizados únicamente para la protección contra cortocircuitos de los circuitos que alimentan la iluminación fija pueden ser del tipo de aplicación general, siempre que no haya más de 10 en el juego y no sean utilizados para el encendido y apagado de las luces. Esto es permitido porque, en estas condiciones, no constituyen una fuente de ignición durante un funcionamiento normal.

Propósito de la Regla 110-166. Se permite el uso de fusibles o interruptores automáticos comunes en un lugar Clase I, Zona 2 ya que si sólo son utilizados para la iluminación fija y no para el encendido o apagado de luces, el único momento que operarán debe ser cuando ocurra un cortocircuito, un hecho suficientemente remoto como para ser considerado anormal. Por lo tanto, la posibilidad de que esto ocurra cuando el lugar Zona 2 es explosivo es también remota.

Sustento de la Regla 110-168. Algunos motores y generadores (por ejemplo, los motores de inducción de jaula de ardilla) no presentan ninguna parte que por lo general produzca arco o chispas. Estos son permitidos sin ninguna otra protección en el lugar Clase I, Zona 2. Otros motores contienen interruptores o anillos colectores que producen chispas o interruptores de arranque que producen arco, estos deben cumplir

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

con los requerimientos de la Regla 110-100. Si, un motor contiene un dispositivo de sobrecarga térmica integral para la protección anticondensación, tanto el dispositivo de sobrecarga térmica como el motor completo, deben cumplir con los requerimientos de la Regla 110-100.

Propósito de la Regla 110-168. Se permite el uso de un motor de inducción de jaula de ardilla en el lugar Clase I, Zona 2 ya que no existen partes que por lo general produzcan arcos o chispas en dicha máquina. Sin embargo, los generadores y motores de rotor devanado pueden tener anillos colectores que producen chispas, los motores monofásicos tienen interruptores de arranque que producen arcos, y los motores y generadores de corriente continua tienen interruptores que producen chispas. El objetivo es que estas máquinas cuenten con protección adicional a fin de prevenir que enciendan la atmósfera inflamable. Además, si un dispositivo de sobrecarga térmica de anticondensación se encuentra instalado en cualquier motor, éste también debe cumplir con los requerimientos de la Regla 110-150.

Sustento de la Regla 110-170. En muchas de las estaciones de bombeo de gasoductos, se utilizan motores de combustión interna, de tipo estacionario alimentados por gas combustible como motores primarios. Estas estaciones por lo general se clasifican como lugares Clase I, Zona 2. El sistema de ignición de estos motores debe ser diseñado de tal manera que no encienda la atmósfera en condiciones normales de funcionamiento. Esta regla exige que dichos sistemas cumplan con los requerimientos de la Regla 110-150.

Propósito de la Regla 110-170. Se permite que dichos sistemas se instalen en un lugar Clase I, Zona 2 después que hayan demostrado que pueden construirse de tal forma que sólo ocasionen igniciones dentro de los cilindros del motor. Esto implica el uso de un distribuidor sin chispas, de baja tensión y una bobina y bujías de alta tensión diseñadas de una sola pieza. Estos sistemas son construidos especialmente para tal fin y por lo tanto deben cumplir con los requerimientos de la Regla 110-150.

Sustento de la Regla 110-172. Así como en los lugares Clase I, Zona 1, los artefactos de iluminación portátil para los lugares Clase 1, Zona 2 deben de ser a prueba de explosiones, ya que están sujetos a ruptura en condiciones normales y por lo tanto constituyen una amenaza constante de ignición. Por otro lado, la iluminación fija puede no ser a prueba de explosiones, siempre que esté adecuadamente protegido contra el daño físico (lo que por lo general significa estar totalmente cerrado e instalado fuera del alcance) y cumpla con los requerimientos de máxima temperatura para el gas o vapor. Los interruptores y equipos eléctricos de arranque y control deben estar encerrados en recintos de protección a prueba de explosiones o presurizados con aire de conformidad con la Regla 110-150.

Propósito de la Regla 110-172. No se permite el uso de lámparas portátiles que no sean a prueba de explosiones en el lugar Clase I, Zona 2, debido al peligro constante de ruptura de la lámpara. La rotura de una lámpara rota produce el peor tipo de peligro de ignición: el arco producido por la quemadura de un filamento caliente. Por otro lado, las lámparas fijas son consideradas seguras sin recintos a prueba de explosiones si es que están protegidas contra daños y funcionan por debajo de la temperatura de ignición espontánea del gas o vapor presentes en la atmósfera. Las únicas excepciones son para los artefactos con interruptores integrales y equipos eléctricos de arranque o control para lámparas de descarga.

Sustento y Propósito de la Regla 110-174. No se permite el uso de equipos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

calentados eléctricamente sin aprobación, incluso en un lugar Clase 1, Zona 2, ya que están propensos a tener una temperatura de superficie por encima de la temperatura de ignición espontánea del gas o vapor presentes en la atmósfera. Por lo tanto, el objetivo es que cada dispositivo de este tipo sea sometido a una prueba de máxima temperatura de superficie. Los requerimientos para la utilización de equipos que contengan motores, interruptores, interruptores automáticos y fusibles son los mismos que los de las reglas anteriores que se ocupan de estos temas.

Sustento de la Regla 110-176. Los cordones flexibles para los lugares Clase 1, Zona 2 están sujetos a los mismos requerimientos de los lugares Clase 1, Zona 1 salvo que ahora sean usados para la conexión de artefactos de alumbrado fijos así como para equipos eléctricos portátiles. Ya que no todos los recintos utilizados en la Clase 1, Zona 2 son a prueba de explosiones, los collarines de cable sólo necesitan ser aprobados para la Clase y grupo por donde ingresan a un recinto de protección que debe ser a prueba de explosiones o de llama.

Propósito de la Regla 110-176. No obstante, los cordones deben ser del tipo para uso muy exigente y que incluso contengan un conductor de enlace equipotencial. En caso de que sea necesario que el recinto de protección al que ingresa el cordón sea a prueba de explosiones o antideflagrante, entonces el collarín de cable para el cordón también debe ser a prueba de explosiones. Sin embargo, en otros casos, el collarín de cable puede ser del tipo para uso general. El uso de cordones flexibles en los artefactos de alumbrado fijos permite una instalación eléctrica más adecuada y flexibilidad para el objetivo de los proyectores de iluminación.

Sustento de la Regla 110-178. Esta regla contiene los mismos requerimientos que se exigen para los lugares Clase I, Zona 1, ya que los enchufes y tomacorrientes son por lo general partes que producen arcos.

Propósito de la Regla 110-178. No se permite ningún tipo de excepciones para estos dispositivos, ya que por lo general constituyen partes productoras de arcos y pueden ocasionar ignición, incluso si la atmósfera fuera peligrosa sólo por un corto período de tiempo.

Sustento de la Regla 110-180. El objetivo de esta regla es prevenir la posibilidad de que las chispas provenientes de las partes vivas expuestas, en caso de que dicha parte fuera puesta en cortocircuito a tierra de manera accidental, ocasionen ignición.

Propósito de la Regla 110-180. No se permite que cualquier parte viva sea expuesta en un lugar Clase 1, Zona 2, sin considerar la tensión o potencia del circuito, a menos que sea intrínsecamente segura. Esta técnica es eximida de las reglas de esta Sección, ya que dichos circuitos han demostrado ser incapaces de producir ignición.

Sustento de la Regla 110-182. El sustento de esta regla es el mismo que el de la Regla 110-132, al que hace referencia.

Propósito de la Regla 110-182. El objetivo es que exista un buen enlace equipotencial en todos los lugares peligrosos, a fin de prevenir que se produzcan chispas de manera accidental en el trayecto del enlace equipotencial en casos de exista una junta defectuosa y falla a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Lugares Clase II
Instalaciones en Lugares Clase II, División 1 (Véase el Anexo E)

Sustento de la Regla 110-200. Esta regla especifica los requerimientos para los transformadores y condensadores instalados en lugares Clase II, División 1. Debe observarse que se refiere a las reglas de la Sección 150, que se ocupan de los transformadores y condensadores instalados en lugares no peligrosos. La única diferencia son los requerimientos para las puertas, aberturas de ventilación y aberturas de alivio de presión. La Subregla (2) permite que los transformadores y condensadores que no contengan líquidos que puedan inflamarse sean instalados sin cámaras si es que son aprobados para el lugar. La Subregla (3) prohíbe el uso de cualquier transformador o condensador en el lugar Clase II, Grupo E..

Propósito de la Regla 110-200 (Véase la Figura 110-200(a)). El objetivo es que esta regla desestime la instalación eléctrica de transformadores y condensadores de potencia en un lugar Clase II, División 1. Los transformadores pequeños de núcleo seco pueden ser instalados sin cámaras, excepto en los lugares Clase II, Grupo E, donde la conductividad del polvo puede provocar un riesgo adicional. Esta prohibición de los transformadores para los lugares Clase II, Grupo E no se aplica al equipo eléctrico de control que contienen los transformadores, siempre que el montaje sea aprobado en cuanto a Clase y grupo.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

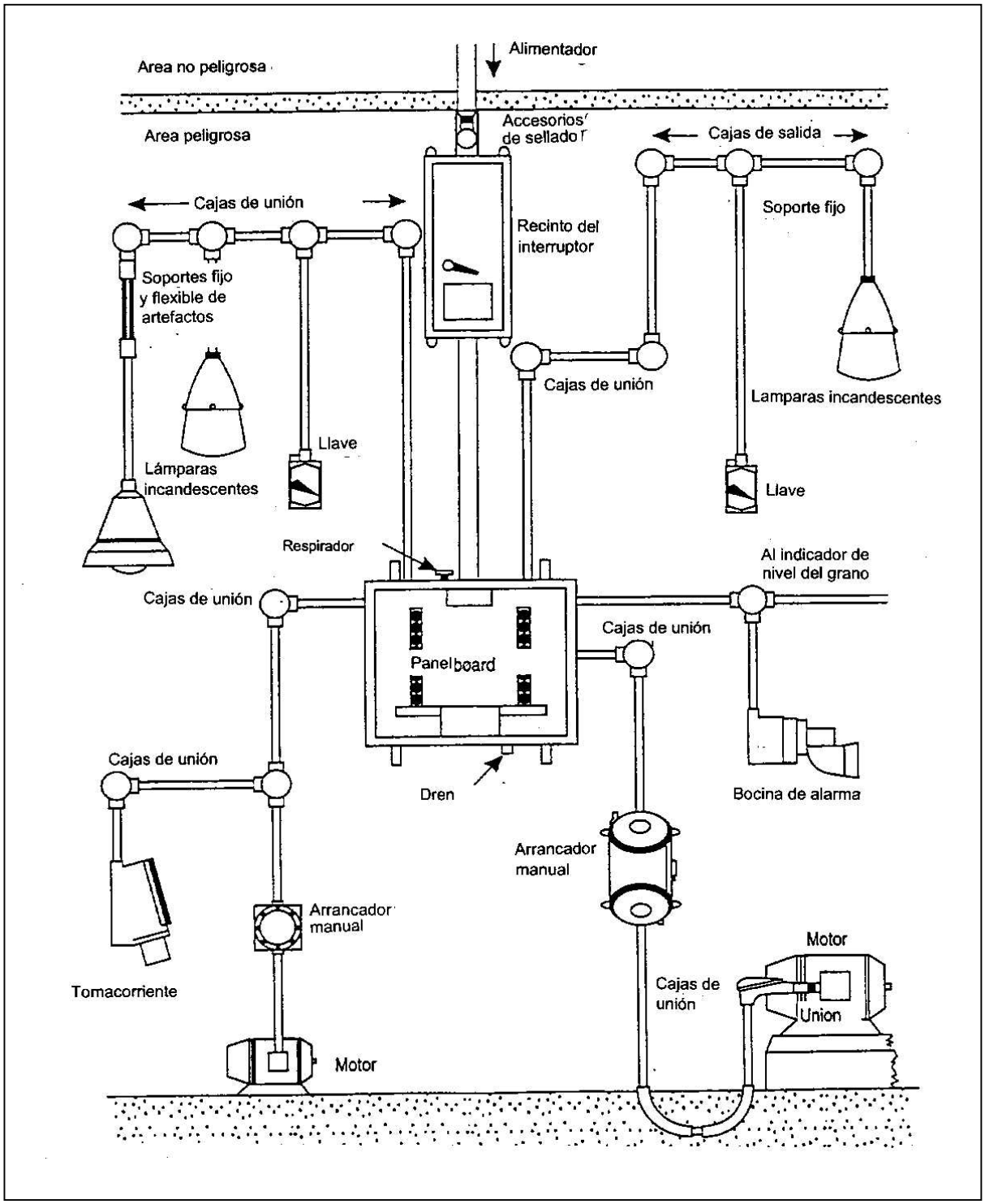


Figura 110-200 (a)
Instalación Típica de Conducto para Circuitos de Iluminación y Motores en Lugar Clase II, División 1

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 110-202. Los métodos de alambrado para este lugar no son tan restrictivos como lo son para el lugar Clase I, División 1, pero son similares en varios aspectos, debido a que una falla en el alambrado puede incluso ocasionar una explosión en los lugares Clase II. La diferencia más importante es que los collarines de cable aprobados para la Clase II son diseñados para eliminar polvo y no para contener una explosión; estos deben de tener sólo tres hilos de rosca de enganche con la parte central de la tubería pesada; y la tubería pesada metálica flexible impermeable puede ser utilizada donde sean necesarias las conexiones flexibles.

Propósito de la Regla 110-202 (Véanse las Figuras 110-202 y 110-202-1). Esta regla proporciona al encargado de la instalación diversas opciones para realizar el alambrado en un lugar Clase II, División 1. La tubería pesada metálica rígida puede ser utilizada como para la Clase I pero, aunque no esté establecido de manera específica, sólo deben ser necesarios tres hilos de rosca de enganche en lugar de cinco. Esto está implícito en la Subregla (2) ya que las cajas y accesorios aprobados para la Clase II sólo requieren de tres hilos de rosca totales. Los cables aprobados para lugares peligrosos son también aceptables, salvo que los collarines de cable hayan sido aprobados sólo para la Clase II. También se puede utilizar tubería pesada flexible impermeable y cordón de uso muy exigente, siempre que estén provistos de collarines de cable aprobados para lugares Clase II en sus puntos terminales.

La Subregla (5) advierte al encargado de la instalación sobre los efectos del aceite u otras condiciones corrosivas en los conductores utilizados en las conexiones flexibles. Probablemente esto no constituya un problema, ya que los lugares Clase II por lo general son secos y están libres de substancias corrosivas.

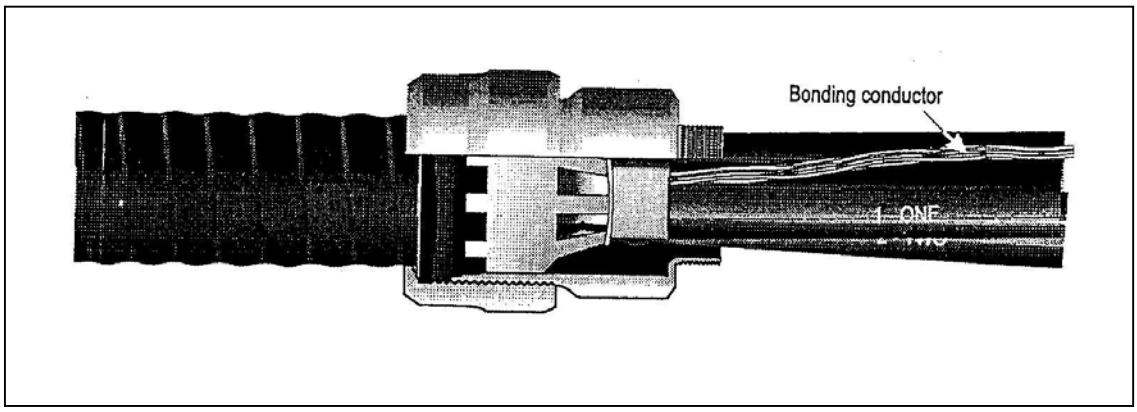


Figura 110-202
Accesorios Típico para Cable Flexible Clase II

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

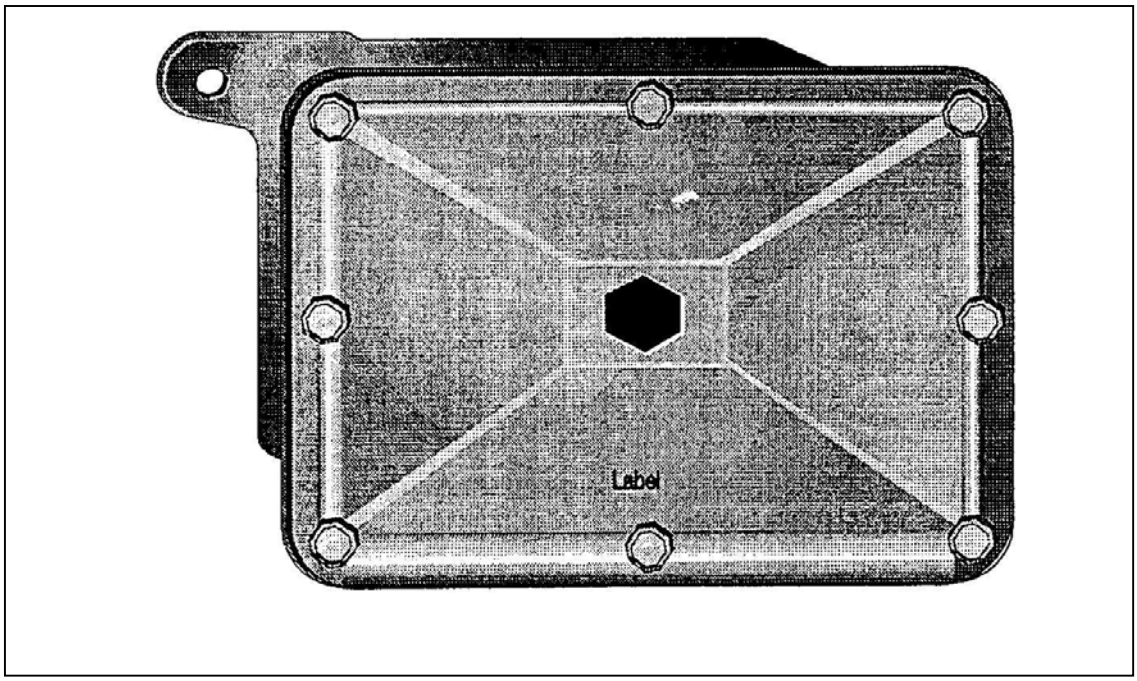


Figura 110-202-1
Típica Caja de Unión a Prueba de Polvo, Clase II

Sustento de la Regla 110-204. El sellado en el lugar Clase II es necesario a fin de prevenir el ingreso de polvo al recinto de protección que debe ser hermético al polvo. No es necesario el uso de sellos para prevenir la propagación de explosiones, ya que el concepto global de protección en la Clase II es la eliminación del polvo de los recintos de protección eléctricos para que no se produzcan explosiones internas. De manera similar, no es necesario el uso de sellos cuando la tubería pesada ingresa o sale de un lugar peligroso Clase II, ya que el polvo no se desplaza a lo largo de la tubería pesada de la misma manera que el gas o el vapor.

Propósito de la Regla 110-204. Las canalizaciones que se comunican con el recinto de protección que debe ser hermético al polvo, deben ser selladas a fin de prevenir la entrada de polvo al recinto. Esto debe hacerse utilizando un sello a prueba de explosiones del tipo Clase I, utilizando una sección horizontal de la tubería pesada de 3 m de longitud, o utilizando una sección vertical descendente de la tubería pesada de 1.5 m de largo. En el caso de la tubería pesada que se extiende en forma vertical desde el recinto de protección hermético al polvo, sólo puede utilizarse la primera opción (a menos que esté conectada directamente a una sección horizontal o verticalmente descendente de la tubería pesada). Estos requerimientos de sellado no se aplican a la tubería pesada que conecta dos recintos a prueba de polvo juntos, a menos que entre ellos exista un recinto o accesorio no que no sea hermético al polvo.

Sustento de la Regla 110-206. Todos los dispositivos tratados por esta regla contienen dispositivos que producen arcos o chispas que pueden, en condiciones normales de funcionamiento, encender el polvo combustible. Para eliminar esta posibilidad, estos deben estar encerrados en recintos de protección aprobados como herméticos al polvo. No es necesario que estos recintos de protección sean a prueba de explosiones (aunque algunos pueden tener características nominales dobles); el ser suficientemente herméticos como para que no permitan la entrada de polvo los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

protege contra explosiones.

Propósito de la Regla 110-206. El objetivo es que todos los componentes que por lo general producen arcos o chispas sean encerrados en recintos aprobados como herméticos al polvo, a fin de prevenir la ignición del polvo combustible en un lugar Clase II. Todos los dispositivos tratados en esta regla contienen contactos que pueden producir chispas y encender el polvo.

Sustento de la Regla 110-208. Los transformadores y resistencias pueden convertirse en un peligro de ignición, ya que pueden funcionar a temperaturas por encima de la temperatura de ignición espontánea del polvo en el lugar. Por esta razón, estos deben de estar encerrados en recintos de protección que prevengan que el polvo entre en contacto con las partes calientes del transformador o resistencia.

Propósito de la Regla 110-208. El objetivo es que todos los dispositivos que tengan superficies calientes sean encerrados en recintos de protección aprobados como herméticos al polvo, a fin de prevenir que el polvo entre en contacto con las superficies calientes y posiblemente puedan ocasionar ignición. Esto no excluye al polvo conductivo, como ocurre en la Regla 110-200 (ver el Propósito de la Regla 110-200).

Sustento de la Regla 110-210. Los motores y generadores están propensos a quemarse en algún momento de su vida útil; asimismo, están expuestos a cubrirse con capas de polvo en el lugar Clase II, División 1. Por esta razón, estos deben de ser sometidos a pruebas de temperatura rigurosas a fin de determinar si es que pueden exceder la temperatura de ignición espontánea del polvo en cualquier condición de carga y, aun al quemarse. Ya que pueden funcionar en una nube de polvo, éstos también deben pasar la prueba de penetración de polvo.

Propósito de la Regla 110-210. Esta regla exige que todos los motores y generadores sean aprobados para el lugar por las razones expuestas anteriormente.

Sustento de la Regla 110-212. En ciertas condiciones, los motores, generadores u otros recintos de equipos eléctricos pueden ser enfriados mediante aire "limpio" traído de fuera del lugar. Esta regla y las Notas del Anexo B establecen los requerimientos para las tuberías que transportan aire de enfriamiento hacia el recinto y desde el mismo.

Propósito de la Regla 110-212. Si se va a utilizar aire limpio de una fuente de afuera del lugar para enfriar el equipo eléctrico, las tuberías a través de las cuales fluye el aire, incluyendo las tuberías de evacuación, deben ser herméticas al polvo a lo largo de toda su extensión. Además, las Notas del Anexo B recomiendan la disposición de un interruptor de presión de aire para apagar el equipo eléctrico en caso de falla de aire, un detector de fuego automático en la tubería de evacuación y un obturador de cierre automático en la entrada a fin de facilitar la descarga de un extintor de incendios en la máquina en caso de incendio.

Sustento de la Regla 110-214. Ya que la mayoría de equipos de utilización contienen motores o calentadores, y se requiere que estos dispositivos estén alojados en recintos de protección herméticos al polvo, obviamente es lógico que los equipos de utilización estén sujetos a los mismos requerimientos.

Propósito de la Regla 110-214. El objetivo es que todos los equipos eléctricos que utilizan energía eléctrica sean aprobados para los lugares Clase II, a fin de prevenir la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ignición del polvo combustible presente en la atmósfera.

Sustento de la Regla 110-216. Así como otros equipos eléctricos de utilización, los artefactos de iluminación son una fuente de calor y posiblemente de producción de chispas (si la lámpara se rompe), y por lo tanto son considerados una fuente normal de ignición. Asimismo, las lámparas producen una cantidad considerable de calor y se debe tener cuidado al asegurarse que se está instalando el tamaño correcto de lámpara; una lámpara incorrecta puede ocasionar que la temperatura de superficie del globo exterior de la lámpara sobrepase la temperatura de ignición espontánea del polvo. Es necesario una protección contra el daño físico, ya que la ruptura del globo exterior de la lámpara puede exponer el polvo a la superficie caliente de la lámpara. Los requerimientos para los artefactos colgantes son similares a aquellos de la Clase I, a excepción de que se acepta un cordón flexible además de la tubería rígida.

Propósito de la Regla 110-216. El objetivo es que todas las superficies calientes sean encerradas en recintos herméticos al polvo aprobados. Los artefactos de iluminación poseen lámparas calientes que funcionan constantemente por encima de la temperatura de ignición espontánea de la mayor parte de polvos combustibles. Por lo tanto, las lámparas deben ser protegidas contra la exposición al polvo. Las cajas y accesorios utilizados para el soporte de los artefactos de iluminación deben de ser aprobados para tal fin, ya que existen esfuerzos especiales en dichas cajas. El objetivo es que dichas cajas para soporte de los artefactos colgantes también tengan tornillos de ajuste o su equivalente a fin de prevenir que se aflojen.

Sustento de la Regla 110-218. Los cordones flexibles aprobados para uso muy exigente con un conductor de enlace equipotencial y collarines de cable aprobados para una clase y grupo proporcionan suficiente protección a este lugar.

Propósito de la Regla 110-218. Mediante estos requerimientos no se pretende limitar el uso de los cordones flexibles estrictamente para los dispositivos portátiles como en el caso de los lugares Clase 1, sino asegurar que en caso de ser utilizados, se efectúe el mejor tipo posible de instalación eléctrica. Esta regla se complementa con la regla anterior, la cual permite el uso de cordones flexibles para la conexión de un artefacto de iluminación en este lugar.

Sustento de la Regla 110-220. Los enchufes y tomacorrientes pueden constituir una fuente de formación de arcos si los circuitos se abren bajo condiciones de carga. Por esta razón, deben de ser construidos de manera especial, para prevenir cualquier posibilidad de formación de arcos en presencia de polvo combustible.

Propósito de la Regla 110-220. Se pretende que la carga conducida por los enchufes y tomacorrientes sea establecida e interrumpida en un recinto aprobado como hermético al polvo. Por lo general, esto se cumple mediante el interbloqueo del tomacorriente con un interruptor o interruptor automático, de tal manera que el enchufe no pueda ser conectado al tomacorriente mientras esté con corriente aplicada y sea desenergizado antes que el enchufe pueda ser retirado. En ninguna circunstancia, si los contactos están expuestos al polvo, pueden ser utilizados para cerrar y abrir el circuito. Incluso el polvo no conductivo puede convertirse en conductivo en presencia del arco eléctrico, ocasionando un peligro eléctrico así como una explosión.

Sustento de la Regla 110-222. Los dispositivos tratados por esta regla por lo general son de baja tensión y de bajo consumo de potencia. Sin embargo, los contactos de rendimiento ligero pueden ser capaces de encender un polvo combustible a no ser que

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

el circuito haya sido aprobado como intrínsecamente seguro. A efectos de esta regla, los dispositivos que sólo conducen corriente de voz (, son considerados seguros sin que sea necesario una protección especial; los equipos eléctricos y componentes sumergidos en aceite y sellados también son considerados seguros sin que sea necesario su aprobación para una clase o grupo.

Propósito de la Regla 110-222. Los dispositivos de baja potencia, tales como los que se indican en esta regla, no constituyen un asunto de gran preocupación como algunos otros equipos eléctricos. Por esta razón, se permite el uso de los dispositivos con corriente de voz sin ninguna otra protección y los dispositivos sumergidos en aceite y sellados sin ninguna aprobación para la Clase o grupo.

Sustento de la Regla 110-224. Las partes vivas expuestas en una atmósfera que contenga polvo combustible pueden ocasionar ignición si es que son puestas en cortocircuito o a tierra en forma accidental.

Propósito de la Regla 110-224. No se permiten partes vivas expuestas en este lugar, a excepción de aquellas que se encuentren en circuitos aprobados como intrínsecamente seguros.

Sustento de la Regla 110-226. El equipo eléctrico no enlazado equipotencialmente en este lugar puede convertirse en un peligro si es que el recinto de protección u otra parte metálica llegan a energizarse. Incluso un dispositivo defectuosamente enlazado puede tener sus partes metálicas expuestas suficientemente elevadas por encima del potencial a tierra como para ocasionar chispas incendiarias.

Propósito de la Regla 110-226. En este punto lo que es de interés es la posibilidad de que las partes metálicas expuestas se eleven por encima del potencial a tierra debido a una falla de tierra. Esto puede ocasionar un peligro de explosión a tensiones muy inferiores consideradas seguras, así como un peligro de electrocución. Aunque esta regla no se aplica a los circuitos intrínsecamente seguros, de igual forma, requerimientos especiales de puesta a tierra y enlace equipotencial se aplican a éstos (Véase el Anexo F para mayores detalles).

Instalaciones en Lugares Clase II, División 2

(Véase el Anexo E)

Sustento de la Regla 110-250. Esta regla es esencialmente la misma que la Regla 110-200, con excepción de que los transformadores de núcleo seco que funcionan a 1000 V o menos pueden ser totalmente encerrados sin que sean específicamente aprobados para el lugar, ya que la posibilidad de la presencia de nubes de polvo peligrosas es menor en un lugar División 2.

Propósito de la Regla 110-250. Nuevamente en esta regla se desestima la instalación de transformadores y condensadores de potencia en lugares peligrosos, a menos que sea absolutamente esencial. Se permite una excepción a las reglas comunes para los transformadores de núcleo seco, los cuales sólo necesitan estar totalmente encerrados para ser clasificados para este lugar.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 110-252. Esta regla es fundamentalmente la misma regla que la Regla 110-202 para los lugares Clase II, División 1 a excepción de los requerimientos para las cajas y accesorios. Estos requerimientos son considerablemente menos estrictos, ya que la posibilidad de la presencia de nubes de polvo es mucho menor en el lugar División 2.

Propósito de la Regla 110-252. Esta regla permite la construcción de cajas y accesorios según los requerimientos de la Norma IEC 529 (formas de recintos más bajos que los herméticos al polvo denominados "impermeables" y "a prueba de polvo") o el encajonamiento total con cubiertas de ajuste hermético y sin ninguna abertura. En todos los demás aspectos, es la misma que la Regla 110-202.

Sustento de la Regla 110-254. Esta regla hace referencia a la Regla 110-204, lo que significa que no existe ninguna diferencia entre el sellado para la División 1 y la División 2. La razón es que si un recinto de protección debe ser hermético al polvo, no habrá ninguna abertura a través del cual pueda entrar el polvo.

Propósito de la Regla 110-254. A pesar de que la regla es la misma para la División 1 y División 2, en la División 2 no se requiere muchos recintos de protección que excluyan el polvo. No obstante en la División 2 se permite una forma de protección contra el polvo más baja, la regla para el sellado también se aplica a estos recintos de protección.

Sustento de la Regla 110-256. Esta regla es sustancialmente menos estricta respecto a los requerimientos de protección contra el polvo para los dispositivos cubiertos, porque existe reducida posibilidad de que exista polvo en suspensión en un lugar División 2. La Subregla (2) hace una excepción para polvo conductivo, que puede cortocircuitar el equipo.

Propósito de la Regla 110-256. Debido al reducido peligro en el lugar Clase II, División 2, sólo es necesario encerrar totalmente el equipo eléctrico a fin de prevenir que el polvo se acumule en el equipo y prevenir que las chispas y el material caliente caigan fuera de los recintos de protección. Esto se exceptúa cuando el polvo es conductivo; entonces se debe de utilizar recintos de protección herméticos al polvo aprobados.

Sustento de la Regla 110-258. Esta regla exige el uso de alojamientos herméticos sin aberturas de ventilación para los devanados de los transformadores, bobinas de impedancia y las resistencias de baja temperatura a fin de protegerlos de las acumulaciones de capas de polvo que pueden afectar sus propiedades disipadoras de calor, ocasionándoles recalentamiento. Los dispositivos de resistencia que funcionan a más de 120 ºC son considerados de mayor peligro y deben de ser aprobados, junto con su recinto de protección, en cuanto a Clase y grupo.

Propósito de la Regla 110-258. Esta regla separa las resistencias de baja temperatura y los devanados de las resistencias de alta temperatura. Las primeras simplemente necesitan alojamientos herméticos sin aberturas de ventilación, mientras que los últimos deben tener recintos de protección aprobados para los lugares Clase II.

Sustento de la Regla 110-260. Los motores están sujetos a quemarse en algún momento durante su vida útil. Por lo tanto, se debe considerar la temperatura que pueda alcanzar durante la quemadura cuando se aprueben los motores Clase II. La

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

alternativa para las Clase II, División 2, cuando el peligro a que el motor se cubra de polvo no sea tan grande, es proporcionar una protección integral contra el recalentamiento. Esto protege al motor de quemarse y por lo tanto reduce la temperatura de superficie de la máquina a un valor por debajo de la temperatura de ignición espontánea de la mayoría de polvos combustibles.

Propósito de la Regla 110-260. En este punto lo que es de interés es la máxima temperatura de superficie del motor o generador, en los casos más desfavorables que posiblemente ocurran en la práctica. La quemadura de los devanados es considerada el caso más desfavorable, y por esta razón, en caso de que el motor o generador no esté aprobado para la Clase II, se puede utilizar un máquina totalmente encerrada si es que cuenta con una protección integral contra el recalentamiento. Cualquier orificio de drenaje provisto en las máquinas totalmente encerradas deben ser tapados con tapones roscados, a fin de prevenir el ingreso de polvo.

Sustento de la Regla 110-262. Los recintos para la Clase II, División 2 no necesitan ser aprobados para el lugar, como para los lugares Clase II, División 1, y de esta manera los requerimientos para la hermeticidad de la tubería de ventilación puede ser ligeramente menos estricta que los de la Regla 110-212. Sin embargo, se aplican todos los demás requerimientos y recomendaciones.

Propósito de la Regla 110-262. El objetivo es el mismo que el de la Regla 110-212, excepto que la tubería de ventilación puede tener juntas corredizas de ajuste hermético o juntas remachadas y soldadas.

Sustento de la Regla 110-264. El equipo calentado eléctricamente puede sobrecalentarse si es que se acumula una capa de polvo en las superficies horizontales. Por esta razón, dicho equipo debe ser sometido a prueba con una capa de polvo, y debe de ser aprobado para asegurar que esta prueba ha sido llevada a cabo. Las demás Subreglas hacen referencia a las reglas anteriores que se ocupan de los componentes que forman parte del equipo de utilización.

Propósito de la Regla 110-264. Debido al peligro de que se acumule una capa de polvo aislante en el equipo eléctrico, ocasionando recalentamiento, se indica que todos los equipos eléctricamente calentados sean aprobados en cuanto a Clase y Grupo. Los demás componentes deben cumplir con los requerimientos aplicables de la reglas relacionadas. El equipo eléctrico portátil puede ser llevado de un lugar a otro; en ese caso, debe cumplir con los requerimientos más exigentes.

Sustento de la Regla 110-266. Ya que las lámparas portátiles están sujetas a ruptura y pueden ser llevadas a un lugar División 1, todas éstas deben de ser aprobadas para la División 1. El alumbrado fijo protegido contra daño físico no está expuesto a rotura; en caso de que éste haya sido diseñado para minimizar los depósitos de polvo en las lámparas y prevenir el escape de chispas, material encendido y metal caliente, no se considera necesario que tenga aprobación para el lugar. Por supuesto, éste debe de ser marcado indicando la potencia en watts de la lámpara lo que va permitir que el artefacto funcione a una temperatura segura. Los requerimientos para el montaje de artefactos colgantes son los mismos que para los lugares Clase II, División 1. Ya que el montaje completo no necesita ser aprobado, como en la División 1, la Subregla (4) establece los requerimientos para los arrancadores y equipo de control de las lámparas de descarga eléctrica.

Propósito de la Regla 110-266. Se exige que todas las lámparas portátiles sean

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

aprobadas como montajes completos, ya que éstas están totalmente propensas a ruptura o a ser llevadas a un lugar División 1 en cualquier momento. La iluminación fija puede ser construida con requerimientos menos exigentes, pero, ya que existe la posibilidad de que se acumule polvo en el artefacto, el objetivo es que aún así cumplan con los requerimientos estrictos de temperatura; éstos exigen artefactos totalmente cerrados que hayan sido sometidos a prueba para una máxima temperatura de superficie. Un artefacto con recinto de protección que cumpla con los requerimientos para Recintos de Protección IPX5 de la Norma IEC 529 cumple automáticamente con estos requerimientos. De manera similar, un Recinto de Protección IPX5 de la Norma IEC 529 cumple automáticamente con los requerimientos para el equipo de arranque y control.

Sustento y Propósito de la Regla 110-268. Véase la Regla 110-218.

Sustento de la Regla 110-270. En la Clase II, División 2 lo que es de interés no son las nubes de polvo sino la acumulación de polvo en el equipo eléctrico. Por esta razón, los enchufes y tomacorrientes no necesitan ser aprobados en cuanto a Clase y grupo , pero aún así deben ser interbloqueados de modo que no se forme arcos en los contactos expuestos. Tal como se explicó en la Regla 110-220, los arcos que se producen en presencia de polvo no conductivo pueden carbonizarlo convirtiéndolo así en conductivo, ocasionando perforación eléctrica.

Propósito de la Regla 110-270. Todos los enchufes y tomacorrientes industriales de buena calidad, adecuadamente interbloqueados para que no se abran o cierren mientras estén energizados, deben cumplir con los requerimientos de esta regla.

Sustento de la Regla 110-272. Por lo general las corrientes de voz son consideradas como intrínsecamente seguras y por lo tanto su uso es permitido sin ninguna protección especial. Las partes que producen chispas deben de ser herméticamente cerradas para que no permitan el ingreso de polvo, ya que son fuentes normales de ignición. Los dispositivos con resistencia que se calientan, presentan un grave problema de ignición, ya que si se acumula polvo sobre ellos, el efecto aislante del polvo puede ocasionarles recalentamiento, encendiéndose así el polvo. Los dispositivos de resistencia que funcionan por debajo de 120 ºC no son considerados peligrosos y sólo necesitan recintos de protección herméticos.

Propósito de la Regla 110-272. Lo que es de interés no son las corrientes de voz, sino que el objetivo es que cualquier maniobra en otros circuitos se encuentre encerrada en recintos de protección herméticos que cuenten con una protección equivalente al de los Recintos IP4X o IP5X de la Norma IEC 529. Asimismo, se pretende que los dispositivos de resistencia al calor sean aprobados en cuanto a Clase y grupo. Los dispositivos de Resistencia que funcionan por debajo de 120 ºC pueden estar totalmente encerrados.

Sustento y Propósito de la Regla 110-274. Véase la Regla 110-224.

Sustento y Propósito de la Regla 110-276. Véase la Regla 110-226.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Lugares Clase III
Instalaciones en Lugares Clase III, División 1

(Véase el Anexo E)

Sustento de la Regla 110-300. Esta regla es la misma que la Regla 110-250 ya que las fibras o partículas en suspensión por lo general son muy pesadas como para formar nubes explosivas. El peligro en un lugar Clase III es que se puede formar capas gruesas de fibras o partículas en suspensión, dando lugar a condiciones ideales para que ocurra incendios repentinos.

Propósito de la Regla 110-300. Véase la Regla 110-250.

Sustento de la Regla 110-302. Las altas temperaturas de superficie de los equipos eléctricos o las fallas eléctricas de los mismos pueden ocasionar ignición de las fibras y partículas en suspensión en un lugar Clase III, División 1. Por lo tanto, es necesario asegurarse de que los equipos eléctricos y el sistema de alambrado que los alimenta sean diseñados para reducir las temperaturas de superficie dentro de los niveles prescritos y no tengan aberturas que permitan el escape de chispas o material incandescente que puede encender la acumulación externa de fibras o partículas en suspensión.

Propósito de la Regla 110-302. La Subregla (1) tiene como objetivo que en el lugar Clase III, División 1 únicamente se permita el empleo de métodos de alambrado específicos tales como tuberías pesadas metálicas rígidas, tuberías metálicas para uso eléctrico, o cables aprobados para el lugar.

La Subregla (2) tiene como objetivo que las cajas y accesorios que encierran conexiones sean construidos ya sea según los requerimientos de los Recintos de Protección IP5X de la Norma IEC 529 o para prevenir el escape de chispas o material incandescente que pueden producir ignición de las acumulaciones externas de fibras o partículas en suspensión.

La Subregla (3) tiene como objetivo asegurar que el esfuerzo de tensión sea evitado en los collarines de cable a fin de prevenir que el cable sea arrancado del collarín y ocasione daños posteriores a los puntos terminales del conductor.

La Subregla (4) tiene como objetivo que las conexiones flexibles sean las mismas que las requeridas para el lugar Clase II, División 1. Esta regla reconoce el uso de tuberías pesadas metálicas flexibles impermeables y cordones flexibles de uso muy exigente así como accesorios de conexión flexibles aprobados para el lugar.

Sustento de la Regla 110-304. A excepción de que en la Clase III no existen fibras o partículas en suspensión conductivas, esta regla es la misma que la Regla 110-256, ya que las condiciones son muy similares a los lugares Clase II, División 2, tal como se explicó en el Sustento de la Regla 110-300.

Propósito de la Regla 110-304. Véase la Regla 110-256.

Sustento de la Regla 110-306. Las fibras y partículas en suspensión de los lugares

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Clase III son mucho más grandes y fáciles de eliminar que el polvo de los lugares Clase II. Por esta razón, el requerimiento para los recintos de protección Clase II aprobados de la Regla 110-258 es menos exigente en esta regla.

Propósito de la Regla 110-306. Para los lugares Clase III, se requiere que un recinto de protección de ajuste hermético, similar al Recinto de Protección IP4X o IP5X de la Norma 529, sea proporcionado a los transformadores de control, a las bobinas de impedancia y a las resistencias.

Sustento de la Regla 110-308. Para los motores y generadores las fibras y partículas en suspensión no son tan difíciles de combatir como lo son los polvos; algunos de las cuales tienden a pegarse en las partes del motor, reduciendo así la capacidad de enfriamiento. Por otro lado, las fibras y partículas en suspensión son más fáciles de salir volando por la corriente de aire que crea la máquina giratoria. Además, los polvos, por su tamaño y geometría más pequeños, pueden penetrar en las pequeñas aberturas más fácilmente que las fibras y partículas en suspensión. Por estas razones, los requerimientos para la Clase III son de manera considerable menos estrictas que para los de la Clase II, División 2.

Propósito de la Regla 110. 308. El asunto más importante en este punto es que los equipos calentados eléctricamente sean aprobados para el lugar. Aunque no existe una Norma específicamente para los equipos calentados eléctricamente Clase III, se puede utilizar la Norma IEC 529 para Recintos de Protección IP5X para aprobar dichos equipos, ya que ésta cuenta con una prueba para máximas temperaturas de superficie con capas de polvo. Además, los equipos aprobados para ser utilizados en los lugares Clase II también pueden ser aceptables para este lugar.

Sustento y Propósito de la Regla 110-308. Véase la Regla 110-262.

Sustento de la Regla 110-312. Existe un problema real en la Clase III respecto a la iniciación de un incendio repentino debido al recalentamiento del equipo eléctrico. Por esta razón, el equipo calentado eléctricamente debe estar específicamente aprobado para el lugar. Los equipos eléctricos accionados por motor y los equipos que contengan dispositivos de maniobra deben ser tratados de la misma manera que los componentes que contengan.

Propósito de la Regla 110-312. El asunto más importante en este punto es que los equipos calentados eléctricamente sean aprobados para el lugar. Aunque no exista ninguna Norma específicamente para los equipos calentados eléctricamente Clase III, se puede utilizar la Norma IEC 529 para Recintos de Protección IP5X para aprobar dichos equipos, ya que ésta cuenta con una prueba para máximas temperaturas de superficie con capas de polvo. Además, los equipos aprobados para ser utilizados en los lugares Clase II también pueden ser aceptables para este lugar.

Sustento de la Regla 110-314. En esta regla, el asunto de interés es que una lámpara recalentada puede provocar ignición de las fibras o partículas en suspensión, dando como resultado un incendio repentino. Las lámparas funcionan fundamentalmente a temperaturas por encima de la temperatura de ignición espontánea de la mayoría de fibras y partículas en suspensión. Por lo tanto, éstas deben de ser encerradas en bombas de ajuste hermético o su equivalente. La protección contra la ruptura también es un asunto importante, en particular para las lámparas portátiles, las cuales pueden caerse o maltratarse de alguna otra forma.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 110-314. Ya que todos los artefactos, fijos y portátiles, deben de ser sometidos a pruebas de máxima temperatura de superficie, esto implica que deben ser aprobadas para el lugar.

Sustento y Propósito de la Regla 110-316. Véase la Regla 110-218

Sustento y Propósito de la Regla 110-318. El sustento es el mismo que el de la Regla 110-270, ya que las fibras y las partículas en suspensión no forman nubes inflamables sino capas de fácil ignición sobre los equipos eléctricos.

Sustento y Propósito de la Regla 110-320. Véase la Regla 110-272

Sustento de la Regla 110-322. En los lugares Clase III, División 1, el peligro no son las fibras y partículas en suspensión sino más bien las fibras y partículas que se acumulan sobre los objetos de la sala. Esto incluye el piso, cualquier mesa o mostrador, vigas y cualquier vía de grúa que puede haberse instalado en el lugar. Por esta razón, se debe tomar medidas a fin de prevenir que se produzca cualquier chispa en los contactos entre los rieles y los colectores de corriente y se escapen las chispas o material incandescente.

Propósito de la Regla 110-322. Se requiere que los conductores de contacto de las grúas sean circuitos aislados de modo que en caso de ocurrir una tierra accidental, exista una señal de alarma en el detector de tierra y no un cortocircuito a tierra, que dé como resultado la formación de chispas. Asimismo, se requiere guardas para los rieles energizados, para protegerlos de un contacto accidental. Se pretende que los colectores de corriente estén provistos de guardas para limitar la formación de chispas, prevenir el escape de partículas calientes, y para mantener los contactos libres de acumulación de pelusas y partículas en suspensión.

Sustento de la Regla 110-324. La carga de baterías acumuladoras en objetos tales como los vehículos alimentados por batería puede ocasionar formación de chispas cuando se conecten las baterías al equipo eléctrico de carga. Asimismo, las baterías con carga pueden producir cantidades considerables de hidrógeno. Por estas razones, las salas de carga deben de estar apartadas del lugar y ventiladas a fin de diluir el hidrógeno por debajo de su límite explosivo.

Propósito de la Regla 110-324. Se requiere que la carga de baterías se lleve a cabo en una sala apartada, lejos de las fibras y partículas en suspensión, a fin de prevenir que ocurra una ignición cuando las baterías sean conectadas al equipo eléctrico de carga. Para cualquier sala de carga de baterías, se requiere que se provea una ventilación adecuada cerca del techo, a fin de liberar el hidrógeno producido por la operación de carga hacia la parte externa de la edificación.

Sustento de la Regla 110-326. Así como en otros lugares peligrosos, no se permite la exposición de las partes vivas debido a la posibilidad que existe, de que se produzcan chispas por contacto accidental con la parte viva. La excepción de esta regla es para los rieles de la grúa, los cuales están permitidos en la Regla 110-322. Estos rieles están protegidos al estar en circuitos aislados, con una alarma de falla a tierra.

Propósito de la Regla 110-326. La exposición de partes vivas sólo es permitido en las grúas y equipo similar o en los circuitos intrínsecamente seguros.

Sustento y Propósito de la Regla 110-328. Véase la Regla 110-226.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Instalación en Lugares Clase III, División 2 (Véase el Anexo E)

Sustento y Propósito de la Regla 110-350. Véase la Regla 110-250.

Sustento de la Regla 110-352. En las áreas de almacenamiento, se desprenden muy pocas fibras o partículas en suspensión. Ya que estas partículas son realmente pesadas, en los lugares donde no exista ninguna maquinaria no habrá suficiente corriente de aire que acarree fibras o partículas en suspensión hasta los espacios del techo de la construcción.

Propósito de la Regla 110-352. Las reglas de alambrado para este lugar son las mismas que para los lugares Clase III, División 1, a excepción del alambrado en los espacios del techo de las áreas de almacenamiento y otros lugares protegidos contra el daño físico. Dicho alambrado puede ser abierto sobre aisladores en los espacios del techo y debe de cumplir con las Reglas 070-212 y 070-214.

Sustento de la Regla 110-354. Incluso en el lugar Clase III, División 2, las fibras o partículas en suspensión pueden acumularse sobre el equipo eléctrico, y por tanto se debe proporcionar protección contra la ignición por chispas y material caliente.

Propósito de la Regla 110-354. Véase la Regla 110-304.

Sustento y Propósito de la Regla 110-356. Véase la Regla 110-306.

Sustento y Propósito de la Regla 110-358. Véase la Regla 110-308.

Sustento de la Regla 110-360. En un lugar Clase III, División 2, las fibras y partículas en suspensión no son consideradas peligrosas. El único peligro es la acumulación de fibras y partículas en suspensión sobre la superficie del equipo eléctrico. Por esta razón, no se establece ningún requerimiento particular para la hermeticidad al polvo de las juntas de la tubería de ventilación.

Propósito de la Regla 110-360. El propósito es el mismo que el de la Regla 110-212, a excepción de que la junta de la tubería no necesita ser hermética al polvo.

Sustento y Propósito de la Regla 110-362. Véase la Regla 110-312.

Sustento y Propósito de la Regla 110-364. Véase la Regla 110-314.

Sustento y Propósito de la Regla 110-366. Véase la Regla 110-218.

Sustento y Propósito de la Regla 110-368. Véase la Regla 110-270.

Sustento y Propósito de la Regla 110-370. Véase la Regla 110-272.

Sustento y Propósito de la Regla 110-372. Véase la Regla 110-322.

Sustento y Propósito de la Regla 110-374. Véase la Regla 110-326.

Sustento y Propósito de la Regla 110-376. Véase la Regla 110-322.

Sustento y Propósito de la Regla 110-378. Véase la Regla 110-132.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 120

LUGARES DE MANIPULACIÓN DE COMBUSTIBLES

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 120-000. Esta regla es muy importante, ya que identifica los equipos eléctricos de una edificación, estructura o edificio a los cuales se aplican los requerimientos de la Sección 120. Ésta indica que las reglas generales del Código, es decir, las Secciones de la 10 a la 090 y 150, también se aplican, y que los requerimientos de la Sección 120 pueden modificarlas o añadirse a éstas u otras cuando sea necesario.

Los lugares en los cuales los gases y vapores combustibles se encuentran o pueden estar presentes en el aire en cantidades suficientes como para producir mezclas explosivas o inflamables deben ser clasificados como lugares peligrosos Clase I. Por lo tanto, como lo sugiere el título y según el grado de peligro implicado, esta Sección se ocupa de los lugares peligrosos Clase I, Zona 0, 1 o 2 tal como se han definido en la Sección 110.

El Alcance reconoce las extensas revisiones que se han llevado a cabo a la Sección 110 y luego a esta Sección. Con un cambio de esta magnitud existe la necesidad de prever una transición ordenada de un sistema a otro. La forma para que el Código logre esto se refleja en este Alcance. El tomar como referencia las reglas para el sistema de División, que se ha mejorado en el Anexo J20, ofrece la oportunidad a los usuarios de aplicar el Sistema de División cuando sea necesario.

A fin de proteger las instalaciones y equipos eléctricos de explosiones que provoquen ignición e incendios en áreas donde se expendan, almacenen o transporten gases inflamables tales como gas propano y gas natural comprimido, o donde se expendan o almacenen líquidos inflamables tales como gasolina, o donde se apliquen pinturas o materiales de acabado inflamables, se debe acatar los requerimientos establecidos para dichos montajes así como para grado y alcance de los límites de los lugares peligrosos y para tipo del método de alambrado y equipo eléctrico que se va a utilizar.

Además de indicar los requerimientos para la distribución de gasolina u otros líquidos inflamables, gas propano o natural comprimido, en esta Sección se clasifica el grado y alcance de los lugares peligrosos de las estaciones de servicio, garajes, áreas de almacenamiento, instalaciones de transporte y hangares de aviación y se señala los tipos de alambrado y equipo permitidos para estas áreas.

Propósito de la Regla 120-000. Se requiere que el alambrado y equipo eléctricos instalados en lugares donde se expendan, transporten o almacenen líquidos, gas propano y natural comprimido inflamables, o en lugares donde se apliquen pinturas y materiales de acabado inflamables, cumplan con los requerimientos de esta Sección de tal modo que no se presenten peligros de incendio o explosión en al área circundante al equipo. Esto significa que el equipo y alambrado eléctricos deben cumplir con los requerimientos de la Sección 110.

En las edificaciones tales como estaciones de servicio, garajes y hangares de aviación, donde se presta servicio y mantenimiento de los vehículos o aviones accionados por motor, se requiere que el alambrado y equipo eléctricos portátiles y fijos utilizados en estas áreas sean de tal tipo que minimicen el riesgo de incendios o explosiones.

Estaciones de Servicio y Despacho de Gasolina

Sustento de la Regla 120-002. Los lugares peligrosos más comunes encontrados son las estaciones surtidoras de gas. Con la aparición de estaciones de autoservicio, existe una necesidad cada vez mayor de especificar los requerimientos (tanto para la seguridad del público como de los empleados) para las áreas donde se surte a los tanques de los vehículos gasolina u otros líquidos inflamables así como para las áreas peligrosas y métodos de alambrado permitidos dentro de las estaciones de servicio en sí.

Propósito de la Regla 120-002. El objetivo es que las Reglas 120-004 a 120-014 sean aplicadas a las áreas donde se surtan los tanques de combustible de los vehículos motorizados de gasolina u otros líquidos inflamables. Asimismo, otro objetivo es que las áreas ubicadas dentro de las estaciones de servicio cumplan con los requerimientos para los garajes comerciales que se indican en las Reglas 120-100 a 120-114. En la Regla 120-004(10) se incluyen los requerimientos específicos para las áreas de lubricación ubicadas dentro de las estaciones de servicio.

Sustento de la Regla 120-004. Mientras que en la mayoría de los casos es posible reemplazar el término "División 1" por "Zona 1" que reflejan las revisiones de la Sección 110, en algunos casos, tales como en el receptor de la pistola de la manguera, donde se encuentran presentes atmósferas de gas por largos períodos de tiempo, es necesario considerar el lugar como Zona 0.

La Regla 120-004 define la categoría y los limites de los lugares peligrosos, tanto dentro de los surtidores de gasolina como en las áreas circundantes a estos. La extensión de los límites y el grado (Zona 0, 1 o 2) de peligro se basan principalmente en el hecho de que los vapores de gasolina son más pesados que el aire. Por ejemplo, si la gasolina se derrama mientras se está echando gasolina a un vehículo, el vapor resultante, junto con el vapor de gasolina emanado de los tanques de combustible del vehículo, tenderán a aferrarse al piso. Por ello, el área peligrosa cerca al piso debe extenderse más lejos del surtidor que del área más alta. Toda gasolina derramada durante el reabastecimiento de combustible puede acumularse en la tierra e ingresar a la tubería eléctrica. Por consiguiente, el espacio ubicado debajo de las áreas sujetas a derrames de combustible debe ser clasificado como lugar Clase I, Zona 1.

Este espacio también es clasificado como peligroso debido a las posibles filtraciones de gasolina en el surtidor. Y los vapores de gasolina se acumulan en esta área o en cualquier hoyo o depresión por debajo de la rasante o nivel del piso.

Las áreas adyacentes a cualquier tubería de llenado de tanque son clasificadas como peligrosas, ya que la gasolina puede derramarse durante las operaciones de llenado. El espacio circundante a las tuberías de ventilación del tanque es clasificado como peligroso, ya que mientras se llena el tanque de almacenamiento se descarga vapores de gasolina del mismo. Si la tubería de ventilación descarga hacia abajo, el área

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

peligrosa se debe extender hasta el nivel del piso, ya que los vapores más pesados que el aire tienden a caer al nivel del piso.

En las áreas de lubricación de las estaciones de servicio, donde es de interés fundamentalmente las cantidades más pequeñas de gasolina derramadas o filtradas de los tanques de combustible y motores de un vehículo, las áreas peligrosas se extienden sólo hasta una altura de 50 mm sobre el nivel del piso. Sin embargo, el área peligrosa alrededor del punto de despacho de una unidad manual surtidora de líquidos volátiles inflamables se debe extender a una distancia de 900 mm en todas direcciones desde el punto de despacho.

Propósito de la Regla 120-004 (Véanse las Figuras 120-004(1), (3), (7), (9) y (10). El área peligrosa dentro de las unidades surtidoras de gasolina y el área comprendida por debajo y alrededor del surtidor se deben clasificar tal como se indica en la Subregla 120(004(1) a 120-004(6) inclusive, o de alguna otra manera tal como se muestra en las Figuras 120-004(1) y 120-004(3).

En la Subregla 120-004(6) se indica que el lugar Clase 1, Zona 2 se debe extender hasta la edificación parcialmente ubicada dentro del área peligrosa, a no ser que una pared sin aberturas corte o interrumpa el lugar Zona 2 (por ejemplo, una pared sin aberturas de la estación de servicio). Consultar la información y clasificación del Anexo B.

En la Subregla 120-004(7) se indica que cualquier área fuera del lugar Clase 1, Zona 1 mostrada en la Figura 120-004(1) y dentro de una extensión de 3 m horizontales desde cualquier tubería de llenado de tanque debe ser clasificada tal como se indica en la Figura 120-004(7).

El objetivo es que las áreas peligrosas dentro de las proximidades de la tubería de ventilación del tanque sean clasificadas tal como se especifica en la Subregla 120-004(9) y tal como se muestra en las Figuras 120-004(7) y 120-004(9).

Por último, el propósito es que, las áreas peligrosas de las zonas de lubricación de las estaciones de servicio o establecimientos similares sean clasificadas como se indica en la Subregla 120-004(10) y tal como se muestra en la Figura 120-004(10).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

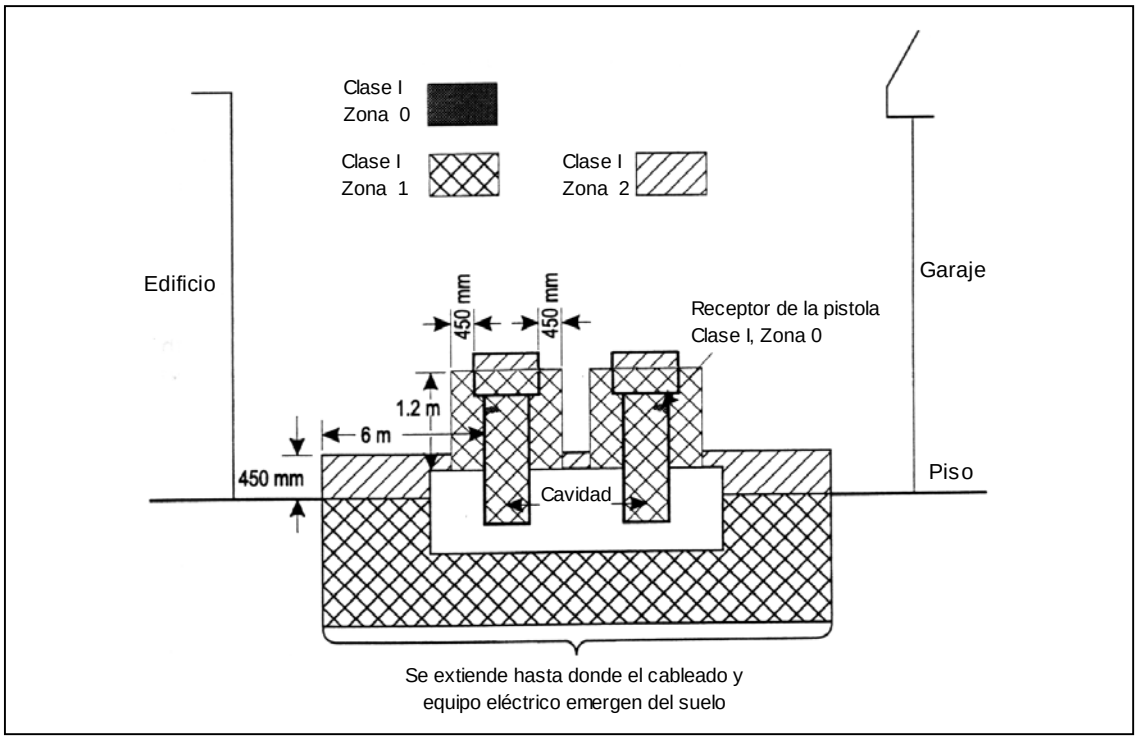


Figura 120-004 (1)
Vista en Sección Transversal de un Despachador Típico de Gasolina

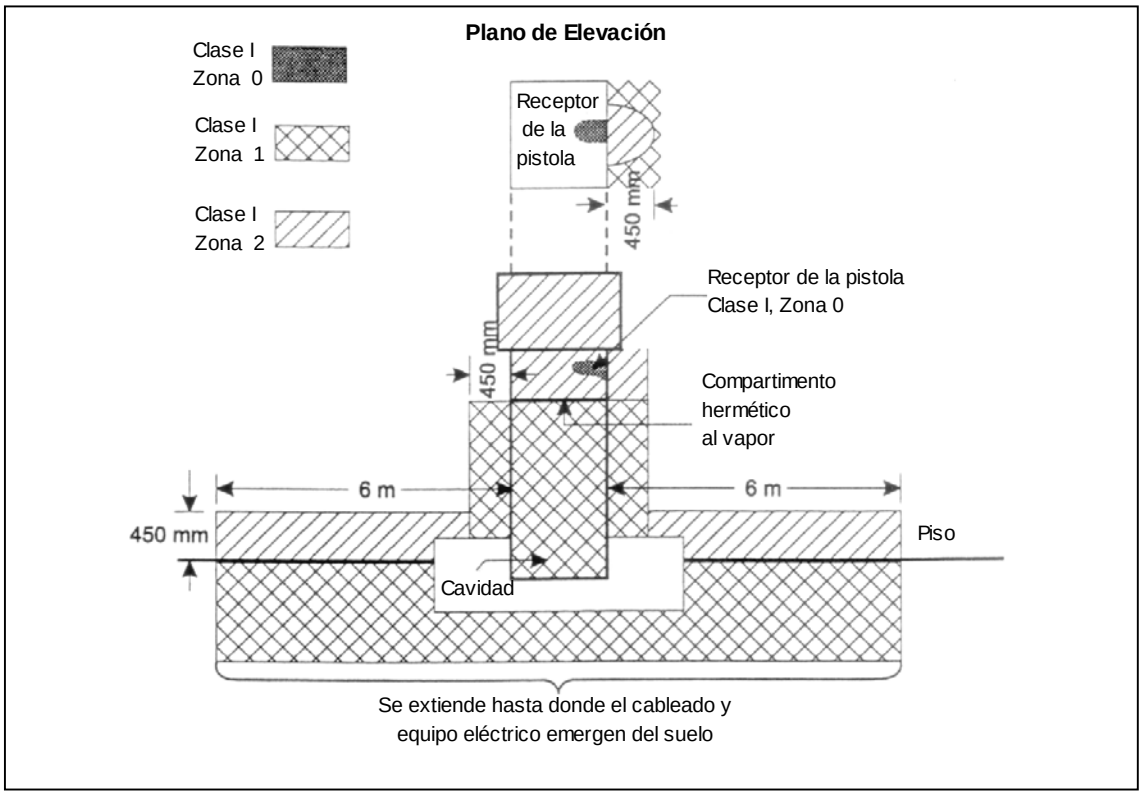


Figura 004 (3)
Sección Transversal de Despachador con Compartimento Hermético al Vapor

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

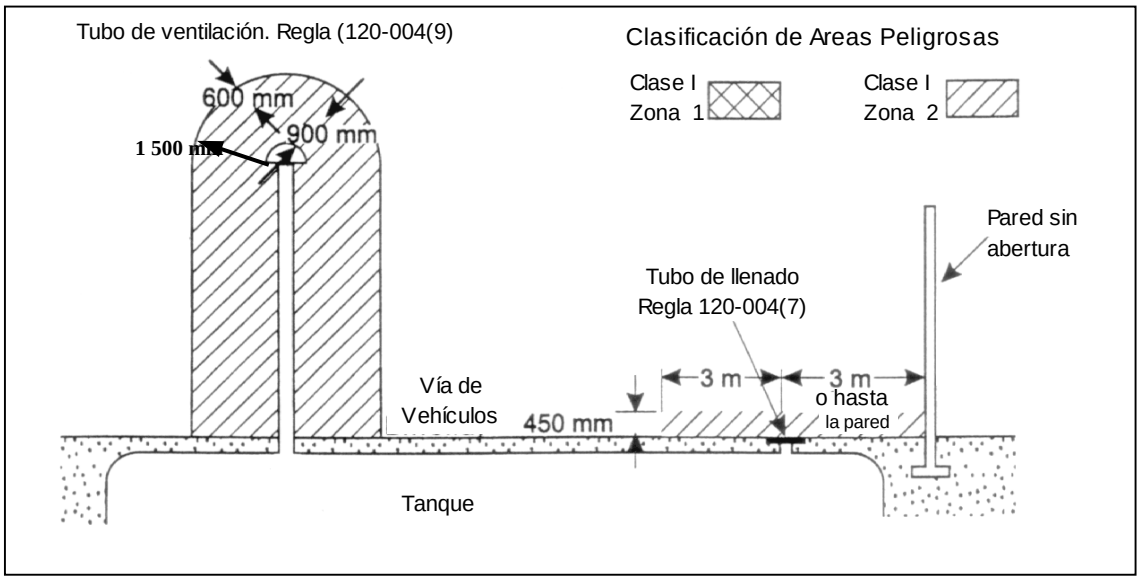


Figura 120-004 (7)
Instalación de Tanque de Almacenamiento de Gasolina

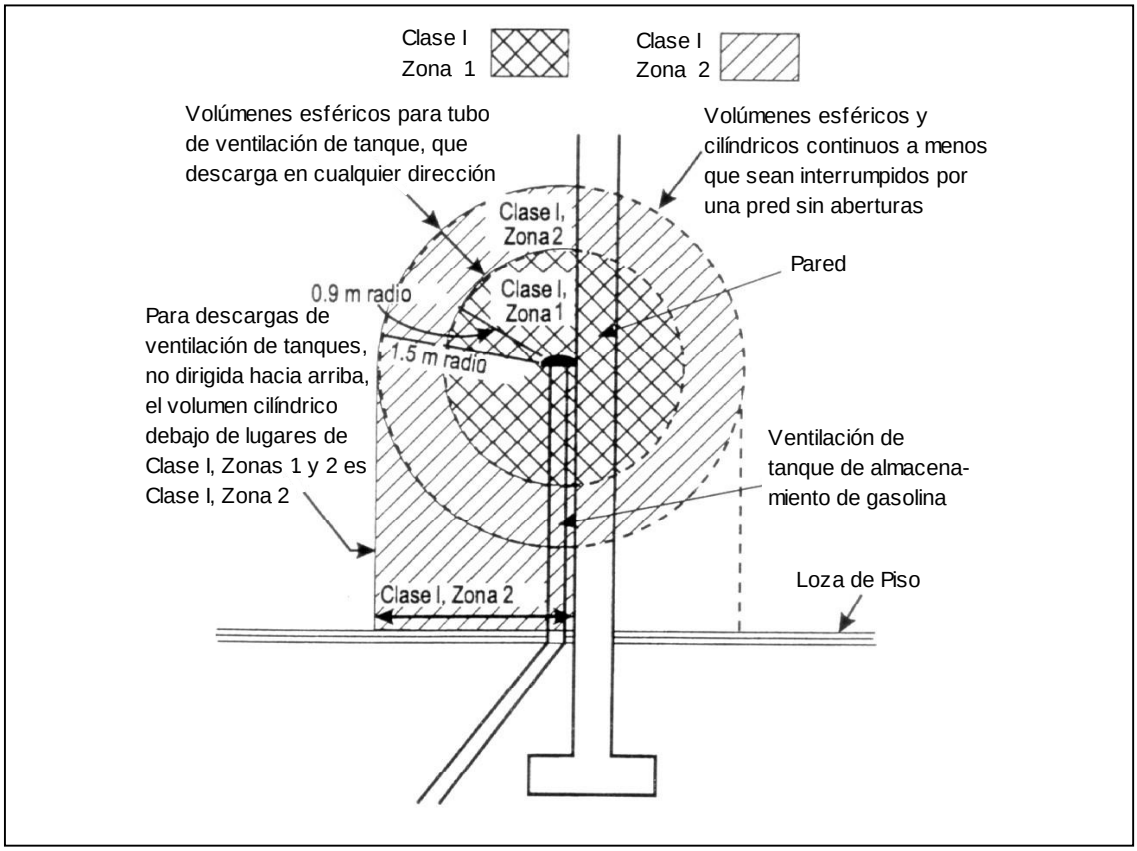


Figura 120-004 (9)
Lugar Peligroso Alrededor de Tubo de Ventilación, de Tanque de Almacenamiento de Gasolina, Adyacente a Pared de Edificio

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

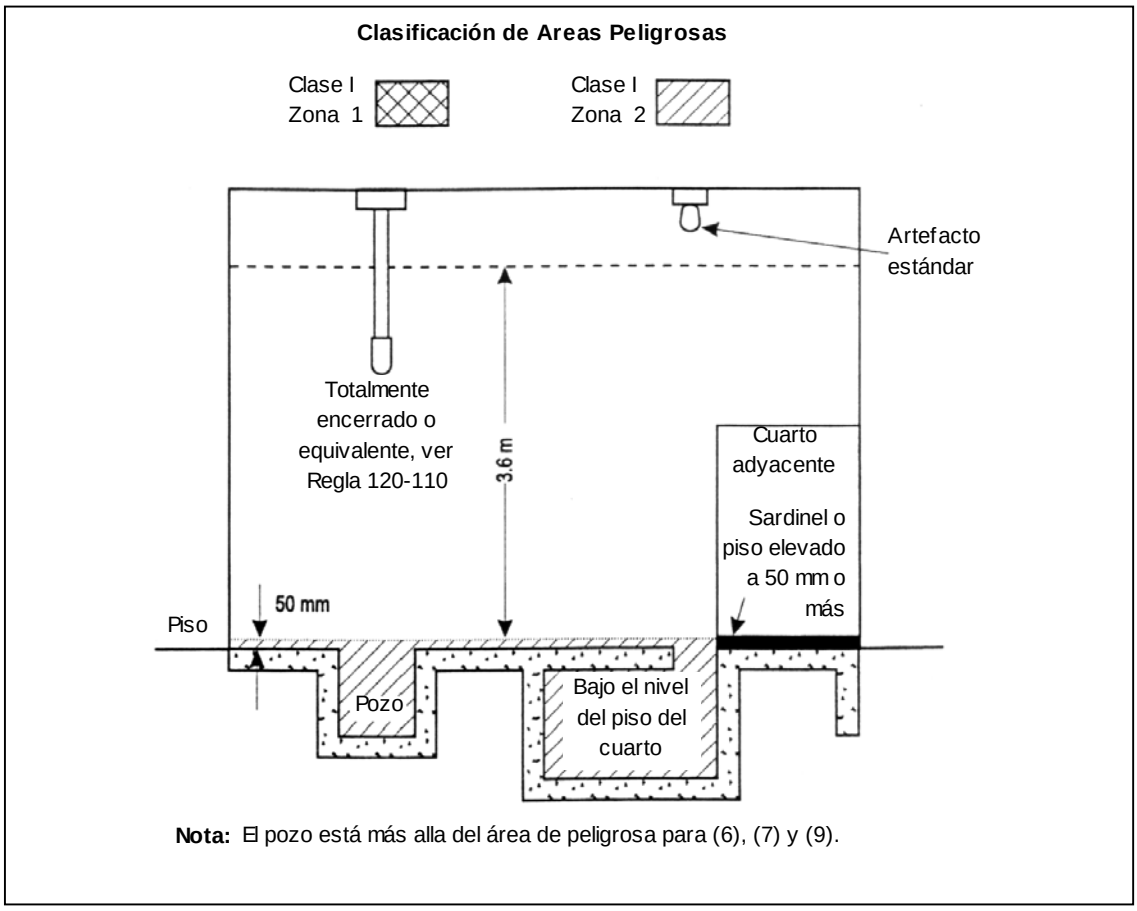


Figura 120-004 (10)
Sección de Lubricación Típica de una Estación de Servicio Comercial

Sustento de la Regla 120-006. Para el tipo de alambrado y equipo eléctrico que se va a utilizar en un determinado lugar peligroso y el tipo de líquido inflamable presente donde está involucrada la gasolina, la clasificación debe ser Clase I, Zona 1 o Clase I, Zona 2. El equipo eléctrico adecuado para ser utilizado en estas áreas peligrosas debe ser marcado o rotulado, ya sea con la clase y grupo para los cuales ha sido aprobado, o con el método de protección que proporciona. La Sección 110 contiene los requerimientos para los tipos de métodos de alambrado y equipos que pueden utilizarse en las áreas peligrosas.

Cuando los surtidores de gasolina son alimentados mediante una tubería metálica rígida o un cable aprobado, esta regla exige que se proporcione una unión. La unión permite cambiar al surtidor (por ejemplo, la conversión de servicio completo a autoservicio) y aún así mantener la integridad del sello así como la integridad física de la tubería pesada o cable.

Cuando los surtidores de gasolina son alimentados mediante una tubería metálica rígida, debe ser necesario una conexión flexible además de la unión. La conexión flexible permite la vibración y el movimiento limitado del surtidor sin ocasionar ningún daño. Asimismo, la conexión flexible permite algún movimiento del surtidor en caso de que se golpee o la base de concreto se levante debido a las temperaturas frías.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 120-006. El método de alambrado debe ser del tipo permitido por la Sección 110 en cuanto a la instalación en lugares Clase I, Zona 1 o 2 y el equipo eléctrico empleado debe ser aprobado para ser utilizado en los lugares Clase I, Grupo D o Grupo II C. Cuando los surtidores de gasolina son alimentados mediante una tubería metálica rígida, se debe procurar además utilizar la Sección de tuberías flexibles a prueba de explosiones entre la tubería de alimentación y el surtidor, debiendo ser la tubería flexible lo suficientemente larga e instalada de tal manera que permita algún movimiento del surtidor en relación al suministro de la tubería rígida sin dañar los conductores de suministro.

Asimismo, cuando un cable aprobado o tubería metálica rígida alimente a un surtidor de gasolina, se debe utilizar una unión para permitir el reemplazo del surtidor sin dañar la integridad del sello.

En la Subregla 120-006(4) se tiene el propósito de que los cables aprobados para lugares peligrosos sean permitidos para ser utilizados para suministrar gasolina a los surtidores.

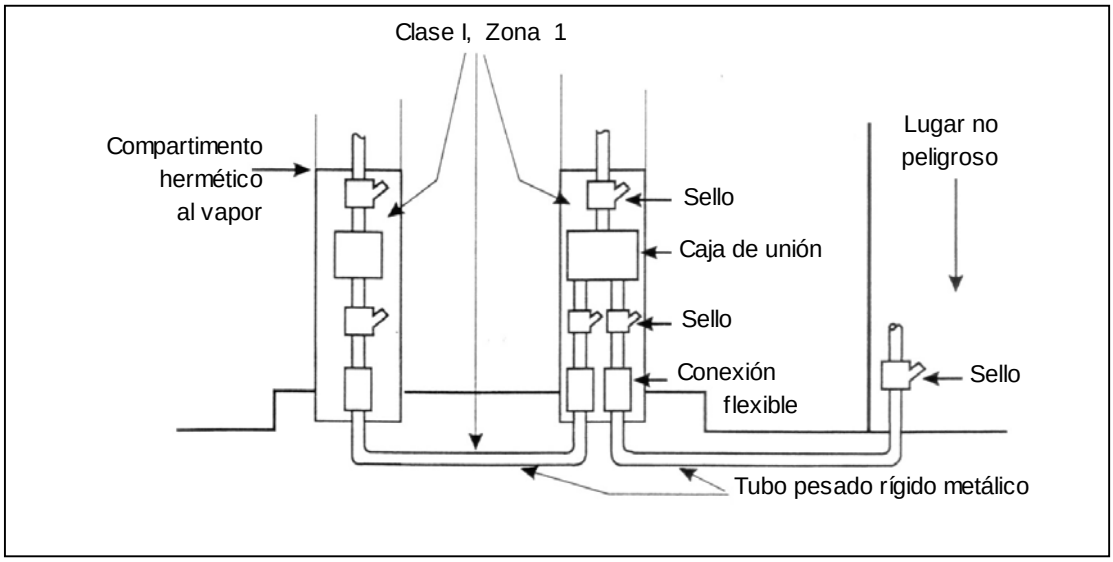


Figura 120-012
Ubicación de los Sellos en Despachadores de Gasolina

Sustento de la Regla 120-008. Ya que los vapores de gasolina más bien caen y no se elevan, el espacio sobre las áreas peligrosas puede clasificarse como no peligrosas, con algunas restricciones para el alambrado y equipo eléctrico permitidos como se indican en las Reglas 120-106 y 120-110.

Propósito de la Regla 120-008 (Véase la Figura 120-012). Se tiene el objetivo de que el alambrado y equipo eléctrico que se encuentre sobre las áreas peligrosas indicados en la Regla 120-004 cumplan con los mismos requerimientos que para los espacios localizados encima de las áreas peligrosas de los garajes comerciales (es decir, aquellos que se indican en las Reglas 120-106 y 120-110).

Sustento de la Regla 120-010. Cuando se esté llevando a cabo el mantenimiento de una bomba de gas, a fin de evitar no sólo un peligro de electrocución sino también de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

incendio, es importante que los conductores no energizados se encuentren en las proximidades del surtidor. Cada circuito derivado del surtidor o un circuito que vaya a través del surtidor, posiblemente al alumbrado del surtidor deben de tener medios de desconexión.

Propósito de la Regla 120-010. Se debe dotar de medios de desconexión a cada circuito derivado que vaya a una bomba surtidora así como a cualquier circuito que vaya a través de la bomba, a otra bomba, o al alumbrado del surtidor. Ya que todos los conductores no puestos a tierra deben de ser desconectados de manera simultánea, un circuito multifásico requiere de medios de desconexión multipolares, por lo cual el funcionamiento del mecanismo de maniobra debe desenergizar todos los conductores de fase del circuito al mismo tiempo.

Sustento de la Regla 120-012. Se debe de instalar accesorios de sellado, tal como lo exige la Sección 110, en la tubería pesada que ingresa o sale de un surtidor o de la cavidad ubicada debajo del mismo. Estos accesorios evitarán el paso de vapores de gasolina o llamas de la tubería hacia la edificación donde se origina el suministro o de un surtidor a otro. Los sellos también deben de ser instalados en el lugar donde la tubería ingrese o salga de las áreas Clase I, Zona 1 circundantes al surtidor. Para que sean accesibles, estos sellos deben de ser instalados por lo general encima del piso justo dentro de la edificación donde se originan los circuitos derivados. Por la misma razón, se deben de instalar sellos adicionales a fin cumplir con los requerimientos aplicables de las Reglas 110-108 y 110-158 donde o el conductor o el cable aprobado para el lugar, suministre al surtidor.

Propósito de la Regla 120-012. El objetivo es que los sellos sean provistos con las tuberías pesadas que alimentan los surtidores, tal como lo exige la Sección 110 para los lugares Clase I y tal como se muestra en la Figura 120-012 para la instalación de un surtidor típico. Cuando el surtidor es alimentado por un cable aprobado para el lugar, el cable debe de ser sellado, tal como lo requiere la Regla 110-108(1)(b), mediante un collarín de cable aprobado. Asimismo, los cables aprobados para lugares peligrosos, deben ser sellados en el surtidor (véase la Regla 110-108(3) y (4)).

Sustento de la Regla 120-014. Para evitar tanto un peligro de electrocución como de incendio, es necesario enlazar a tierra todas las partes metálicas de las bombas surtidoras, canalizaciones y otros equipos eléctricos.

Propósito de la Regla 120-014. El objetivo es que todas las partes metálicas sean enlazadas a tierra de manera conjunta mediante un contacto metálico efectivo o puentes de enlace equipotencial y sean conectadas a un conductor de enlace equipotencial que a su vez, esté conectado a un sistema a tierra. Ya que la tubería pesada metálica bajo tierra puede corroerse, es necesario que se instale un conductor de enlace equipotencial separado en la tubería pesada de suministro, tal como se requiere en la Sección 060.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Despacho, Llenado de Contenedores y Almacenamiento de Propano

Sustento de la Regla 120-030. El propano es gaseoso a presión y temperatura normales, mientras que la gasolina es líquida en estas condiciones. El propano, cuando es distribuido, se mantiene en estado líquido almacenándolo y transportándolo a presión la cual es algo más alta que la presión desarrollada en un surtidor de gasolina típico. Se puede concluir que en caso de ruptura de un sistema de manipulación de fluidos, el propano puede esparcirse en la atmósfera mucho más rápido y en cantidades mayores que la gasolina. El escape de propano bajo presión es totalmente diferente a la filtración en un tanque de gasolina, de modo que no se puede confiar en que la mezcla peligrosa permanezca cerca del piso, aún cuando el propano es más pesado que el aire. Asimismo, el escape es mucho más rápido cuando esto ocurre y por lo tanto el recinto/área completa puede llegar a ser peligrosa en un tiempo muy corto.

Propósito de la Regla 120-030. En las instalaciones encargadas de surtir, trasladar y almacenar propano, se deben aplicar las Reglas 120-032 a 120-042 para determinar el grado y extensión de los lugares peligrosos y el tipo de alambrado y equipo eléctrico que se debe utilizar en las mismas.

Sustento de la Regla 120-032. Por lo general las definiciones están incluidas en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o término, o sus derivados, que se apliquen a una Sección se definen en dicha Sección.

Propósito de la Regla 120-032. Se requiere diferenciar entre un centro de recarga de contenedores, el cual es una instalación, tal como una estación de servicio de propano, abierto al público para surtir propano a contenedores o a tanques de combustible de vehículos motorizados, y una planta de llenado, la cual es una instalación, tal como las plantas de propano no envasado, donde el principal objetivo es la distribución de propano desde grandes instalaciones de almacenamiento mediante vagones o camiones tanque.

Sustento de la Regla 120-034. El almacenamiento y distribución de propano son potencialmente muy peligrosos. Por lo tanto, se debe especificar de manera clara el grado y los límites de los lugares peligrosos Clase 1. Las instalaciones de almacenamiento y distribución de propano de propiedad de las compañías petroleras son los tipos más comunes de instalaciones que surten, transportan y almacenan propano. Por lo general, éstas incluyen tanques de almacenamiento de gran volumen llenados desde vagones u otros vehículos tanque, así como bombas surtidoras para despachar o transportar propano a vehículos automotores o contenedores portátiles.

Propósito de la Regla 120-034. La Tabla 63 especifica la categoría y los límites de los lugares peligrosos, tanto dentro de un centro de recarga de contenedores como de una planta de llenado. El Diagrama 7 ilustra la extensión de los lugares peligrosos donde se cargan y descargan vehículos y camiones tanque. El Diagrama 8 ilustra la extensión de los lugares peligrosos en el exterior al aire libre para las bombas, compresores de vapor, mezcladoras de aire y gas y vaporizadores. El Diagrama 9 ilustra la extensión de los lugares peligrosos en el exterior al aire libre para las áreas de llenado de contenedores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 120-036. La Sección 110 establece los requerimientos para los tipos de métodos de alambrado y equipos eléctricos que pueden utilizarse en las áreas peligrosas. El equipo eléctrico adecuado para ser utilizado en estas áreas peligrosas debe de ser marcados ya sea en cuanto a la Clase y Grupo para los cuales han sido aprobados, o en cuanto al método de protección que proporciona.

Cuando los surtidores de propano son alimentados mediante tuberías metálicas rígidas, el Código exige que se provea una conexión flexible a fin de permitir la vibración y el movimiento limitado del surtidor en caso de que se golpee o la base de concreto se levante debido a las temperaturas frías. Es importante mantener la integridad del sello durante el reemplazo del surtidor.

Propósito de la Regla 120-036. Los métodos de alambrado utilizados deben ser del tipo requerido por la Sección 110 para los lugares Clase I, Zona 1 y 2 y que el equipo eléctrico empleado sea el adecuado para ser utilizado en los lugares Clase I y para el Grupo de gas o vapor encontrado.

Cuando los surtidores de propano sean alimentados mediante tuberías metálicas rígidas, se debe requiere utilizar una sección de tubería flexible a prueba de explosiones entre la tubería de suministro y el surtidor. La tubería flexible a prueba de explosiones debe de ser lo suficientemente larga e instalada de tal manera que permita algún movimiento del surtidor relativo al suministro de la tubería metálica rígida, sin ocasionar ningún daño a la conexión del surtidor. Asimismo, se debe instalar requiere una unión entre el sello y la caja de empalmes del surtidor a fin de mantener la integridad del sello en caso de que sea necesario cambiar el dispensador.

Sustento de la Regla 120-038. Los accesorios de sellado, cuando sea necesario según la Sección 110, deben de ser instalados a fin de prevenir el paso de gases, vapores o llamas de una parte de la instalación eléctrica hacia otra a través del sistema. Ya que el propano es un gas en condiciones de presión y temperatura normales y en condiciones de filtración/falla puede esparcirse en la atmósfera rápidamente y en grandes cantidades, se debe aplicar los requerimientos para los sellos tanto a los límites horizontales como verticales de los lugares peligrosos.

Cuando se utilice tuberías para alimentar los surtidores de propano, se debe utilizar sellos a fin de prevenir el paso de gases o llamas a la edificación donde se origina el suministro de un surtidor a otro.

Propósito de la Regla 120-038. Cuando los surtidores de propano sean alimentados mediante tuberías pesadas metálicas rígidas, es necesario que la tubería sea sellada en el surtidor, en la edificación donde se origina el suministro, y en cada surtidor cuando la tubería recorra entre surtidores.

Cuando el surtidor de propano es alimentado mediante un cable aprobado para el lugar, se requiere que el cable sea sellado con un collarín de cable aprobado tal como lo establece la Regla 110-108(1)(b). Los cables aprobados para los lugares peligrosos, deben de ser sellados en el surtidor, mas no en el límite entre los lugares peligrosos y no peligrosos (Véase la Regla 110-108(3) y (4).

Sustento de la Regla 120-040. El sustento y el propósito de la Regla 120-010 se aplican de manera similar a la bomba de propano o al dispositivo de despacho.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 120-042. Para prevenir tanto un peligro de electrocución como de explosión, es necesario enlazar a tierra todas las partes metálicas de los equipos eléctricos y canalizaciones.

Propósito de la Regla 120-042. El objetivo es que todas las partes metálicas de los equipos eléctricos y canalizaciones sean enlazadas de manera conjunta mediante un contacto metálico efectivo o puentes de enlace equipotencial, y sean conectadas a un conductor de enlace equipotencial que a su vez esté conectado a un sistema a tierra, tal como se requiere en la Sección 060.

Estaciones de Recarga de Gas Natural Comprimido e Instalaciones de Compresión y Almacenamiento

Sustento de la Regla 120-060. El gas natural comprimido a presión y temperatura normales es más liviano que el aire. Para permitir cantidades apropiadas de combustible para accionar un vehículo para distancias razonables, el gas natural comprimido es surtido a una presión muy alta. Los compresores se utilizan para comprimir el gas natural, desde una sistema de distribución de gas natural, a la presión (en un orden de 211 kg/cm2) requerida para el uso de vehículos automotores, etc. El escape de gas natural comprimido es mucho más rápido que la gasolina o el propano. No permanece cerca del piso ya que el este combustible es más liviano que el aire, y por lo tanto el área/recinto completo se vuelve peligroso en un período de tiempo muy corto.

Propósito de la Regla 120-060. En las instalaciones de despacho, transporte y almacenamiento de gas natural comprimido, el objetivo es aplicar las Reglas 120-062 a 120-072 para determinar el grado y extensión de los lugares peligrosos, y el tipo de alambrado y equipo eléctrico que se va a utilizar en las mismas. Las reglas de esta Sección no se aplican a los dispositivos de reabastecimiento de combustible para vehículos sin las instalaciones de almacenamiento.

Sustento de la Regla 120-062. El almacenamiento, compresión y distribución de gas natural comprimido son potencialmente muy peligrosos. Por lo tanto, se debe especificar de manera clara, el grado y límites de los lugares peligrosos Clase I. Se están incrementando instalaciones de compresión, almacenamiento y distribución de gas natural comprimido para establecimientos que no son lugares comerciales de propiedad u operación de compañías de gas natural (por ejemplo, viviendas residenciales, áreas de depósito de flotas vehiculares).

Propósito de la Regla 120-062 (Véase la Figura 120-062(1)). Se tiene como objetivo que las áreas circundantes a los compresores de gas natural comprimido instalados al aire libre sean clasificadas según la distancia comprendida desde el compresor y hacia todas las direcciones del mismo.

Cuando una pared hermética al gas se encuentre ubicada dentro de las distancias especificadas en esta regla, el objetivo debe ser medir las distancias especificadas alrededor de del extremo de la pared, sobre la pared o través de cualquier puerta, ventana o abertura de la pared.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El compresor de gas natural debe ser considerado como encerrado, cuando esté cubierto por una edificación/recinto que tenga cuatro lados, un techo y una ventilación limitada.

Cuando el compresor de gas natural se encuentra instalado en un espacio cerrado, las Subreglas (1) (c) y (d) clasifican las áreas interiores de y alrededor del espacio cerrado.

El Código permite que la clasificación del área dentro del espacio cerrado se reduzca a Clase I Zona 2, si el espacio cerrado tiene un ventilador de escape con enclavamiento a un sistema de detección de gas aprobado. El sistema de control debe cerrar el compresor y energizar el ventilador de escape cuando la concentración de gas dentro del espacio cerrado alcanza el 20% del límite inferior explosivo.

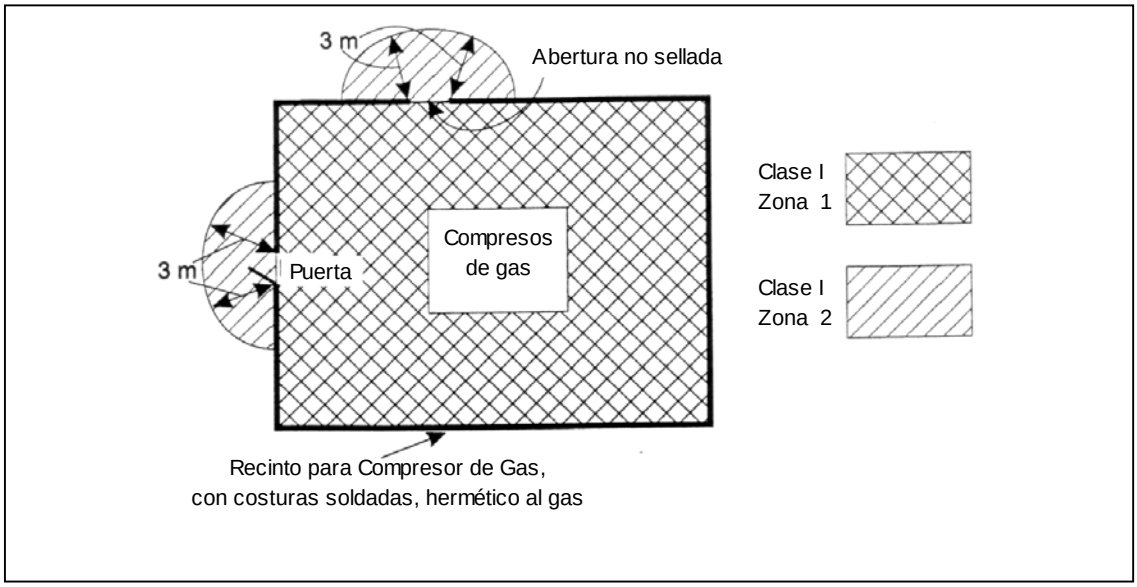


Figura 120-062 (1)
Área Peligrosa Alrededor de un Recinto de Compresor de Gas

Sustento de la Regla 120-064. Si un escape ocurre en el almacenamiento en un espacio/habitación, esto podría alcanzar condiciones de riesgo muy rápidamente ya que el gas natural comprimido es almacenado a alta presión.

Propósito de la Regla 120-064. El área que rodea una zona de almacenamiento de gas natural comprimido se debe clasificar como Clase I, Zona1. El grado de riesgo debe ser basado de acuerdo al volumen de gas natural almacenado (basado en capacidad de agua en litros) y la distancia desde el contenedor de almacenamiento en metros como se indica en la Tabla 64.

Cuando una pared hermética al gas con una resistencia al fuego de 4 horas es ubicada dentro de la distancia especificada en la Tabla 64, la distancia especificada debe ser medida alrededor del extremo o sobre la pared, pero no a través de ella. La pared hermética al gas no debe estar a menos de 1,5 m del contenedor de almacenaje más cercano cuando el volumen de gas natural almacenado sea más de 10 000 litros de capacidad de agua.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cuando la pared, que no sea la del recinto del compresor, esté ubicada adyacente a la edificación los requerimientos para dicha pared de la edificación adyacente se encuentran en las notas de la Tabla 64.

Sustento de la Regla 120-066. La Sección 110 establece los requerimientos para los métodos de alambrado y tipo de equipo eléctrico que pueden ser utilizados en las áreas peligrosas especificadas en las Reglas 120-062 y 120-064. El equipo eléctrico a prueba de explosiones adecuado para ser utilizado en estos lugares debe de estar marcado para la Clase 1, Zona 1, Grupo D o Clase I, Zona 2, Grupo D. Las letras se refieren al tipo de gas (gas natural) para el cual se ha certificado el equipo eléctrico (Véase la Regla 110-050).

Cuando los surtidores de gas natural comprimido son alimentados mediante tuberías metálicas rígidas, el Código estipula que se proporcione una conexión flexible para permitir la vibración y movimiento limitado del surtidor en caso de ser golpeado, o si es que la base de concreto se levantara debido a las temperaturas frías. Debe ser necesario el uso de una unión que permita el cambio del surtidor sin interrumpir la integridad del sello.

Propósito de la Regla 120-066. Los métodos de alambrado utilizados deben ser los permitidos por la Sección 110 para los lugares Clase I, Zona 1 y 2 y que el equipo eléctrico empleado sea aprobado para los lugares Clase 1, Grupo D.

Asimismo, el objetivo es instalar una unión entre el sello y la caja de empalmes del surtidor a fin de mantener la integridad del sello, en caso de que sea necesario cambiar el surtidor.

Cuando los surtidores de gas natural comprimido son alimentados mediante tuberías metálicas rígidas, es necesario que se utilice una sección de tubería flexible a prueba de explosiones entre la tubería de suministro y el surtidor. La tubería flexible a prueba de explosiones debe ser lo suficientemente larga e instalada como para permitir algún movimiento del surtidor, relativo al suministro de la tubería metálica rígida sin ocasionar ningún daño a la conexión del surtidor.

Sustento de la Regla 120-068. Los accesorios de sellado, cuando sean requeridos según la Sección 110, deben de ser instalados a fin de prevenir el paso de gases, vapores o llamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través del sistema. Los requerimientos para los sellos deben de ser aplicados tanto a los límites horizontales como verticales de los lugares peligrosos, ya que el gas natural comprimido es un gas en condiciones de presión y temperatura normales y en condiciones de falla y filtración puede esparcirse rápidamente en la atmósfera y en grandes cantidades.

Cuando se utilice una tubería pesada para suministrar gas natural comprimido a los surtidores, se debe emplear los sellos para prevenir el paso de gases o llamas a la edificación donde se origina o de un surtidor a otro.

Propósito de la Regla 120-068. Cuando los surtidores de gas natural comprimido son alimentados mediante tuberías metálicas rígidas, es necesario que la tubería sea sellada en el surtidor, en la edificación donde se origina el suministro y en cada surtidor cuando la tubería recorra entre los surtidores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cuando el surtidor de gas natural comprimido es alimentado mediante un cable aprobado para el lugar, es necesario que el cable sea sellado mediante un collarín de cable aprobado tal como lo requiere la Regla 110-108(1)(b). Los cables aprobados para lugares peligrosos deben de ser sellados en el surtidor, mas no en el límite entre los lugares peligrosos y no peligrosos (Véase la Regla 110-108(3) y (4)).

Sustento y Propósito de la Regla 120-070. El sustento y propósito planteados en la Regla 120-010 también se aplica a esta regla.

Sustento de la Regla 120-072. A fin de prevenir tanto un peligro de electrocución como de incendio, es necesario enlazar a tierra todas las partes metálicas no conductoras de corriente de los equipos eléctricos y canalizaciones.

Propósito de la Regla 120-072. Todas las partes metálicas de los equipos eléctricos y canalizaciones deben ser enlazadas de manera conjunta mediante un contacto metálico efectivo o mediante puentes de enlace equipotencial y deben ser conectadas a un conductor de enlace equipotencial que, a su vez, esté conectado al sistema a tierra, como lo requiere la Sección 060.

Talleres de Mantenimiento, Reparación y Estacionamiento de Vehículos

Sustento de la Regla 120-100. En los talleres comerciales, donde se presta servicios de mantenimiento y reparación de vehículos, podría escapar gasolina del tanque de combustible o del motor del vehículo y caer al piso. Asimismo, se pueden utilizar otros líquidos inflamables cuando se realiza mantenimiento al vehículo. En los garajes de depósito comercial, donde los vehículos están estacionados o almacenados, la gasolina también podría filtrar o derramarse al piso. En consecuencia, debe ser necesario especificar las áreas peligrosas de dichos locales y establecer los requerimientos para el alambrado y equipo eléctrico tanto dentro del área peligrosa como encima de ella.

Propósito de la Regla 120-100. El objetivo es especificar los límites y extensión de las áreas peligrosas en los talleres comerciales que son utilizados para reparar o guardar vehículos así como establecer los requerimientos para el alambrado eléctrico y los equipos eléctricos que van a ser utilizados en dichos lugares. Asimismo, los garajes de depósito en los cuales no se guardan más de tres vehículos al mismo tiempo se consideren como lugares comunes (no peligrosos).

Sustento de la Regla 120-102. Ya que principalmente lo que interesa es la posibilidad de que la gasolina se derrame o caiga al piso en cantidades relativamente pequeñas, sólo se necesita clasificar las áreas peligrosas como Clase I, Zona 2. Además, para cada piso en, o encima de la rasante, sólo se debe extender el área peligrosa a una altura de 50 mm sobre el nivel del piso.

En el caso de garajes de parqueo subterráneos, donde los vapores de gasolina provenientes de la ruptura de un tanque de combustible, por ejemplo, podrían ocupar totalmente el área por debajo de la rasante hasta la entrada externa, el área total por debajo de la rasante debe ser clasificada como peligrosa. Sin embargo, si está área

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

está totalmente ventilada, el área peligrosa puede reducirse a exactamente 50 mm sobre el nivel del piso.

Ya que el área peligrosa de la sección de reparaciones de un garaje o estación de servicio se extiende sólo a 50 mm sobre el nivel del piso, se deduce que las áreas adyacentes (por ejemplo, almacenes y oficinas) que tienen un piso de 50 mm más alto que el piso del garaje o tienen un bordillo de 50 mm, deben ser clasificadas como no peligrosas.

Propósito de la Regla 120-102. Para cada piso encima o al nivel de la rasante, el área peligrosa Clase I, Zona 2 se debe extender a un nivel de 50 mm encima del nivel del piso. Para cualquier otro piso por debajo del nivel de la rasante u otras áreas tales como garajes de parqueo subterráneos que no cuenten con una ventilación adecuada, el área peligrosa se debe extender a un nivel de 50 mm sobre el nivel del piso.

Asimismo, los espacios de cualquier hoyo en el piso deben ser clasificados como lugares Clase 1, Zona 2.

Además los almacenes, oficinas y recintos similares deben ser clasificados como no peligrosos en caso de estar a una elevación de 50 mm sobre el nivel del piso del garaje o separados del área de reparación del taller mediante un bordillo de 50 mm de alto que sea sólido y continuo en su naturaleza y que no permita el paso de líquidos inflamables.

Sustento de la Regla 120-104. Las áreas peligrosas que se indican en esta regla son los lugares Clase I, Zona 2. Por lo tanto, el alambrado y equipo eléctrico deben de ser adecuados para dichos lugares.

Propósito de la Regla 120-104. El objetivo es que el alambrado y equipo eléctrico sean instalados de acuerdo a los requerimientos de la Sección 110 para los lugares peligrosos Clase I, Zona 2.

Sustento de la Regla 120-106. El peligro de ignición de cualquier alambrado fijo en las áreas peligrosas es mínimo. Por lo tanto, el alambrado fijo sólo necesita ser de un tipo apropiado para lugares no peligrosos. Sin embargo, cualquier cordón que se utilice para alimentar a un equipo eléctrico portátil o colgante (soportable) en la sección de un garaje debe de ser del tipo de uso muy exigente.

Propósito de la Regla 120-106. El alambrado fijo ubicado encima de las áreas peligrosas debe ser del tipo recomendado por la Sección 070 para el tipo de construcción de la edificación involucrada.

Además, el objetivo es que cualquier cordón flexible utilizado para alimentar los equipos eléctricos colgantes o portátiles sean del tipo para uso muy exigente, tal como se señala en la Tabla 11.

Sustento de la Regla 120-108. Los sellos son requeridos para prevenir que los vapores inflamables migren a través de la tubería o cables hacia la fuente de ignición en las áreas no peligrosas. Cuando una canalización esté empotrada en el piso o esté debajo y pase a través del piso, los vapores inflamables podrían ingresar en ella. Por lo tanto, se debe considerar que dicha canalización está ubicada en una área peligrosa Clase I, Zona 2 y debe ser sellada de acuerdo con la Sección 110, incluyendo los requerimientos de la Subregla 110-158(1)(a)(ii).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 120-108 (Véase la Figura 120-108). Se requiere que los sellos sean instalados en la tubería pesada y los cables, tal como lo requiere la Sección 110 para los lugares peligrosos Clase I, Zona 2. Las canalizaciones empotradas en o debajo del piso también deben de ser selladas, si es que dicha canalización se extiende en el área peligrosa por encima del nivel del piso. El sello no debe ser necesario cuando la canalización se extienda de manera continua a través del área peligrosa de acuerdo con la Regla 110-158(1)(a)(ii).

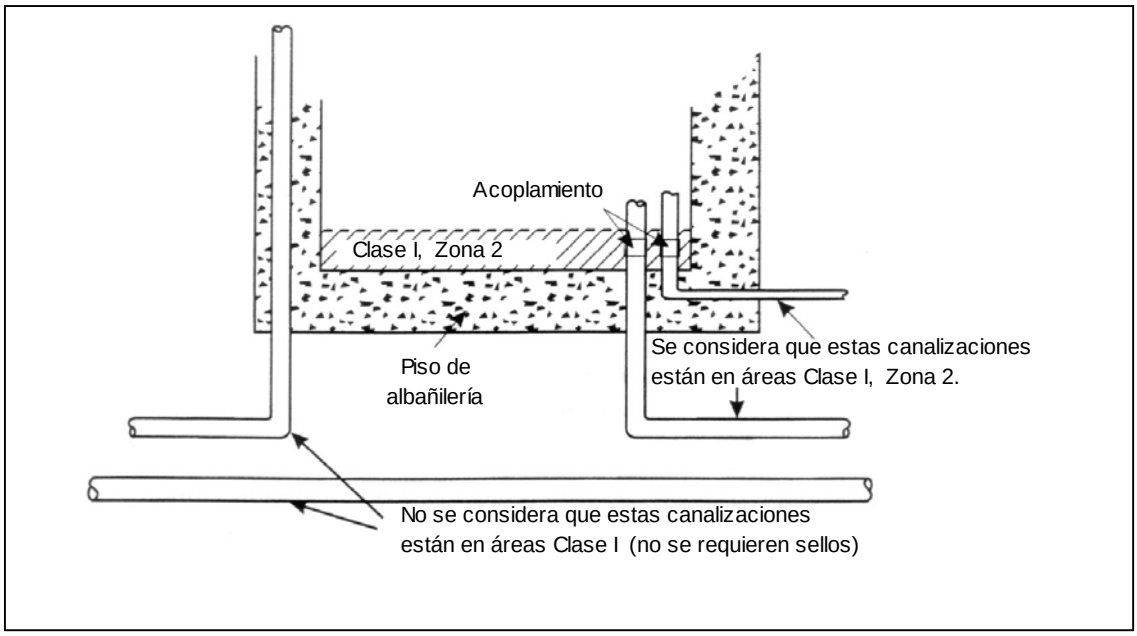


Figura 120-108
Clasificación de Canalizaciones que Pasan a Través o Bajo el Piso de Estaciones de Servicio

Sustento de la Regla 120-110. El equipo eléctrico fijo encima de las áreas peligrosas tales como motores abiertos e interruptores pueden producir arcos y chispas o partículas de metal caliente debido a una operación defectuosa y caer al área peligrosa de abajo.

Sin embargo, si dicho equipo está ubicado a una altura conveniente por encima del área peligrosa, las chispas o partículas calientes se enfriarán o disiparán de manera suficiente durante el tiempo que les toma llegar al área peligrosa de debajo de modo que no causen ignición.

Cuando se utilicen lámparas portátiles (por ejemplo, para realizar mantenimiento a los automóviles) éstas deben de ser construidas y encerradas de tal manera que no se produzca ruptura de las mismas cuando estén expuestas a daño mecánico. Como precaución adicional, la lámpara externa debe ser aislada a fin de prevenir la formación de chispas debido a un contacto accidental con el alambrado del vehículo y no debe de incluir un interruptor o tomacorriente asociados.

Propósito de la Regla 120-110. Se requiere que los equipos eléctricos que se encuentren a menos de 3,6 m sobre las áreas peligrosas y puedan producir chispas, arcos o partículas metálicas calientes, sean del tipo totalmente encerrados o cuya construcción sea tal que prevenga el escape de chispas o partículas metálicas

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

calientes. Los mismos requerimientos se aplican a las lámparas y portalámparas que se encuentran por debajo del nivel de 3,6 m cuando estén expuestos a daño físico por parte de los vehículos.

Además el objetivo es que las lamparas portátiles sean del tipo totalmente encerradas y con empaquetaduras, sin ningún interruptor o tomacorriente incluido en la lámpara o agarradera, y estén provistas de los dispositivos adicionales que se señalan en la Subregla 120-110(3)(a).

Sustento de la Regla 120-112. El equipo de carga de baterías por lo general no está certificado para ser utilizado en lugares peligrosos. Se pueden formar arcos o chispas en los bornes de la batería cuando los conductores de carga están siendo conectados a los mismos; asimismo, las baterías mismas podrían explotar o ponerse en cortocircuito produciendo la ignición de cualquier líquido inflamable del piso del garaje.

Propósito de la Regla 120-112. Se requiere que los cargadores de batería, su equipo de control y las baterías que están siendo cargadas, no sean ubicados o utilizados en el área peligrosa que se indica en la Regla 120-102.

Sustento de la Regla 120-114. La Regla 120-114 se aplica a la carga de vehículos accionados con baterías tales como las camionetas montacargas. Cuando el vehículo mismo se encuentre en el área de reparaciones del garaje, deben ser necesarios algunos requerimientos relacionados a los cordones y conectores a fin de eliminar las posibles fuentes de ignición. Asimismo, la regla considera la posibilidad de que se mueva el vehículo con el cable de carga aún conectado.

Propósito de la Regla 120-114. Se requiere que los cordones y conectores utilizados para la carga de las baterías del vehículo cumplan con los requerimientos específicos que se señalan en la regla. Además, el propósito es que los conectores utilizados en el cable o en el punto donde se conectan al vehículo sean del tipo que se desprendan o desconecten fácilmente en caso de que el vehículo se mueva accidentalmente. Si los conectores de los cables de carga se llegan a desconectar, las partes energizadas deben de estar protegidas o embutidas de modo que no provoquen la formación de arcos o chispas en caso de ocurrir un contacto accidental.

Garajes Residenciales

Sustento de la Regla 120-200. Se considera que los garajes residenciales utilizados principalmente para guardar hasta tres vehículos motorizados plantean menos peligro que los garajes de parqueo comerciales. No obstante, existe cierto grado de peligro de incendio, ya que podría existir fuga de gasolina de los vehículos.

Propósito de la Regla 120-200. Se requiere que los requerimientos para los garajes residenciales se apliquen sólo a los garajes residenciales que guardan hasta tres vehículos motorizados al mismo tiempo y cuando por lo general no se lleven a cabo operaciones de mantenimiento y reparación a los vehículos guardados.

Sustento de la Regla 120-202. Cuando el piso del garaje está al nivel de la entrada o por encima de la misma, la posibilidad de que existan vapores de gasolina por cualquier periodo de tiempo es pequeña, especialmente cuando existe por lo menos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

una puerta que se abre hacia la calle al nivel de la rasante o debajo de la misma. Por tanto, resulta conveniente considerar al garaje completo como un lugar no peligroso. La mayoría de los garajes residenciales adyacentes a las viviendas deben ser, en efecto, calificadas como lugares no peligrosos.

Propósito de la Regla 120-202. Los garajes residenciales son clasificados como lugares no peligrosos cuando el piso más bajo está al nivel o encima de la pista de acceso, o el nivel de la rasante y la entrada exterior está al nivel o debajo del nivel de piso.

Sustento de la Regla 120-204. Por la misma razón que para los garajes comerciales, cualquier vapor proveniente de la gasolina derramada en las áreas debajo de la rasante tiende a permanecer más tiempo en o cerca del nivel del piso. Por lo tanto, debe ser conveniente clasificar el área hasta 50 mm sobre el nivel del piso como lugar Clase I, Zona 2. Asimismo, si una sección abierta del área del sótano es utilizada como garaje, el área total del sótano hasta 50 mm sobre el nivel del piso del garaje debe ser clasificada como lugar Clase i, Zona 2.

Propósito de la Regla 120-204. Cuando el piso del garaje está por debajo de la rasante o del nivel de la pista de acceso (por ejemplo: un garaje bajo una vivienda), se requiere que el área hasta 50 mm sobre el piso sea clasificado como lugar Clase I, Zona 2. También, si una sección abierta de un área de abastecimiento es usada como garaje, el área entera del sótano hasta 50 mm por encima del piso debe ser clasificado como lugar Clase I, Zona 2.

Además, se requiere que cualquier habitación de la entrada separada del piso del garaje o del área del sótano mediante un bordillo de 50 mm o que tenga el piso 50 mm por encima del piso del garaje sea clasificada como no peligrosa.

Sustento de la Regla 120-206. Ya que lo que interesa principalmente es la gasolina derramada o los vapores de gasolina cerca del nivel del piso, debe ser conveniente clasificar el área por encima de 50 mm del nivel piso como no peligrosa. Cualquier tipo de método de alambrado permitido por la Sección 070 debe ser aceptable en esta área. El método de alambrado hasta 50 mm sobre el nivel del piso debe, por supuesto, cumplir con los requerimientos de la Sección 110 para los lugares Clase I, Zona 2.

Propósito de la Regla 120-206. Para el área de más 50 mm por encima del nivel del piso, se requiere que sea aceptable cualquier método de alambrado indicado en la Sección 070 del tipo para el lugar común involucrado. De manera similar, se requiere que se utilice el método de alambrado señalado en la Sección 110 para los lugares Clase I, Zona 2 en las áreas peligrosas comprendidas dentro de 50 mm sobre el nivel del piso.

Plantas de Almacenamiento Masivo

Sustento de la Regla 120-300. El almacenamiento y distribución de grandes cantidades de líquidos inflamables volátiles tales como la gasolina es potencialmente peligroso. Por lo tanto, se debe especificar de manera clara el grado y los límites de los lugares Clase I. Los establecimientos de depósito y distribución de gasolina de propiedad de compañías petroleras son el tipo más común de instalaciones de almacenamiento masivo de líquidos inflamables. Por lo general, éstas incluyen

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

tanques de almacenamiento de gran magnitud que son llenados desde vagones tanque o buques tanque. La gasolina es bombeada desde los tanques de almacenamiento a través de tuberías a las instalaciones de carga, donde los camiones tanque son cargados para su distribución a las estaciones de servicio o a usuarios individuales.

Propósito de la Regla 120-300. En las plantas de almacenamiento masivo donde la cantidad de líquido inflamable en un tanque de almacenamiento o en un grupo de tanques es equivalente a la de una vagón (vagón tanque) o más, se requiere que se apliquen las Reglas 120-302 a 120-312 para determinar el grado y extensión de los lugares peligrosos y el tipo de alambrado y equipo eléctrico que se va a utilizar en estas instalaciones. Asimismo, el propósito es que estas reglas se apliquen al traslado de dichos líquidos inflamables volátiles hacia los camiones tanque o vagones tanque para su distribución.

Sustento de la Regla 20-302. Cuando las tuberías transporten líquidos inflamables tales como gasolina a presión, la posibilidad de filtración en las bombas, medidores y válvulas es relativamente alta. Por lo tanto, el espacio circundante a estos dispositivos debe de ser clasificado como lugar peligroso. Asimismo, los vapores al ser más pesados que el aire se concentrarán cerca del nivel del piso o rasante por debajo de los dispositivos.

En las áreas internas, la clasificación del área peligrosa (es decir, Zona 1 o Zona 2) depende de la existencia de ventilación. En caso de que exista, el sistema de ventilación debe tener en cuenta la densidad de los vapores y la tubería de ventilación hacia el exterior no debe ser obstruida. Si la ventilación natural no es adecuada, se debe proporcionar ventilación mecánica.

En las áreas exteriores donde se ubican dispositivos similares en la tubería, la extensión del lugar peligroso puede reducirse, ya que los vapores inflamables se dispersan más rápidamente.

En las áreas internas dónde se transportan líquidos inflamables de un tanque de almacenamiento a contenedores individuales tales como cilindros o latas, el espacio o recinto total debe ser considerado área peligrosa si es que no cuenta con ventilación.

Por otro lado, en caso de utilizar una ventilación mecánica forzada, la extensión del área peligrosa puede reducirse al mismo nivel de una operación similar llevada a cabo al aire libre.

Debido al gran volumen de líquido y vapor involucrados en la carga y descarga de camiones y vagones tanque, estas operaciones se llevan a cabo casi siempre al aire libre. El área peligrosa es el espacio circundante a la bóveda abierta del tanque, cuando se carga a través de esta abertura o el espacio circundante a la ventilación, si es que la carga se realiza a través de una conexión cerrada en la bóveda.

Cuando se carga o descarga los camiones o vagones tanque desde la parte inferior, el área cerca de del nivel de la rasante también debe ser considerada peligrosa.

El acápite 3(d) indica que se debe considerar que dichas áreas presentan atmósferas de gas explosivas ya sea de manea continua o por largos períodos de tiempo, y por lo tanto se debe aplicar la definición de la Sección 110 de lugar Zona 0.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Para los tanques de almacenamiento masivo sobre el nivel del piso ubicados al aire libre, los cuales pueden contener muchas cargas de un carro de líquido inflamable, la extensión de las áreas peligrosas alrededor de los sistemas de ventilación, por ejemplo, es aproximadamente el doble que para los sistemas de ventilación de un camión tanque que esté siendo cargado o descargado. La razón de esto es el gran volumen de vapor que se desplaza a través de los sistemas de ventilación mientras el tanque esté siendo llenado.

El acápite 4(e) indica que se debe considerar que dichas áreas presentan atmósferas de gas explosivas ya sea de manera continua o por largos períodos de tiempo, y por lo tanto se debe aplicar la definición de la Sección 110 de lugar Zona 0.

Se debe observar que en los garajes donde se guardan o reparan los vehículos tanque, el área peligrosa por encima del nivel del piso se extiende por lo menos a 450 mm, una altura mayor que para las estaciones de servicio, por ejemplo. Además, la distancia vertical puede incrementarse o cambiar la clasificación a una área Zona 1, si es que se justifica. Nuevamente, el mayor volumen del liquido y vapor inflamables en un camión tanque que en el tanque de combustible de un automóvil, justifica la aplicación de requerimientos más restrictivos.

Propósito de la Regla 120-302. En las áreas internas ventiladas donde las tuberías cuentan con bombas, purgadores, medidores y dispositivos similares instalados en las tuberías, se requiere que el área peligrosa sea considerada lugar Clase 1, Zona 2, tal como se indica en la Figura 120-302(1)(a). Esta clasificación se basa, sin embargo, en la disposición de que el sistema de ventilación cumpla con los requerimientos señalados en la Regla 120-302(1)(a)(i) y (ii) y que si la ventilación natural no es adecuada, se provea ventilación mecánica. En caso de que esta misma área no cuente con ningún tipo de ventilación, los límites del área peligrosa seguirán siendo los mismos, pero la clasificación debe cambiar a Clase 1, Zona I. Cuando los dispositivos similares sean ubicados en las tuberías externas, el área de peligro debe ser como se muestra en la Figura 120-302(1)(c).

En las áreas internas que no cuentan con una ventilación mecánica forzada donde los líquidos inflamables son trasladados de un tanque de almacenamiento a latas o cilindros, se requiere que el recinto total sea clasificado como lugar Clase 1, Zona 1, tal como se indica en la Figura 120-302(2)(b). Para la misma operación llevada a cabo en áreas internas con una ventilación adecuada o al aire libre, las áreas peligrosas deben ser como se muestra en las Figuras 120-302(2)(a-1) y 120-302(2)(a-2), respectivamente.

En los lugares externos donde los camiones y vagones tanque son cargados con líquidos inflamables, el grado y extensión de las dimensiones de las áreas peligrosas para la carga por la parte superior (es decir, no una conexión fija) a través de una bóveda abierta o cerrada con ventilación deben ser como se indica en la Figura 120-302(3)(a). Para la carga y descarga por la parte inferior a través de conexiones fijas o la carga a través conexiones fijas en una bóveda cerrada con ventilación o sistema de restablecimiento de vapores, el grado y la extensión de las dimensiones de las áreas peligrosas deben ser como se indica en las Figuras 2-302(3)(c-1) y 120-302(3)(c-2).

Se requiere que no exista ningún alambrado o equipo en el espacio interno de los vehículos o camiones tanque a excepción del alambrado y equipo intrínsecamente seguros como se permite en la Sección 110 para lo lugares Zona 0.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Para los tanques de almacenamiento sobre el nivel del piso, por ejemplo, el grado y extensión de los límites del área peligrosa deben ser como se indica en la Figura 120-302(4). Cualquier hoyo en los lugares Zona 1 o 2 debe ser clasificado como lugar Zona 1 a menos que se provea una ventilación mecánica positiva al área, en cuyo caso el área debe ser clasificada como lugar Clase 1, Zona 2. Si un hoyo no se encuentra dentro del área Zona 1 o 2 pero contiene válvulas de tubería o accesorios, debe ser considerado lugar Clase 1, Zona 2.

Se requiere que no exista ningún alambrado o equipo en el espacio interno sobre el líquido en un tanque de almacenamiento a excepción del equipo y cableado intrínsecamente seguros como se permite en la Sección 110 para el lugar Zona 0.

Por último, en los garajes donde se guardan o reparan vehículos tanque, el área del garaje debe ser un lugar Clase I, Zona 1 hasta 450 mm sobre el nivel del piso. Sin embargo, esta distancia puede incrementarse o la clasificación cambiar a Clase I, Zona 1 si las condiciones tales como una ventilación natural deficiente justifican el cambio.

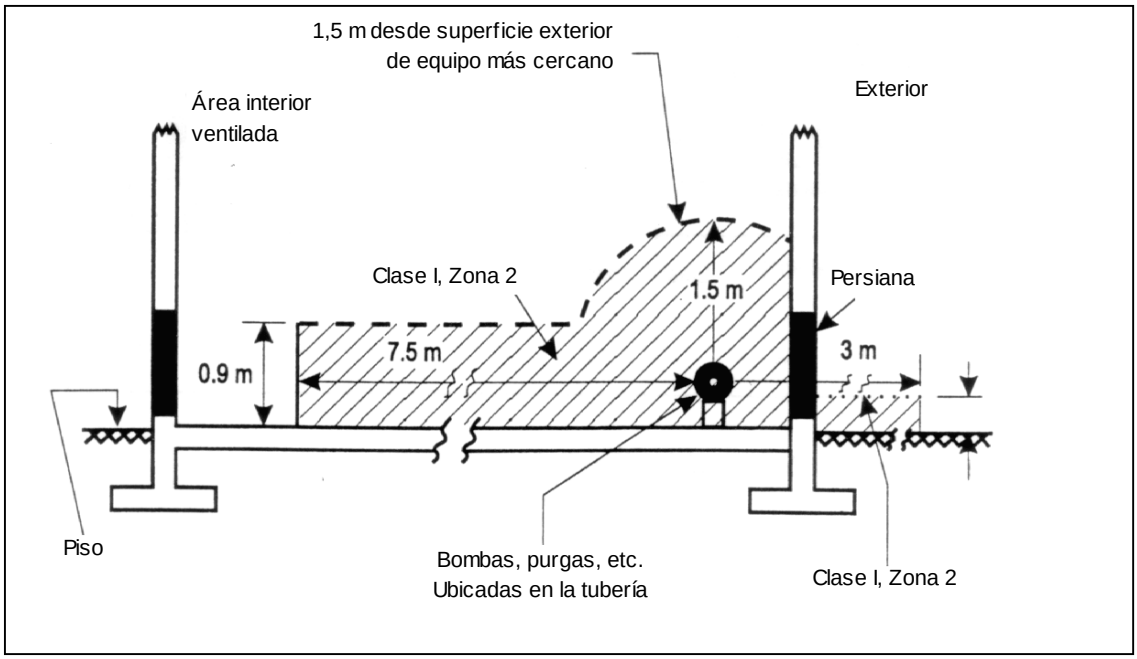


Figura 120-302 (1)(a)
Área Interior Ventilada, de Almacenamiento a Granel de Líquido Inflamable

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

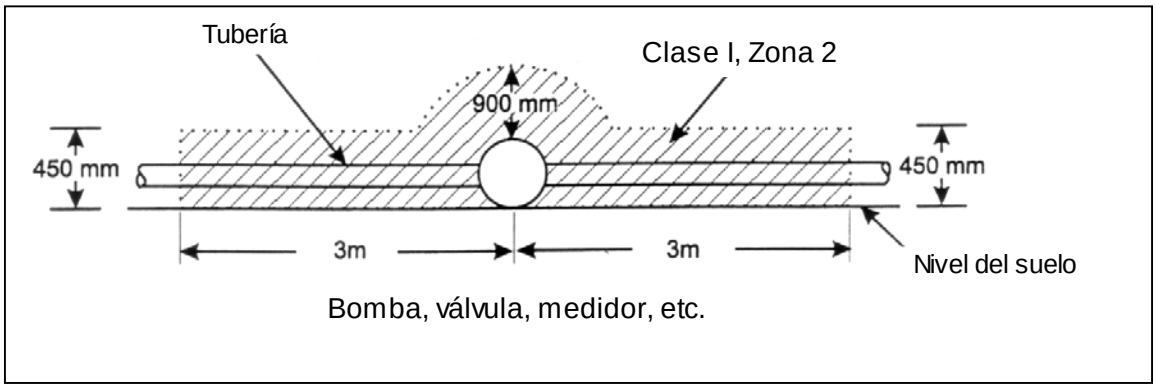


Figura 120-302 (1)(c)
Área Exterior de Almacenamiento a Granel de Líquido Inflamable

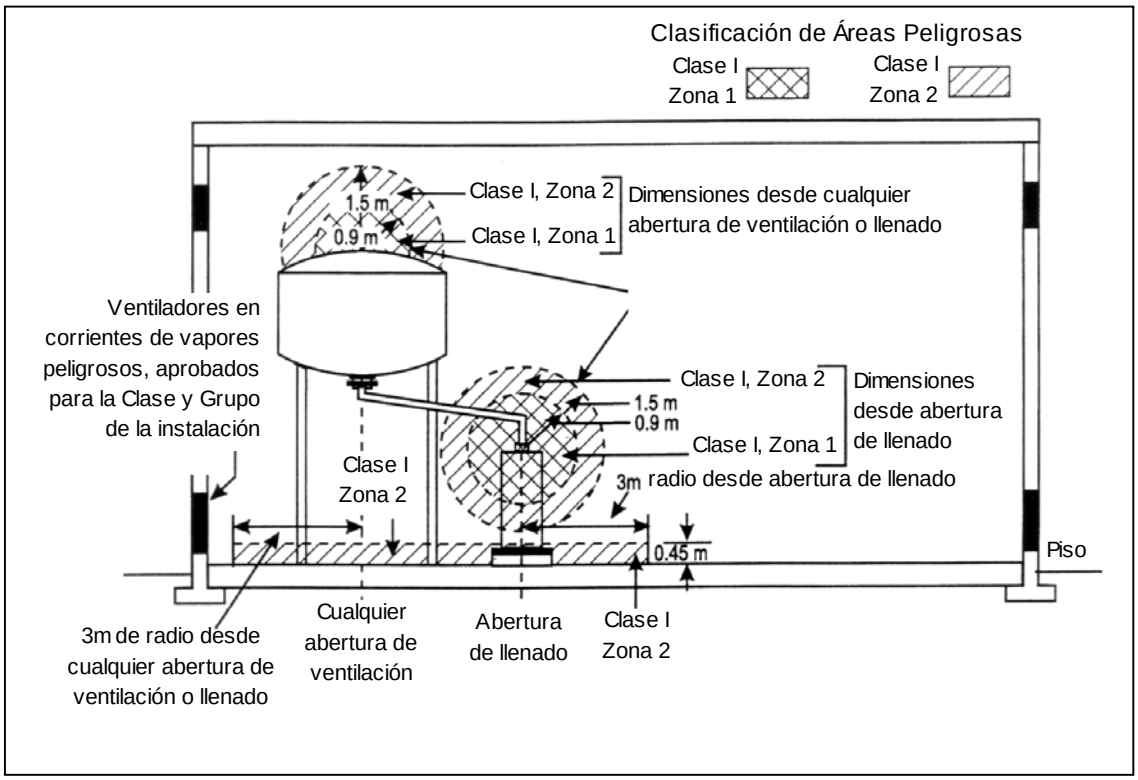


Figura 120-302 (2)(a-1)
Transferencia de Líquidos Inflamables a Contenedores Individuales, en Área Interior Ventilada

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

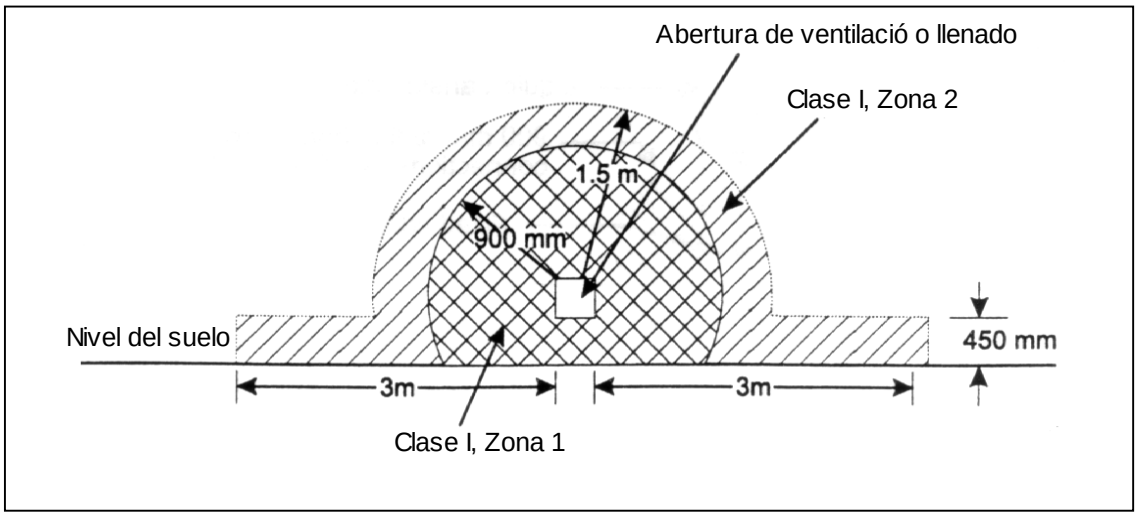


Figura 120-302 (2)(a-2)
Transferencia de Líquidos Inflamables

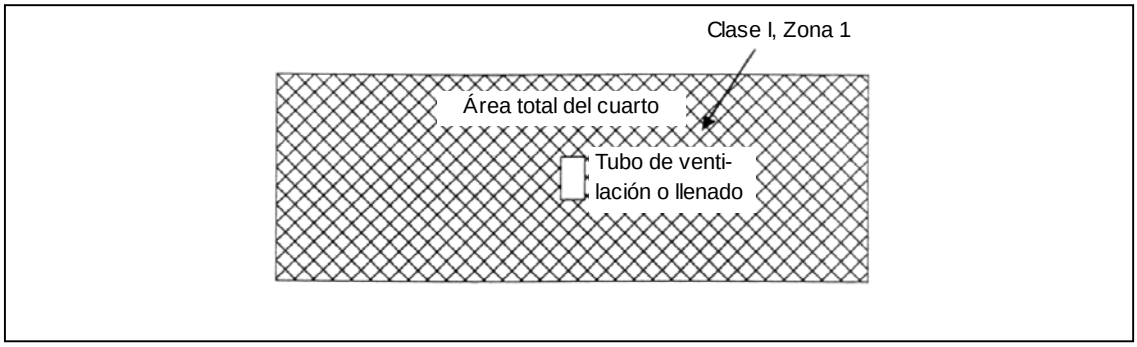


Figura 120-302 (2)(b)
Transferencia de Líquidos Inflamables a Contenedores Individuales en Área Interior no Ventilada

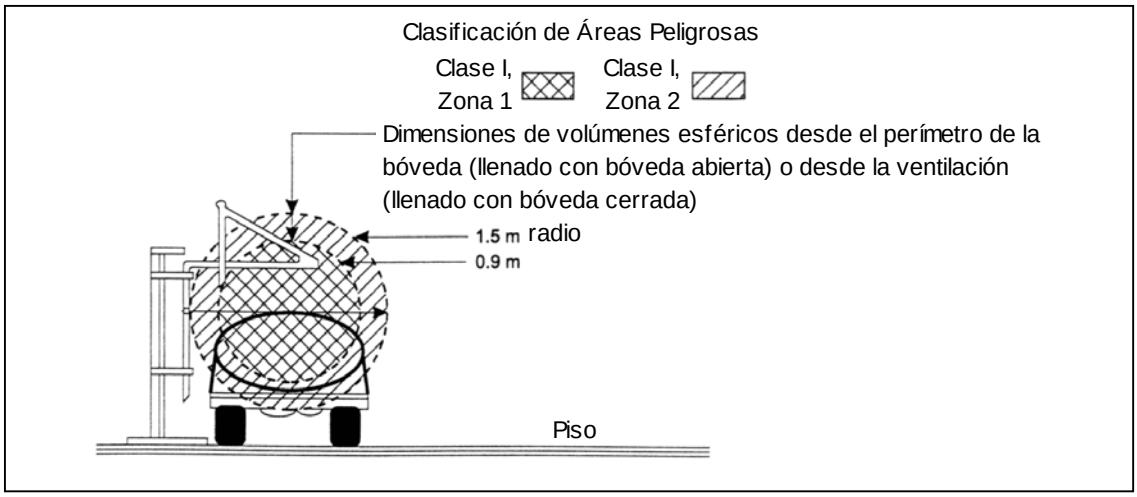


Figura 120-302 (3)(a)
Carga por la Parte Superior de Camiones Tanque o Vagones en Exterior

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

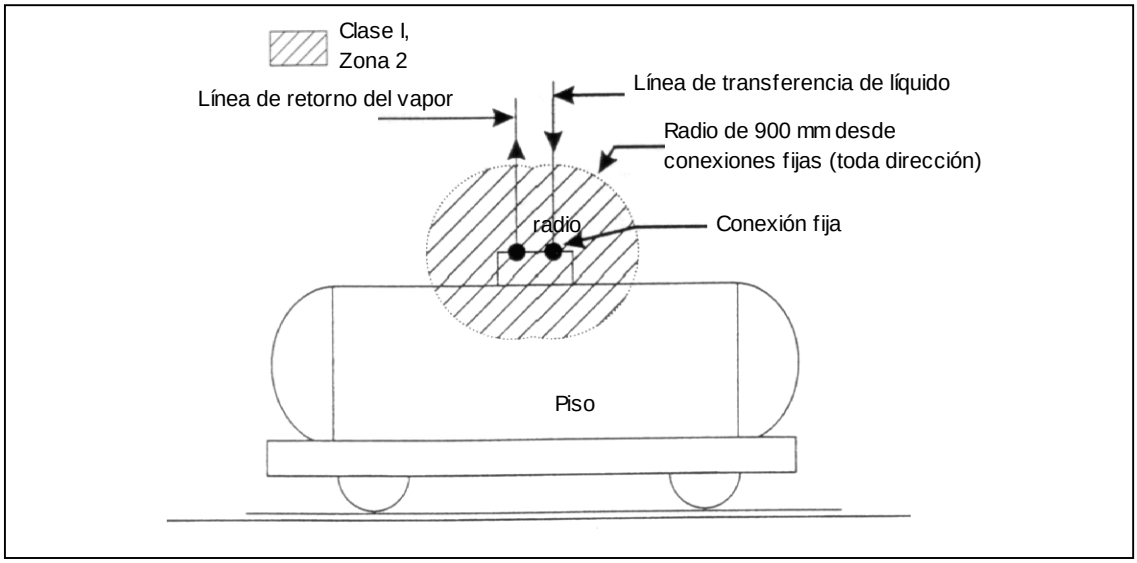


Figura 120-302 (3)(c-1)
Carga de Vagones y Camiones Tanque a Través de la Bóveda Usando Conexiones Fijas

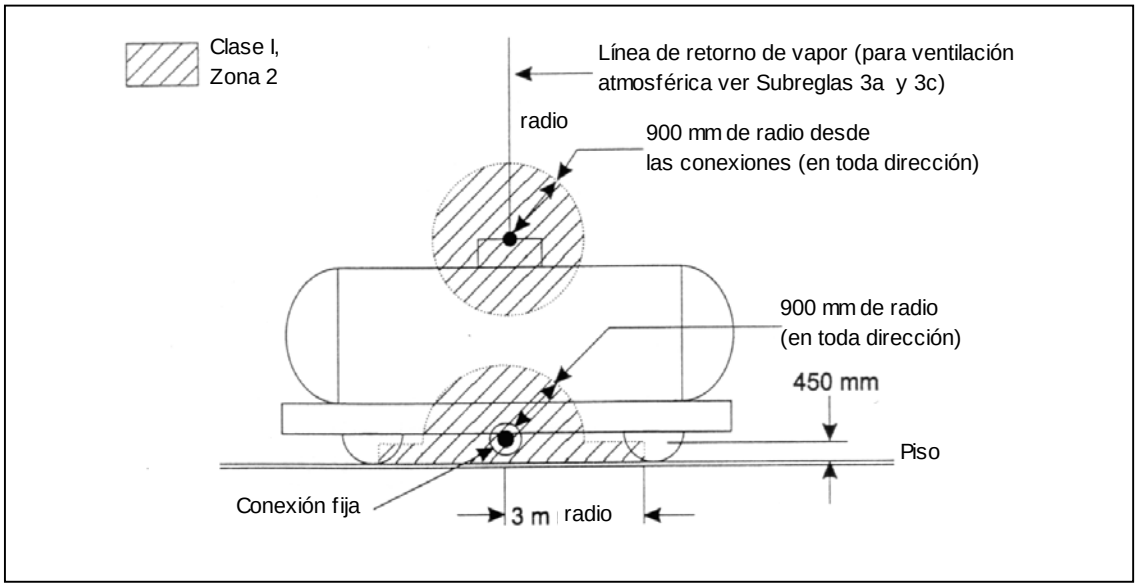


Figura 120-302 (3)(c-2)
Carga y Descarga por la Parte Inferior de Vagones y Camiones Tanque, Usando Conexiones Fijas

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

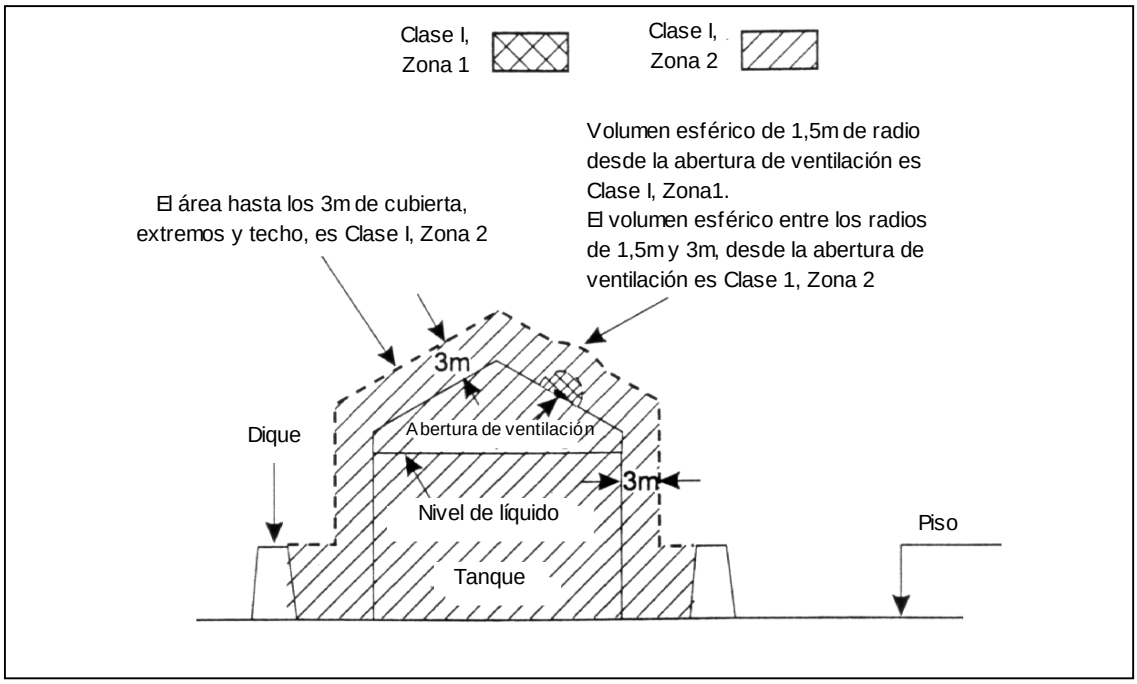


Figura 120-302 (4)
Clasificación de Áreas Alrededor de la Ventilación
de un Tanque de Almacenamiento a Granel de Líquidos Inflamables

Sustento de las Reglas 120-304 a 120-312. A fin de minimizar la posible ocurrencia de explosiones e incendios, se deben aplicar los requerimientos de las Reglas 120-304 a 120-312 al alambrado y equipo eléctrico tanto dentro y encima de los lugares peligrosos de las plantas de almacenamiento masivo y las instalaciones de distribución.

Propósito de las Reglas 120-304 a 120-312. Se requiere que el alambrado y equipo eléctrico utilizados en las plantas de almacenamiento masivo y en las instalaciones de distribución asociadas, cumplan con los requerimientos establecidos en las Reglas 120-304 a 120-312.

Procesos de Acabado

Sustento de la Regla 120-400. La seguridad de los procesos de acabado y operaciones tales como la aplicación de pinturas y otros materiales de acabado inflamables es crítica para la protección de la vida y la propiedad, contra incendios y explosiones. Adicionales peligros aparecen debido a los solventes o diluyentes que son utilizados conjuntamente con las pinturas. Se debe tener en cuenta la posible ignición de los depósitos o residuos de pintura y materiales de acabado fácilmente inflamables cuando se provea requerimientos de seguridad eléctrica a estas áreas.

Propósito de la Regla 120-400. Se requiere que las Reglas 120-402 a 120-414 se apliquen a las áreas donde con regularidad o de manera frecuente se utilice pinturas, barnices, lacas o cualquier otro material de acabado inflamable en artículos o materiales mediante pistola pulverizadora, inmersión, brocha u otros medios como la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

pulverización electrostática. Además el objetivo es que estas reglas se apliquen a los lugares donde se utilicen estos solventes y diluyentes inflamables junto con las pinturas y a los lugares donde posiblemente se encuentren depósitos o residuos de pinturas y de otros materiales de acabado fácilmente inflamables.

Sustento de la Regla 120-402. Los principales peligros de las operaciones de pulverización se originan del uso de pinturas o materiales de acabado inflamables y los vapores y vahos generados (nieblas), así como de los residuos de ciertos materiales de acabado altamente combustibles que pueden acumularse. Dichas operaciones pueden llevarse a cabo de una manera segura, en cabinas de pulverización adecuadamente diseñadas y con muy buena ventilación. Sin embargo, el interior de la cabina de pulverización y los ductos de escape de las cabinas son clasificados como lugares Clase I, Zona 1.

Cuando las operaciones de pulverizado se lleven a cabo en cabinas de pulverización con un lado abierto (cabina de pulverización con un lado abierto), algunos de los vapores inflamables se concentran fuera del lado abierto de la cabina; este espacio debe ser clasificado como lugar Clase I, Zona 2, debe extenderse como se indica en esta regla.

El área peligrosa por encima de la cabina con un lado abierto, o la abertura de una cabina de pulverización cerrada o de un recinto, donde los artefactos de alumbrado de la habitación, por ejemplo, puedan estar ubicados, puede reducirse a lugar no peligroso mediante la instalación de un deflector de plancha metálica sobre la cabina de pulverización, tal como se permite según la Regla 120-402(8) y (9).

Cuando las operaciones de pulverizado más extensas que la pulverización de retoque, no sean llevadas a cabo en una cabina de pulverización sino en una habitación, la extensión de las áreas peligrosas circundantes a los artículos que están siendo pintados y las comprendidas dentro de la habitación también pueden reducirse si es que se provee una ventilación mecánica adecuada al nivel del piso y se debe tener enclavamiento con el sistema de ventilación con el equipo de pulverización, de modo que funcione cuando este último esté siendo utilizado, y tal como se muestra en el Diagrama 6.

Las áreas donde la pintura de los artículos o vehículos tenga que secarse de manera natural o al horno, pueden clasificarse como no peligrosas si es que el equipo de alumbrado o calefacción utilizado para el secado natural o secado al horno sólo pueda ser energizado cuando el sistema de ventilación esté funcionando.

Una ventilación apropiada es importante tanto para la pulverización de pintura como para las operaciones de secado y puede, cuando esté adecuadamente diseñada, reducir la severidad del peligro implicado.

Propósito de la Regla 120-402 (Véanse las Figuras 120-402(1-1), (1-2) y (7). Se requiere que el espacio total dentro de una cabina de pulverización y su ducto de escape sea clasificado como lugar Clase I, Zona 1.

Cuando la cabina sea del tipo con un lado abierto, la extensión del lugar Clase I, Zona 2 abarca no menos de 1,5 m a partir del lado abierto de la cabina y tal como se muestra en el Diagrama 4. En caso de que una cabina de pulverización con un lado abierto, o las aberturas de una cabina de pulverización cerrada o de un recinto, cuenten con un deflector de plancha metálica instalado alrededor de la parte superior

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de la abertura que cumpla con los requerimientos de la Regla 120-402(8) y (9); el espacio comprendido encima de la cabina puede clasificarse como no peligroso.

Las áreas peligrosas circundantes a los tanques de inmersión y sus escurrideros se clasifican tal como se observa en la Figura 120-402(11). En los recintos donde se lleve a cabo extensas pulverizaciones abiertas con o sin ventilación a nivel del piso, y tenga enclavamiento con el equipo de pulverización, las áreas peligrosas son como se indica en las Figuras 120-402(7) y 120-402(1-2), respectivamente.

Los espacios adyacentes a las áreas peligrosas, que se encuentran dentro de los límites de cualquiera de las áreas peligrosas mencionadas en la regla, pueden clasificarse como no peligrosas si estas áreas adyacentes están efectivamente separadas de las áreas peligrosas mediante divisiones herméticas sin puertas u otras aberturas en las mismas y no escapen vapores peligrosos.

Sustento y Propósito de la Regla 120-404. Los principales riesgo originados por las operaciones de pulverizado de pinturas inflamables o materiales de acabado, y los vapores y vahos (nieblas), se generan mientras el equipo de pulverización funciona. Tales peligros pueden ser reducidos notoriamente si el sistema de ventilación para la cabina de pulverizado está en la operación al mismo tiempo que el equipo de pulverización.

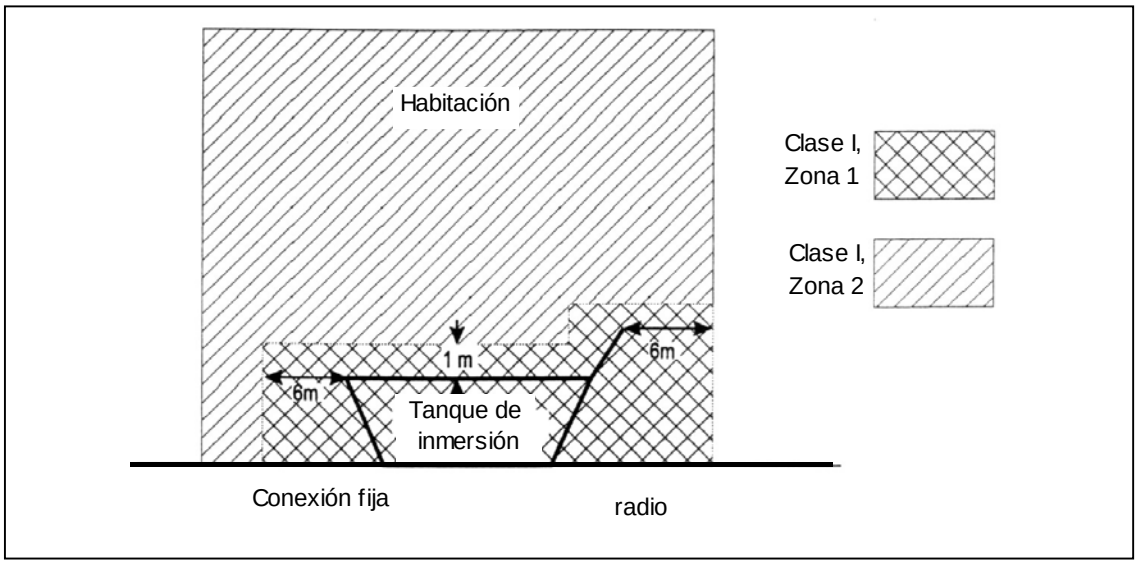


Figura 120-402 (1-1)
Clasificación de Áreas Alrededor de Tanques de Inmersión y Tablero de Drenaje

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

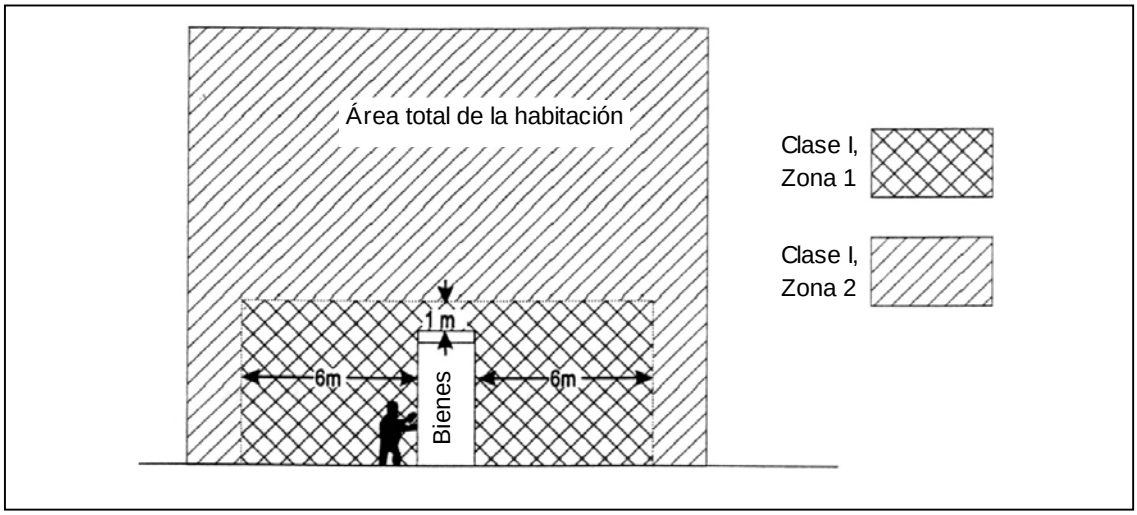


Figura 120-402 (1-2)
Clasificación de Áreas Donde se Ejecuta Rociado Abierto Extensivo Sin Ventilación al Nivel del Piso

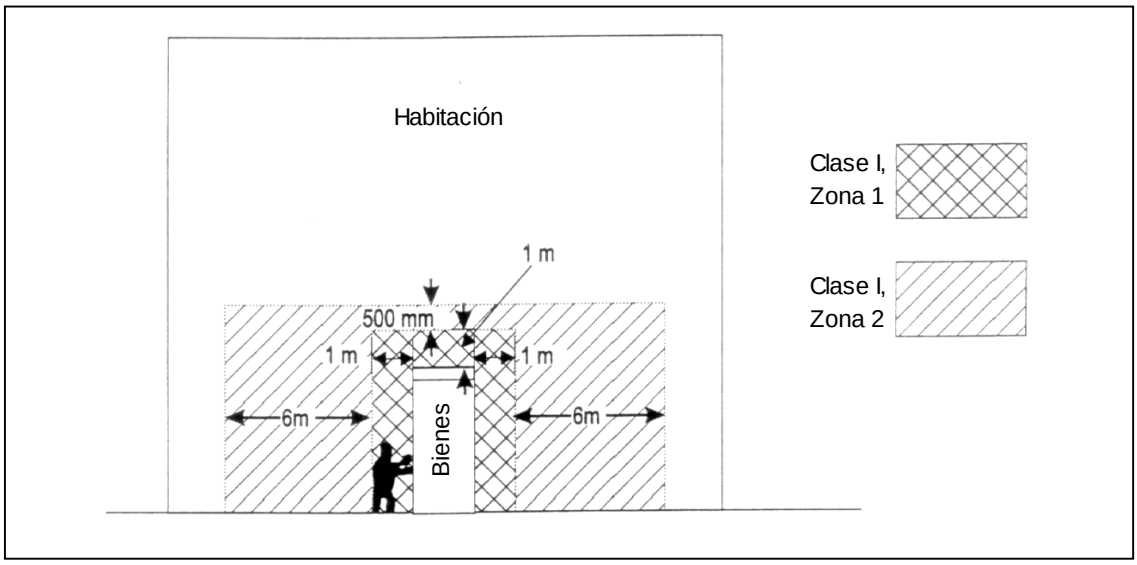


Figura 120-402 (7)
Clasificación de Áreas Con Ventilación a Nivel del Piso Enclavado con el Equipo de Rociado

Sustento de la Regla 120-406. Así como en todos los lugares peligrosos, el alambrado y equipo eléctrico de las áreas peligrosas asociados a los procesos de acabado deben cumplir con las reglas de la Sección 110.

Por lo general, la pulverización de pintura inflamable y otros materiales de acabado, además de producir vapor y vaho (niebla), crea depósitos de residuos combustibles, algunos de los cuales pueden prenderse a mínimas temperaturas. Debido a esto, se debe tener en cuenta las temperaturas de funcionamiento del equipo expuesto a

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

depósitos de residuos. Muchos depósitos pueden encenderse debido a las temperaturas producidas por las tuberías de vapor o lámparas, o incluso por los globos de los artefactos a prueba de explosión. Por esta razón, el equipo eléctrico expuesto a la acumulación de depósitos o residuos de fácil ignición y certificado como a prueba de explosiones para ciertos vapores inflamables, también debe de ser certificado para las limitaciones de la temperatura de superficie respecto al residuo producido. Por ejemplo, la luminaria instalada en las paredes internas de una cabina de pulverización debe requerir dicha certificación.

En muchas de las cabinas de pulverización construidas en fábrica y los recintos o cabinas de pulverización construidos "in situ", el área comprendida en la cabina debe ser iluminada mediante artefactos que no sean a prueba de explosión, instalados fuera de la cabina y adyacente a paneles transparentes o de vidrio. Este método es conveniente, siempre que se cumpla con los requerimientos específicos de la Subregla 120-406(3).

Debido al peligro de ignición proveniente de lámparas abiertas o equipos que producen chispas, las lámparas portátiles y los equipos de utilización tales como herramientas eléctricas o aparatos de calefacción, que por lo general no son aprobados para este lugar, no deben de ser utilizados en una cabina o recinto de pulverización durante las operaciones de pintado y secado. En caso de que dichos equipos sean utilizados para reparar y limpiar la cabina (en cuyo caso es probable la presencia de residuos de limpiadores y pintura inflamables), éstos deben de haber sido aprobados para el lugar Clase 1.

Debe observarse que a excepción del alumbrado a prueba de explosiones que pueda haber en el recinto de pulverización, se pueden utilizar artefactos de alumbrado con empaquetaduras totalmente cerrados en la parte del techo sólo donde exista una ventilación adecuada. De manera similar, se pueden utilizar equipos de secado de pintura infrarrojos aprobados para lugares no peligrosos, siempre que cumplan con ciertas condiciones, como se indica en la Subregla 120-406(5)(b),

Propósito de la Regla 120-406. Se requiere que el alambrado eléctrico y el equipo eléctrico instalados o utilizados dentro de las áreas peligrosas cumplan con los requerimientos de la Sección 110 del Código para los lugares Clase 1, Zona 1 o 2, y que el equipo haya sido aprobado para el tipo de vapor inflamable involucrado. Asimismo, se requiere que cualquier equipo expuesto a la acumulación de residuos de fácil ignición (como los casos en que se localicen en la parte interna de una cabina de pulverización) sea específicamente aprobado para las limitaciones de temperatura de superficie así como para el tipo de vapor inflamable involucrado.

Un método alternativo para la iluminación de una cabina de pulverización es la instalación de artefactos de alumbrado fuera de la cabina adyacente a paneles transparentes en sus paredes o techo. Estos paneles pueden ser de vidrio o “plexiglass” que sea aceptable y deben de estar adecuadamente sellados a fin de prevenir que los vapores escapen de la cabina. La disposición y potencia en watts de la fuente del alumbrado deben de ser de tal forma que no produzcan ignición a la acumulación normal de los residuos en la parte interna del panel.

Sustento de la Regla 120-408. Esta regla se aplica a las operaciones de pintura o retoque cuando se utilizan elementos cargados electrostáticamente para la atomización, carga y/o precipitación de materiales inflamables tales como pinturas u otros materiales de retoque en los productos o artículos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Ya que la tensión de carga puede estar en el rango de 100 kV, se deben establecer requerimientos de seguridad estrictos para las áreas donde se lleven a cabo estos procesos.

En el caso del equipo electrostático fijo, el dispositivo de carga o atomización está sujeto a un soporte mecánico y los artículos que están siendo pintados o pulidos, por lo general, están en fajas transportadoras o soportes colgantes adyacentes a los electrodos de alta tensión o a los cabezales de atomización. A pesar de que los artículos deben de estar efectivamente enlazados equipotencialmente a la faja transportadora o a otros soportes que estén enlazados a tierra, se debe asimismo mantener una distancia segura en todo momento entre los artículos enlazados y los electrodos o cabezales de atomización electrostáticos. Esta distancia debe ser como mínimo el doble de la distancia de las chispas o arcos entre los electrodos y los artículos enlazados que están siendo pintados.

Propósito de la Regla 120-408. Se requiere que los equipos de potencia y control asociados a los equipos electrostáticos fijos de pulverización y pulido, tales como las unidades motrices de los transformadores y los aparatos de control, deben ser aprobados específicamente para el lugar o sean ubicados fuera del área peligrosa. El equipo electrostático en sí, que incluye electrodos de alta tensión y cabezales de atomización, debe de ser ubicado en áreas apropiadas, soportado y ventilado de una manera adecuada y efectivamente aislado a tierra. Los conductores de alta tensión que alimentan a los electrodos o los elementos deben estar soportados y protegidos contra contactos accidentales de una manera apropiada o puestos a tierra. Se deben proporcionar medios automáticos para poner a tierra el sistema de electrodos para que descargue cualquier carga residual cuando se interrumpa la alimentación de la alta tensión primaria.

Asimismo, se requiere que se provea medios automáticos que desenergicen rápidamente los elementos de alta tensión a fin de protegerlos contra las condiciones que se señalan en la Subregla 120-408(e).

El objetivo es que el área de proceso en sí sea separada mediante cercos o protegida a fin de mantener un aislamiento seguro del proceso, respecto del personal no autorizado y el almacenamiento de materiales. Todos los objetos eléctricamente conductivos que se encuentren dentro de la influencia de carga de los electrodos (por ejemplo, contenedores de pintura, latas de lavado, cercos) deben de ser enlazados a tierra de manera adecuada. Se deben poner de manera apropiada, señales de advertencia permanentes y visibles para indicar la distancia de la chispa, la necesidad de continuidad a tierra de los artículos o productos que estén siendo pintados, y la presencia de altas tensiones en el área.

Sustento de la Regla 120-410. Asimismo, los procesos de retoque de pintura que implican el uso de equipos manuales electrostáticos de pulverización o pistolas pulverizadoras requieren de un estricto cumplimiento de las reglas de seguridad tanto para el operador como para los equipos eléctricos en sí. Los equipos deben de ser aprobados específicamente para tal fin y los circuitos o electrodos de alta tensión deben ser del tipo intrínsecamente seguros.

El asa de la pistola pulverizadora debe estar enlazada equipotencialmente a tierra y el operador debe estar en contacto eléctrico estrecho con el asa, a fin de prevenir la formación de una carga estática sobre su cuerpo. De manera similar, cualquier otra

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

persona que ingrese al área de pulverización debe estar en contacto eléctrico estrecho a tierra.

Propósito de la Regla 120-410. Se requiere que el equipo manual de pulverización sea específicamente aprobado para tal fin y cumpla con los requerimientos que se indican en esta regla.

El objetivo es que todos los equipos eléctricos, a excepción de la pistola pulverizadora manual en sí, se ubiquen fuera del área peligrosa. Se debe proporcionar una ventilación que tenga enclavamiento con el equipo de pulverización en al área o recinto de pulverización.

Así como en los equipos fijos de pulverización, se requiere que todos los objetos conductivos, incluyendo el asa de la pistola pulverizadora, sean enlazados equipotencialmente a tierra y se coloque señales de advertencia apropiadas. Se deben tomar las precauciones necesarias para asegurar que los objetos que estén siendo pintados o repintados estén siendo mantenidos en contacto estrecho eléctrico con la faja transportadora enlazada u otros soportes enlazados a tierra.

Sustento de la Regla 120-412. Se debe poner especial atención a las posibles fuentes de ignición generadas encima de las áreas peligrosas y que caigan a las áreas peligrosas por debajo o hacia los artículos recién pintados. Cualquier equipo eléctrico ubicado encima del área, capaz de producir chispas o partículas calientes, debe ser del tipo totalmente encerrado, como deben ser las lámparas para el alumbrado fijo. A fin de evitar el uso de alumbrado provisional conectado a cordones de extensión comunes, se debe proporcionar suficiente alumbrado para las operaciones cuando se estén instalando los equipos.

Propósito de la Regla 120-412. Se requiere que el alambrado fijo instalado encima de las áreas peligrosas lo sea utilizando cualquier método de alambrado adecuado tal como lo requiere la Sección 070 del Código para el tipo de estructura implicado.

Se requiere que los equipos eléctricos tales como motores, interruptor cortacircuito o contactores que puedan producir chispas sean construidos para prevenir escape de chispas o sean del tipo totalmente cerrado. El alumbrado fijo instalado encima de las áreas peligrosas debe de ser ya sea del tipo encerrado (es decir, diseño hermético al polvo o al vapor) o contar con lentes o cubiertas herméticos que prevengan el escape de partículas calientes de los artefactos.

Sustento de la Regla 120-414. Para evitar el peligro de electrocución, todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos eléctricos deben de estar enlazadas equipotencialmente a tierra de modo que no pueda existir diferencia de tensión entre ellas. En las operaciones de pulverizado de pintura, todos los equipos metálicos no eléctricos (por ejemplo, las partes metálicas de los ductos de escape de la cabina de pulverización, sistemas de tubería y tanques de pintura y solventes) deben de ser enlazados a tierra, a fin de evitar cualquier formación de carga estática.

Propósito de la Regla 120-414. Se requiere que todas las tuberías pesadas metálicas, canalizaciones y las partes metálicas no portadoras de corriente tanto de los equipos fijos como de los portátiles que funcionen a cualquier tensión sean enlazadas a tierra de conformidad con la Sección 060.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Hangares de Aviación

Sustento de la Regla 120-500. Los hangares de aviación o cualquier área similar utilizada para alojar o realizar mantenimiento a aeronaves que contengan combustibles líquidos (por ejemplo, gasolina o combustible para aviones jet) se consideran áreas peligrosas; asimismo, pueden estar presentes otros líquidos o gases inflamables. Ya que las áreas peligrosas circundan a la aeronave, cuando se diseñan los sistemas eléctricos para el hangar se debe tener en cuenta las plantillas del parqueo del avión.

Propósito de la Regla 120-500. Las áreas comprendidas dentro de los hangares de aviación utilizadas para alojar o realizar mantenimiento a aeronaves de cualquier tipo, deben ser consideradas lugares peligrosos. Sin embargo, esta Sección no se aplica a los hangares utilizados para el alojamiento y mantenimiento de aeronaves o para la construcción de las mismas donde nunca ha habido combustible, contenido en los tanques o donde los tanques de combustible han sido adecuadamente drenados y purgados.

Sustento de la Regla 120-502. Aeroplanos y helicópteros generalmente tienen grandes volúmenes de combustible y vapor en sus tanques, mientras se realiza el mantenimiento o están estacionados en el hangar, este combustible abastece la ignición y la planta de energía dentro de la estructura de la aeronave. Por lo tanto, las áreas alrededor de la aeronave entera y el área adyacente al piso, deben ser consideradas como lugares peligrosos.

Propósito de la Regla 120-502. Se requiere que las áreas peligrosas alrededor de la aeronave y dentro del hangar mismo, deben ser clasificadas como se indica en la Figura 120-502.

Las áreas adyacentes a los lugares donde la aeronave está estacionada o en mantenimiento, que son calificadas como suficientemente ventiladas y efectivamente aisladas del área de hangar principal, pueden ser consideradas como lugares no peligrosos.

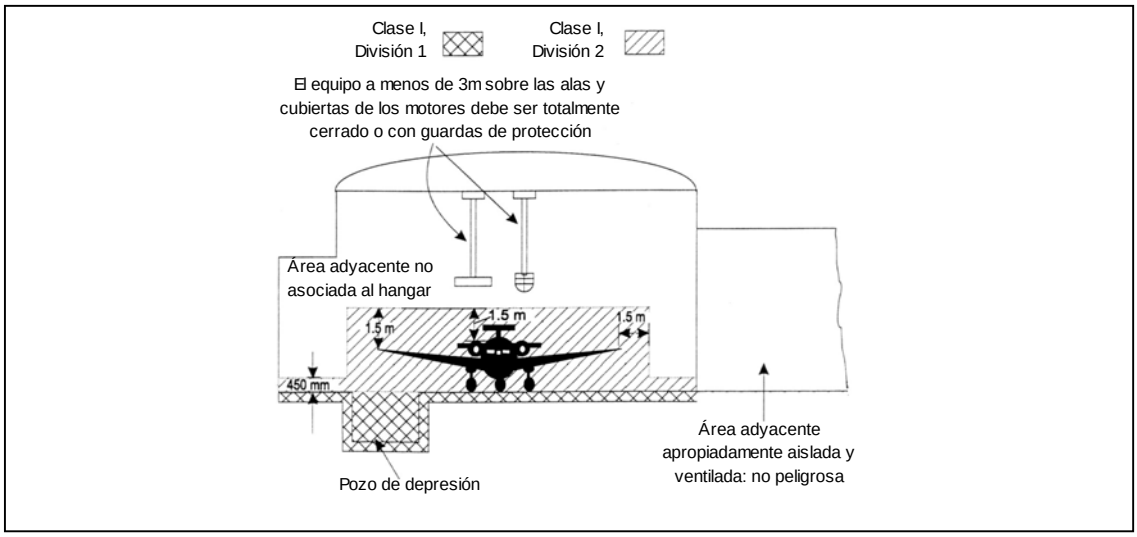


Figura 120-502
Clasificación de Áreas en Hangares de Aviones

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 120-504. Todos los alambrados fijos y portátiles y los equipos eléctricos que deben ser instalados o utilizados en los lugares peligrosos deben cumplir con los requerimientos aplicables de la Sección 110. Ya que puede gotear combustible altamente inflamable hacia y a través del piso, todos los alambrados ubicados dentro y encima del piso deben ser apropiados para los lugares Clase 1, Zona1.

Propósito de la Regla 120-504. Se requiere que todos los alambrados fijos instalados -o todos los cables portátiles tales como los cordones de suministro de energía- dentro de las áreas peligrosas cumplan con los requerimientos para los lugares Clase I, Zona 2, tal como lo prescribe la Sección 110. De manera similar, se requiere que todos los equipos eléctricos portátiles que pueden ser utilizados en estas áreas cumplan con los requerimientos de la Sección 110.

El propósito es que cualquier alambrado empotrado en el piso de concreto ya sea en la tierra o en el área de los cimientos u hoyos, cumpla con los requerimientos de los lugares Clase 1, Zona 1.Cualquier alambrado o equipo ubicado en un hoyo, por ejemplo, deben de estar provistos de un drenaje y no deben de estar ubicadas en el mismo recinto o cavidad que el vapor o los conductos de gas o vapor.

Sustento de la Regla 120-506. Debido a la diversidad de combustibles y volúmenes involucrados en un hangar y a la diferencia del servicio de mantenimiento en comparación con las estaciones de servicio para vehículos, todos los alambrados fijos no ubicados en las áreas peligrosas sino dentro del área de mantenimiento y estacionamiento del hangar deben de ser instalados en canalizaciones metálicas o deben ser cables con aislamiento mineral, blindados o cables con chaquetas de aluminio.

Como una medida de precaución contra el daño mecánico, se deben utilizar cordones flexibles del tipo para uso muy exigente cuando sea necesario el uso de alumbrado y equipo eléctrico portátiles fuera de las áreas peligrosas.

Propósito de la Regla 120-506. Se requiere que el alambrado fijo (por ejemplo, circuitos eléctricos del hangar) que no esté ubicado dentro del área peligrosa se realice con cables con aislamiento mineral, blindados o con cables con chaqueta de aluminio, o sea instalado en canalizaciones metálicas. Sin embargo, el alambrado en los recintos adyacentes separados del hangar con tabiques (por ejemplo, una oficina con ventilación natural hacia la calle) puede ser instalado utilizando cualquier método señalado en la Sección 070 para el tipo de construcción implicada.

Cuando sea necesario el uso de cordones flexibles para lámparas colgantes o portátiles así como para equipos eléctricos, estos deben de ser los adecuados mínimo para uso muy exigente, tal como se indica en la Tabla 11, y poseer un conductor de enlace equipotencial.

Se requiere que se utilicen los medios aprobados a fin de asegurar la continuidad del conductor de enlace equipotencial, entre los sistemas de alambrado fijo y las partes metálicas no portadoras de corriente del alumbrado o equipo portátiles.

Sustento de la Regla 120-508. Se deben eliminar todas las posibles fuentes de ignición provenientes de los equipos eléctricos ubicados encima de las áreas peligrosas cuando se conciba el diseño y uso del hangar. Para que cualquier fuente de ignición (por ejemplo, lámparas o contactores abiertos) sea aceptable debe estar

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ubicada por lo menos a 3 m sobre las alas o cubiertas del motor. Por otro lado, ya que la altura de las alas de una aeronave y las cubiertas de motor puede variar, se debe utilizar en la parte superior del área de alojamiento y mantenimiento de los aviones alumbrado y equipos totalmente encerrados y equipos construidos para prevenir el escape de chispas.

El alumbrado portátil y otros equipos eléctricos portátiles requeridos en un hangar deben ser adecuados para los lugares Clase I, ya que por lo general deben ser utilizados en los lugares peligrosos durante las operaciones de mantenimiento.

Propósito de la Regla 120-508. Se requiere que el equipo eléctrico, incluyendo la iluminación que es capaz de producir arcos o chispas bajo condiciones normales o anormales, que se ubiquen menos de 3 m sobre las alas o las cubiertas de los motores más altos, deben ser del tipo totalmente encapsulado o hermético o que esté diseñado para prevenir el escape o fuga de chispas. Los portalámparas de casquillo metálico del tipo forrado en fibra no deben ser utilizados para iluminación fija.

Se requiere que las lámparas portátiles usadas en hangares sean aprobadas para lugares Clase I como completamente ensambladas, como lo requiere la Regla 110-118

Equipos de utilización portátiles como las herramientas portátiles deben ser apropiados para lugares de Clase I, Zona 2.

Sustento de la Regla 120-510. Por lo general, es necesario el uso de estrados y otras plataformas elevadas para la revisión de los motores de los aviones y otros componentes. Muchos de estos son portátiles y accionados hidráulica o eléctricamente; algunos corresponden a la categoría de dispositivos de elevación. Los equipos eléctricos asociados a estas plataformas o a sus estructuras de soporte deben de ser adecuados para los lugares Clase I, Zona 2. Es poco probable que las plataformas, estructuras o dispositivos de elevación se encuentren ubicados en los lugares peligrosos, el alambrado eléctrico de estos equipos debe cumplir con los requerimientos similares a aquellos para los demás alambrados de hangares y equipos no ubicados en las áreas peligrosas.

Propósito de la Regla 120-510. Se requiere que el alambrado eléctrico y los equipos eléctricos asociados a las plataformas o estructuras o que forman parte de las mismas utilizados para dar servicio a los aviones, sean adecuados para los lugares Clase I, Zona 2, en caso de ser empleados en las áreas peligrosas. Si es que las plataformas o estructuras no se encuentran ubicadas en las áreas peligrosas, el alambrado y equipo eléctricos deben cumplir con los mismos requerimientos que para las áreas no peligrosas del hangar, a excepción que los tomacorrientes deben ser del tipo con bloqueo y todo alambrado o equipo instalado a menos de 450 mm del nivel del piso debe ser adecuado para los lugares Clase I, Zona 2.

Cuando se utilicen montantes móviles o estructuras de soporte con equipo eléctrico que cumplan con los requerimientos de la Regla 120-510(2), se requiere que el montante lleve un letrero de advertencia pegado permanentemente indicando que la estructura no debe de ser colocada a menos de 1,5 m de los motores del avión y de las áreas de combustible.

Sustento de la Regla 120-512. Los sellos deben ser instalados en canalizaciones y cables para prevenir la migración de líquidos inflamables y vapores, a áreas donde ellos pueden encenderse.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

En hangares para aeronaves, como en lugares similares donde líquidos inflamables pueden derramarse o escaparse sobre el piso y posiblemente penetren el piso hasta llegar a los sistemas de canalización, la canalización debe satisfacer las exigencias para lugares Clase I, Zona 1.

Propósito de la Regla 120-512. Para las áreas con riesgo, complicadas, se debe proporcionar sellos en las canalizaciones y cables, tal como es requerido por la Sección 110.

Las canalizaciones encajadas en el piso del hangar o enterradas bajo el piso, cuando cualquier conexión o conductor de extensión se ubiquen dentro o a través del área peligrosa, se debe considerar que está en lugar Clase I, Zona 1.

Sustento de la Regla 120-514. A fin de evitar cualquier posibilidad de que el equipo eléctrico energizado del avión produzca ignición de cualquier vapor inflamable que podría estar presente en el hangar, o que podría escapar de los tanques de combustible del avión y los motores, los sistemas eléctricos deben de ser apagados cuando el avión se encuentre alojado en el hangar.

Propósito de la Regla 120-514. Se requiere que los sistemas eléctricos de la aeronave sean apagados o desenergizados mientras el avión se encuentra alojado en al hangar y que sólo los sistemas eléctricos requeridos para los procedimientos de mantenimiento sigan energizados durante el servicio.

Sustento de la Regla 120-516. Debido a la posibilidad de formación de arcos en las conexiones y a la posibilidad de explosión de las baterías, las baterías del avión no deben de ser cargadas a menos que el avión se encuentre completamente fuera del hangar.

Por lo general, el equipo de carga de batería no es adecuado para los lugares peligrosos y por lo tanto no debe de ser utilizado en estos lugares.

De preferencia, el equipo de carga de batería y el equipo de control asociado deben estar en un edificio separado. No obstante, en caso de encontrarse dentro del hangar, deben de instalarse en un recinto no peligroso separado del área principal del hangar.

Propósito de la Regla 120-516. Se requiere que las baterías de los aviones sean cargadas sólo cuando éste se encuentre completamente fuera del hangar. Los cargadores de batería y sus dispositivos de control no deben estar en ninguna de las áreas peligrosas dentro del hangar.

De la misma forma, se requiere que los tableros, soportes y bandejas que contienen a las baterías y el alambrado asociado estén ubicados fuera de las áreas peligrosas y cumplan con los requerimientos aplicables para las baterías prescritos en la Sección 150.

Cuando se vaya a utilizar cargadores móviles para cargar las baterías del avión, se requiere que por lo menos estos lleven un letrero de advertencia pegado permanentemente indicando que los cargadores deben de mantenerse a una distancia de 1,5 m de los motores del avión y de las áreas del tanque de combustible, para informar al operador de la mínima distancia de seguridad que se debe guardar en relación a los tanques de combustible y los motores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 120-518. Por lo general, no es conveniente el uso de fuentes de energía para aeronaves en los lugares Clase I, Zona 2; por lo tanto, ningún alambrado fijo, ni ningún equipo eléctrico debe de estar ubicado a menos de 450 mm sobre el nivel del piso del hangar. Por la misma razón, no deben de ser operados dentro del área peligrosa definida en la Regla 120-502(3).

Para evitar daños al equipo eléctrico de la aeronave, las unidades deben contar con enchufes de alimentación polarizados, así como el control automático debe de aislar a la fuente de energía o energizador, del sistema eléctrico de la aeronave en caso de que el energizador genere tensión excesiva.

Ya que los cordones de alimentación utilizados en la fuente de energía o energizador y cualquier otro equipo de ayuda de tierra, están expuestos a daños mecánicos tanto dentro del hangar como cuando sean utilizados o transportados al exterior, los cordones flexibles deben ser adecuados para una aplicación muy exigente y deben contener una conductor de enlace equipotencial.

Propósito de la Regla 120-518. Se requiere que las fuentes de energía de aeronaves que cuenten con alambrado fijo o equipo eléctrico, éstos no estén a menos de 450 mm sobre el nivel del piso y que la unidad no sea operada dentro de las áreas peligrosas circundantes al avión.

Se requiere que las fuentes de energía móviles utilizadas ya sea dentro del hangar o fuera del mismo lleven un letrero de advertencia pegado permanentemente, indicando que las fuentes de energía deben de mantenerse a una distancia de seguridad de 1,5 m de los motores de la aeronave y de las áreas del tanque de combustible. Los enchufes de alimentación de las fuentes de energía deben ser del tipo polarizado y deben de contar con controles automáticos para desenergizar la salida de energía en caso de que la tensión de salida exceda el límite de seguridad de suministro a las aeronaves. Ya que los cordones de alimentación flexibles utilizados para esta operación pueden estar expuestos a daños o ser atropellados por los vehículos de servicio, se requiere que sean del tipo para uso muy exigente, tal como se indica en la Tabla 11.

Sustento de la Regla 120-520. Por lo general, los equipos eléctricos móviles o portátiles de reparación no son adecuados para ser utilizados en los lugares Clase I, Zona 2. Por lo tanto, deben de ser diseñados de tal manera que cuando estén siendo utilizados ningún componente eléctrico o alambrado se encuentre a menos de 450 mm sobre el nivel del piso del hangar.

Debido a las condiciones de uso, los cordones flexibles utilizados para estos equipos deben de ser del tipo para uso muy exigente. Los tomacorrientes o enchufes deben proporcionar una adecuado enlace equipotencial y ser apropiados para el lugar correspondiente.

En caso de que se esté utilizando el equipo de reparaciones durante las operaciones en las cuales puedan haber escape de vapores inflamables, la unidad completa debe de ser aprobada para los lugares Clase 1, Zona 2.

Propósito de la Regla 120-520. Se requiere que dicho equipo eléctrico móvil para reparaciones (por ejemplo, aspiradoras, compresoras de aire) que no esté certificado para ser utilizado en lugares peligrosos Clase 1, Zona 2, se permita su uso en un hangar de aviación, siempre que ningún alambrado y ningún componente de la unidad

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

estén a menos de 450 mm sobre el nivel del piso y que la unidad no sea utilizada en las áreas peligrosas que se especifican en la Regla 120-502(3).

El propósito es que los equipos eléctricos para reparaciones lleven un letrero de advertencia pegado permanentemente, indicando que el equipo debe de mantenerse a 1,5 m de distancia de los motores de la aeronave y de las áreas del tanque de combustible, para informar al operador sobre la mínima distancia de seguridad que se debe mantener en relación a los motores de la aeronave y las áreas del tanque de combustible.

Los cordones flexibles de las unidades y cualquier cordón de extensión que se empleen deben de ser del tipo para uso muy exigente, tal como se indica en la Tabla 11. El propósito es que dichos equipos no sean utilizados en áreas donde las operaciones de mantenimiento puedan dejar escapar vapores inflamables, a no ser que hayan sido certificados para ser utilizados en lugares Clase I, Zona 2.

Sustento de la Regla 120-522. Es evidente la necesidad de un enlace equipotencial y una puesta a tierra apropiados, tanto de los equipos eléctricos portátiles como de los fijos en los hangares de aviación, para evitar los peligros de electrocución, incendio y cargas estáticas. Aunque, por ejemplo, el peligro de electrocución proveniente de los equipos de extra baja tensión, sea mínima, el enlace equipotencial de las partes metálicas de dichos equipos evita la formación de chispas o cargas estáticas.

Propósito de la Regla 120-522. Se requiere que todas las canalizaciones metálicas y todas las partes metálicas no conductoras de corriente de los equipos eléctricos portátiles, sin considerar el valor de la tensión que estén suministrando, sean enlazadas a tierra de acuerdo con los requerimientos de la Sección 060.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 130

LUGARES CON LÍQUIDOS O VAPORES CORROSIVOS O MUY HÚMEDOS

General

Sustento de la Regla 130-000. Esta regla es una de las de mayor importancia por que identifica al equipo eléctrico en un edificio, estructura o local al cual se le aplica los requerimientos de la Sección 130. También indica que las Reglas Generales del CNE-Utilización, Secciones del 010 al 090 y 150, se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 130 pueden modificar a o complementar a ellas u otras cuando sea necesario.

Los líquidos corrosivos, los vapores corrosivos y la humedad excesiva son perjudiciales a los equipos eléctricos y consecuentemente a las instalaciones eléctricas, haciendo que las últimas sean inseguras. Por lo tanto, los requerimientos de la Sección 130 son específicamente para las instalaciones eléctricas en estos ambientes y se sobreponen a cualquier otro requerimiento dado en otras Secciones del Código. Por ejemplo, la Regla 130-600 da a entender que todos los requerimientos de enlace deben ser de acuerdo con la Sección 060, pero también deben de estar en conformidad con la Regla 120-108(1)(b) y (2).

Propósito de la Regla 130-000. El objetivo de que los equipos eléctricos y los métodos de instalación eléctrica sean apropiados para los ambientes descritos para minimizar los efectos perjudiciales de los líquidos corrosivos, de los vapores y de la humedad.

Sustento de la Regla 130-002. Las definiciones generalmente se encuentran en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o un término, que se aplica sólo a una Sección se define en la misma. Los requerimientos de esta Sección se clasifican en dos áreas principales: aquellas que contienen humedad en forma de vapor o de líquido, que se clasifican como lugares de Categoría 1, o aquellas que contienen líquidos o vapores corrosivos, que se clasifican como lugares de Categoría 2. A no ser que un área contenga las dos categorías, los equipos eléctricos o las instalaciones eléctricas sólo deben requerir ser aprobadas para uso en la categoría en donde están instaladas. No se cumple con ningún propósito útil el tener equipos eléctrico e instalaciones eléctricas en un lugar de Categoría 1 que cumplan con los requerimientos de los lugares de Categoría 2.

Propósito de la Regla 130-002. El objetivo es que los equipos eléctricos e instalaciones eléctricas cumplan sólo con los requerimientos del ambiente que enfrentaran para evitar costo innecesarios. El Anexo B enumera algunos de los complejos ocupacionales que contienen lugares de Categoría 1 y Categoría 2.

Nota: *Los equipos aprobados para los lugares de Categoría 2, aunque no sea necesario, pueden ser aceptables en un lugar de Categoría 1.*

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 130-004. Ya que el alcance de esta Sección cubre lugares tanto de la Categoría 1 como de la Categoría 2, sólo aquellas reglas o subreglas que sean aplicables a una categoría necesitan ser identificadas, excepto cuando (como en la Regla 130-100) es necesario para estipular claramente que la regla se aplica a las dos. Por ejemplo, las Subreglas 130-302 (1) y (2) se aplican a las dos categorías, mientras que las Subreglas 130-302 (3) y (4) se aplican sólo a lugares de Categoría 1.

Equipos

Sustento de la Regla 130-100. Ninguna regla puede especificar todos los requerimientos que si son cumplidos garantizarían la operación segura de los equipos eléctricos. Los ambientes encontrados en los lugares de Categoría 1 y Categoría 2 que bajo ciertas combinaciones o mezclas causan deterioro a los equipos eléctricos son demasiados para mencionar en una sola regla. Cualquier equipo eléctrico situado en lugares de Categoría 1 o 2 corre el riesgo de corrosión, y aún así es imposible tener a todos los equipos eléctricos fuera del lugar. Sin embargo, el equipo eléctrico que no necesita estar en lugares de Categoría 1 o 2 debe de estar ubicado en un ambiente mejor, para reducir el riesgo de corrosión y deterioro, ejemplo, un lugar seco.

Propósito de la Regla 130-100. (Véanse las Figuras 130-100 (1) y 130-100(2)). El objetivo es que los equipos eléctricos e instalaciones eléctricas sean relativamente seguras, requiriendo que la última sea ubicada en un ambiente tan seguro como sea práctico. Estos tipos de equipos eléctricos que no deben de ser ubicados en los lugares de Categoría 1 o 2 están descritos en las Subreglas (2) y (3). La determinación de la practicidad y de la necesidad de instalar los equipos eléctricos en los lugares de Categoría 1 o 2 debe de ser: “aceptable”.

Se hace un enfoque específico en la Subregla (3) acerca de los interruptores automáticos en caja moldeada, ya que bajo ciertos ambientes corrosivos los interruptores pueda que sean incapaces de alimentar una carga nominal y pueda que no provean sus funciones de seguridad provistas en condiciones de sobrecarga y cortocircuitos.

Sustento y Propósito de la Regla 130-102. Se propone que el equipo eléctrico utilizado en instalaciones eléctricas sea capaz de soportar al ambiente en el que va a operar.

Los tipos de cubiertas para los equipos eléctricos designados en la Regla 120-400 y las cubiertas para motores designadas en la Regla 020-404 deben de ser comparadas con los requerimientos de esta regla para su uso en lugares de Categoría 1 o 2.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

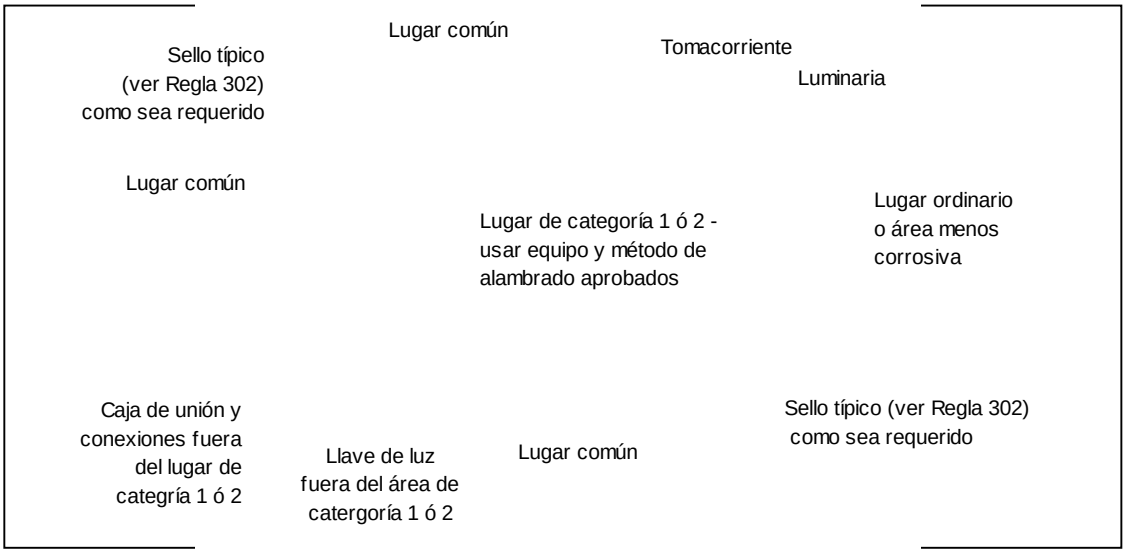


Figura 130-100
Equipo Esenci

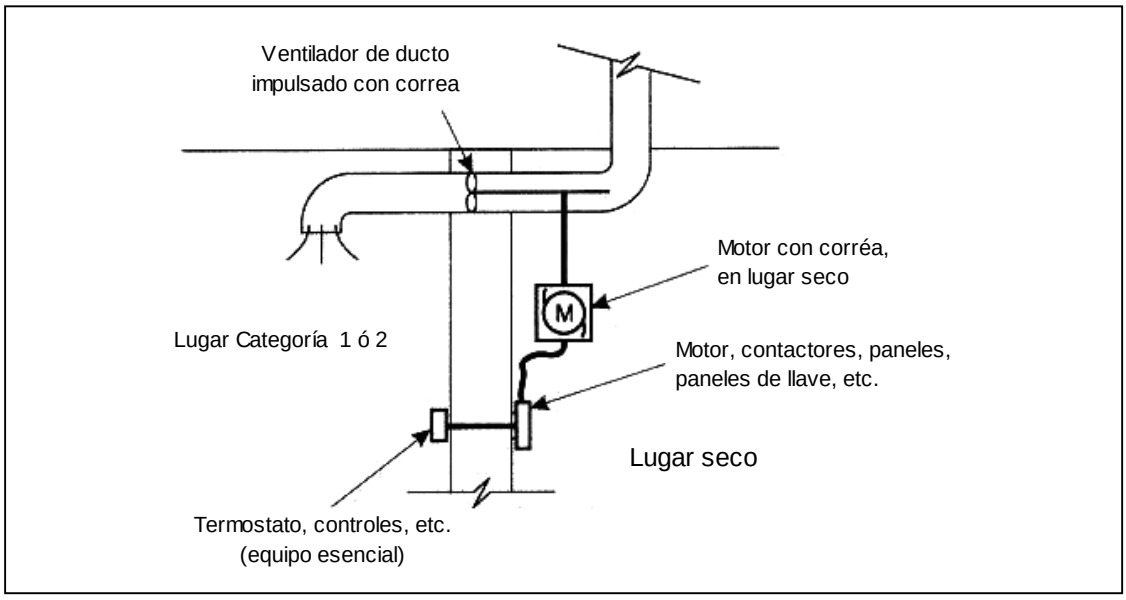


Figura 130-100(2)
Instalación en Lugar Ordinario o Común

Sustento de la Regla 130-104. Esta regla se aplica a los portalámparas colgantes con zoquetes flexibles de fenol, usados en el exterior e interior, con lámparas de filamento incandescente para las instalaciones de iluminación en áreas tales como los estacionamientos o en una construcción nueva para instalaciones de iluminación temporal. Ya que los portalámparas están sujetos a daños mecánicos debido al clima, especialmente al viento, se requiere que los conductores tengan tanto flexibilidad como resistencia mecánica. Es por esto que los conductores deben ser aislados y tener una sección no menor de 2,5 mm^2 . Los conductores que excedan de 900 mm de longitud probablemente sean enganchados por algún objeto en movimiento y por lo tanto deben ser trenzados entre sí. La Tabla D1 en el Anexo D enumera el aislamiento

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de conductores monofásicos de 600 V de 2.5 mm^2 termofraguables a prueba de llamas.

Propósito de la Regla 130-104. (Véase la Figura 130-104). Se propone que este tipo de portalámparas colgantes soporten las exigencias de las condiciones variantes tanto como instalaciones eléctricas temporales como permanentes (ver Sección 170 para requerimientos adicionales relacionados a la Sección 130, ejemplo: las Reglas 170-324, 170-326, 170-608 y 170-610).

Sustento de la Regla 130-106. Si es que los conductores de la Categoría 1 se mojan, su calidad aislante se reduce. Más aún, el agua impura es un conductor y, cuando se deposita a lo largo de puntos que tienen una diferencia de tensión, puede causar cortocircuitos. Los líquidos corrosivos y los vapores corrosivos en los lugares de la Categoría 2 corroen las cubiertas, los componentes y el alambrado de los artefactos de iluminación, pudiendo llegar a cortocircuitos, a sobre calentamiento y a una operación insegura.

Propósito de la Regla 130-106. Se tiene como objetivo de que los artefactos de iluminación instalados en los lugares de Categoría 1 sean construidos de tal forma que el agua no pueda ingresar o acumularse dentro del artefacto. En los lugares de Categoría 2, se propone que los artefactos de iluminación deben ser totalmente cubiertos y ser de construcción resistente a la corrosión, incluyendo empaquetaduras resistentes a la corrosión, para prevenir que líquidos corrosivos y humedad corrosiva puedan entren en el artefacto. Cuando se utilizan lámparas de calor en edificios que alojan animales, éstas deben ser del tipo de vidrio endurecido e instalados en portalámparas aprobados según lo sugerido por los estándares aprobados.

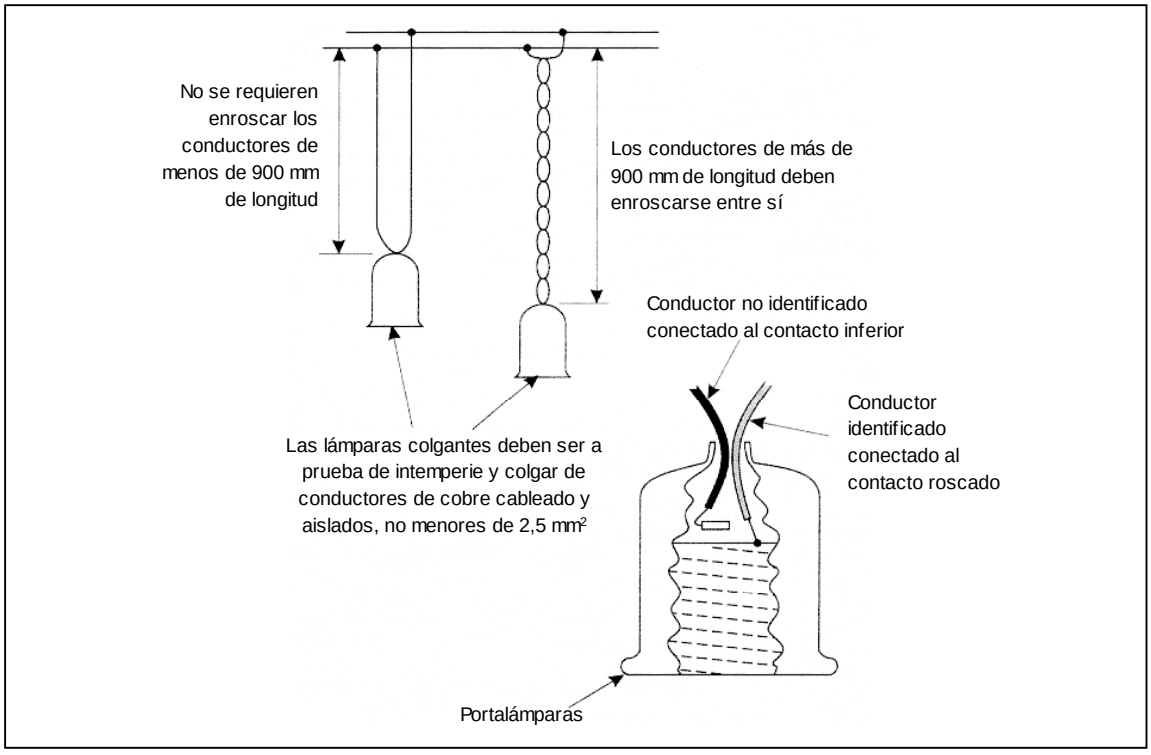


Figura 130-104
Portalámparas Colgante

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 130-108. (Véase la Figura 130-108). Esta regla se aplica a lugares tanto de la Categoría 1 como de la Categoría 2. En la Subregla (1)(a), se requiere que cuando se utilicen los tomacorrientes portátiles, tomacorrientes fijos y los enchufes para los equipos portátiles, en el exterior o en el interior, estos sean a prueba de intemperie para prevenir que ingrese humedad, líquidos corrosivos y vapores corrosivos en los tomacorrientes o prevenir de que ataquen al enchufe, causando corrosión y eventualmente rotura o cortocircuitos de los conductores. En la Subregla (1)(b), se requiere que todas las partes de metal de un enchufe o tomacorriente no portadores de corriente bajo condiciones normales de operación sean enlazados a tierra a través de un terminal de enlace en común al cual el conductor de enlace del circuito está conectado.

En la Subregla (2), se propone que los cordones y cables sean adecuados para el uso exigente debido al abuso físico esperado y a la deterioración por corrosión que da lugar al incremento de las fugas de corriente y cortocircuitos. Se debe notar que la Regla 130-600 deja los requerimientos de enlace a la Sección 010, excepto por los cordones flexibles o cables de alimentación para equipos portátiles a ser usados en los lugares de la Categoría 1 o 2, para lo cual la Subregla (2) requiere de un conductor de enlace en el cable. Con referencia a las Reglas 060-408 (3) y (4) y 130-108(2), el conductor de enlace en el cable no necesita ser conectado a herramientas o artefactos eléctricos portátiles que sean de doble aislamiento, pero se propone que el tomacorriente sea puesto a tierra y el enchufe, si es que tiene tres clavijas, tenga el conductor de enlace conectado al terminal puesto a tierra.

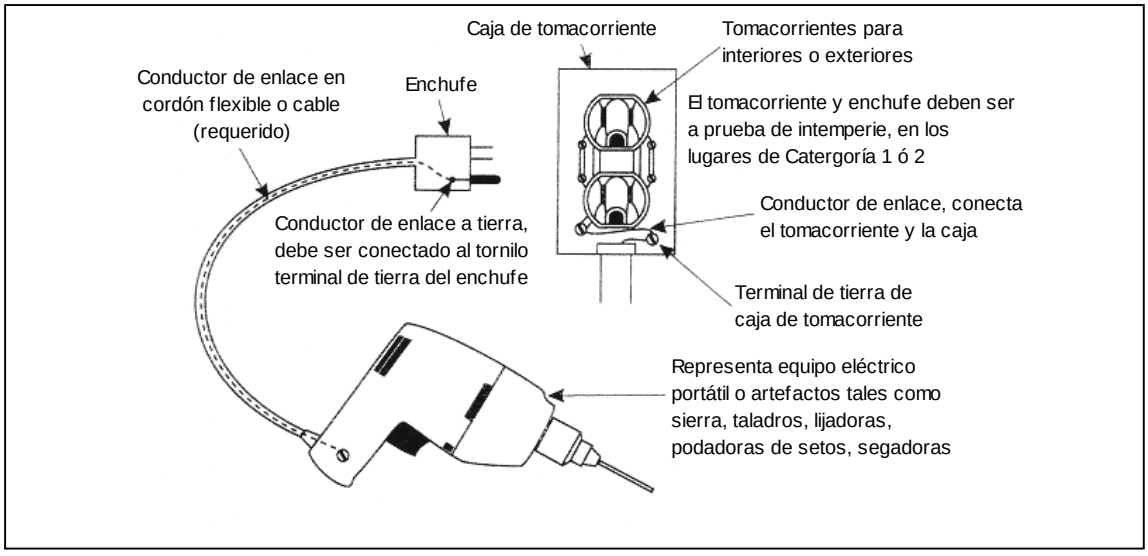


Figura 130-108
Tomacorrientes, Enchufes y Cordones para Equipo Eléctrico

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Alambrado

Sustento y Propósito de la Regla 130-200 (ver Figuras 130-200-1 y –2). En la Subregla (1)(a), el alambrado interior expuesto en lugares de la Categoría 1 está sujeto a humedad, agua y corrosión y debe de ser protegido. El alambrado exterior expuesto presenta un peligro de electrocución, a no ser que sea instalado fuera del alcance de las personas propensas a estar en contacto con él por estar paradas sobre lugares como pisos, plataformas, balcones y escaleras. En la Subregla (1)(b), se propone que los conductores instalados en tuberías pesadas sean considerados como si estuvieran en un lugar mojado, debido a la posible condensación dentro de las tuberías pesadas, y que sean del tipo capaz de soportar a un ambiente mojado.

En las Subreglas (2) y (3), se identifican los tipos de cables aceptables para el uso en lugares de Categoría 1: cables con chaquetas no metálicas, cables blindados y cables con chaquetas de cobre o aluminio; para asegurarse de que el cable usado tenga protección aceptable contra los ambientes particulares encontrados (ver la Tabla 19 para cables blindados y con chaquetas).

En la Subregla (4), la prohibición del uso de soportes partidos y mordazas deriva del hecho de que el agua e impurezas pueden producir mezclas corrosivas y pueden corroer el aislamiento del conductor, dando lugar a posibles fugas de corriente y cortocircuitos y pueden crear un peligro de incendio. En la Subregla (5), se requiere de una separación de 6 mm de la pared, cuando se fija el cable con aislamiento mineral en los lugares de la Categoría 1, para reducir la posibilidad de la acumulación de agua e impurezas entre el cable y la pared, y por lo tanto produciendo una mezcla corrosiva que puede ser dañina a la chaqueta del cable (ver Figura 130-302(4)).

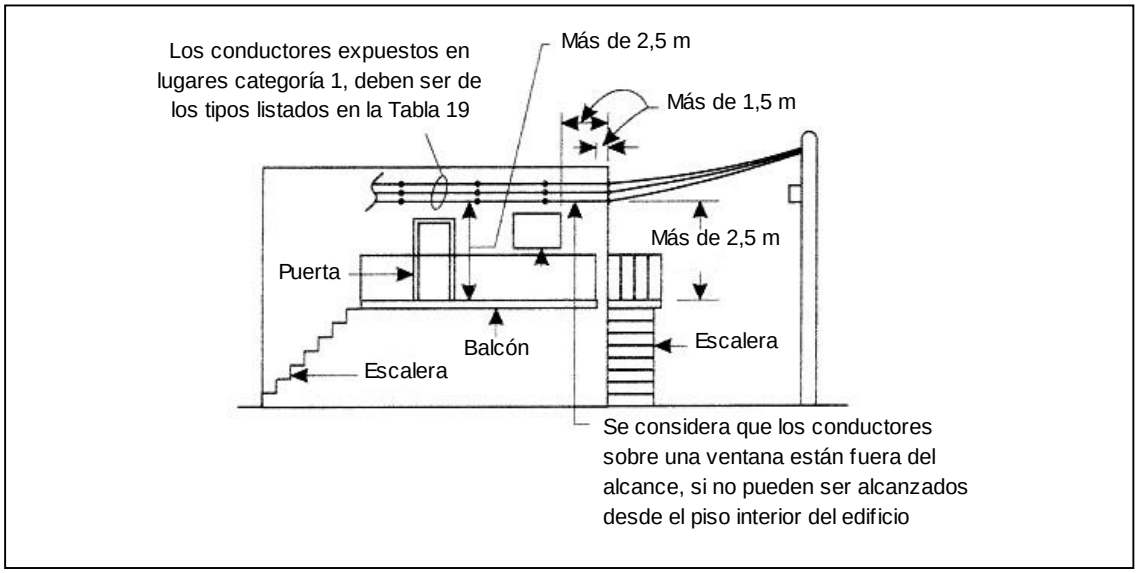


Figura 130-200-1
Métodos de Alambrado en Lugares Categoría 1
(Alambrado hacia y sobre Edificaciones)

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

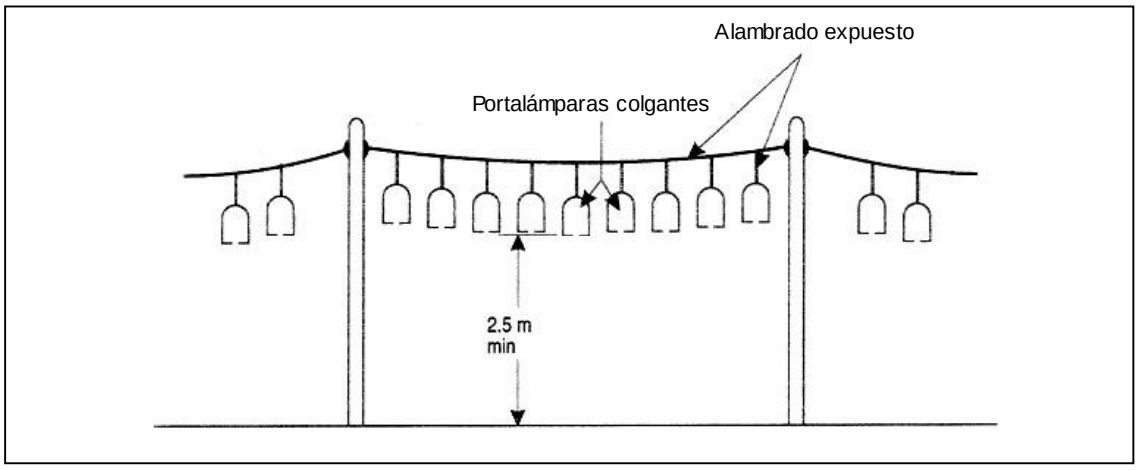


Figura 130-200-2
Métodos de Alambrado en Lugares Categoría 1
(En parqueos, garajes, pistas de patinaje y lugares similares)

Sustento y Propósito de la Regla 130-202. En la Subregla (1)(a), el alambrado interno o externo en los lugares de Categoría 2 se corroerá a no ser de que se proteja contra los elementos corrosivos y puede ser un peligro de electrocución si es que no está instalado fuera del alcance de las personas propensas a estar en contacto con él por estar paradas sobre lugares como pisos, plataformas, balcones y escaleras (ver Figura 130-200-1 para un ejemplo de distancias de seguridad). En la Subregla (1)(b), se considera que la tubería pesada en los lugares de Categoría 2 acumula compuestos corrosivos en sus conductores.

En las Subreglas (2) y (3), la naturaleza corrosiva de los lugares de Categoría 2 limita los tipos de cables, conductores, canalizaciones y métodos de alambrado que se pueden utilizar, debido a su falta de protección aceptable contra el ambiente corrosivo. Los tipos que se consideran como no adecuados están enumerados en la Subregla (3). Sin embargo, los cables aceptados son los cables con chaqueta no metálica, ejemplo de tipo NMS y NMC indicados en la Subregla (2) y el cable armado o blindado listados en la Tabla 19 para uso en lugares de Categoría 2.

En la Subregla (4), se ha considerado que el cable con aislante mineral tiene protección inherente contra la mayoría de los elementos corrosivos, pero es susceptible al aceite, gasolina y ácidos oxidantes como ácido nítrico, ácido sulfúrico y ácido sulfúrico concentrado y sal oxidante (férrica, estánnico, mercúrica e iones substitutos de amoníaco). Aunque es resistente a la mayoría de gases secos, es susceptible a la corrosión por flúor mojado, cloro mojado, bromo mojado, yodo mojado y amoníaco mojado.

Los compuestos sulfúricos tienen una fuerte tendencia de atacar a la chaqueta. Más aún, cuando el cobre está en contacto a través de un electrolito con un metal más activo en tensión electro-química tal como aluminio, magnesio, zinc y acero galvanizado, es posible que la corrosión del metal sea estimulada y puede hacer que la chaqueta sea más susceptible a rajarse, especialmente en las dobleces. Es más probable que el rajarse ocurra cuando la humedad y el dióxido de carbono se combinan con el agente corrosivo de amoníaco o con los materiales que contengan amoníaco llamados amina u orina. Esta corrosión se puede prevenir en la mayoría de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

los casos con una chaqueta exterior de polietileno que tenga un material negro de alta densidad. La chaqueta del cable puede deteriorase bajo tierra, especialmente en algunos tipos de relleno de ceniza.

En la Subregla (5), el cable con chaqueta de aluminio puede ser susceptible a corrosión en los lugares de Categoría 2. El ambiente más corrosivo para la chaqueta de un cable con chaqueta de aluminio es uno que contenga cloruros, alcalinos cáusticos, o vapores de cloro o ácido hidroclórico. También debe de ser protegido cuando se empotra en concreto o se entierra directamente en el tierra. Esta corrosión puede ser evitada en muchos casos con una chaqueta exterior de polietileno que tenga un material negro de alta densidad.

Sustento y Propósito de la Regla 130-204. En la Subregla (1), los locales de ganadería y de aves de corral son áreas usualmente húmedas y por lo tanto se requiere de un alambrado adecuado para lugares mojados.

En la Subregla (2), el uso de cables NMC y NMS, son aceptables, debido a sus cubiertas apropiadas, siempre y cuando los conductores sean de cobre.

En la Subregla (3), se permite el uso del alambrado enumerado para lugares húmedos en la Tabla 19, si es que hay ventilación adecuada en el edificio. La ventilación no reduce adecuadamente la humedad, a no ser que haya una forma de deshumedificación o por lo menos tres cambios de aire por hora. Los requerimientos de ventilación en los edificios para ganadería están cubiertos en los estándares específicos aprobados.

Los roedores pueden dañar las chaqueta no metálicas de los cables si es que logran tener acceso al cable. La Subregla (5) requiere que el cable con chaquetas no metálicas debe ser mecánicamente protegido donde esté instalado a menos de 300 mm sobre las superficies en las que puedan estar presente los roedores.

Sustento y Propósito de la Regla 130-206. El ambiente interior de las pistas de patinaje, puede ser variado desde húmedo a seco, dependiendo si hay ventilación mecánica positiva para reducir el contenido de humedad. Los conductores de iluminación instalados como alambrado expuesto pueden ser aceptables, si se proveen los conductores adecuados para lugares húmedos de la Tabla 19, a menos que las pistas de patinaje tengan cambio de aire por lo menos 3 veces por hora, mediante ventilación mecánica positiva, en cuyo caso el área puede ser considerado como lugar seco. Por consiguiente, las pistas de patinaje pueden ser consideradas como cualquiera de los lugares húmedo o seco, no lugar mojado. En las áreas como las salas de espera, se considera lugar seco, y el método de alambrado de acuerdo a la Sección 070, se considera aceptable.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

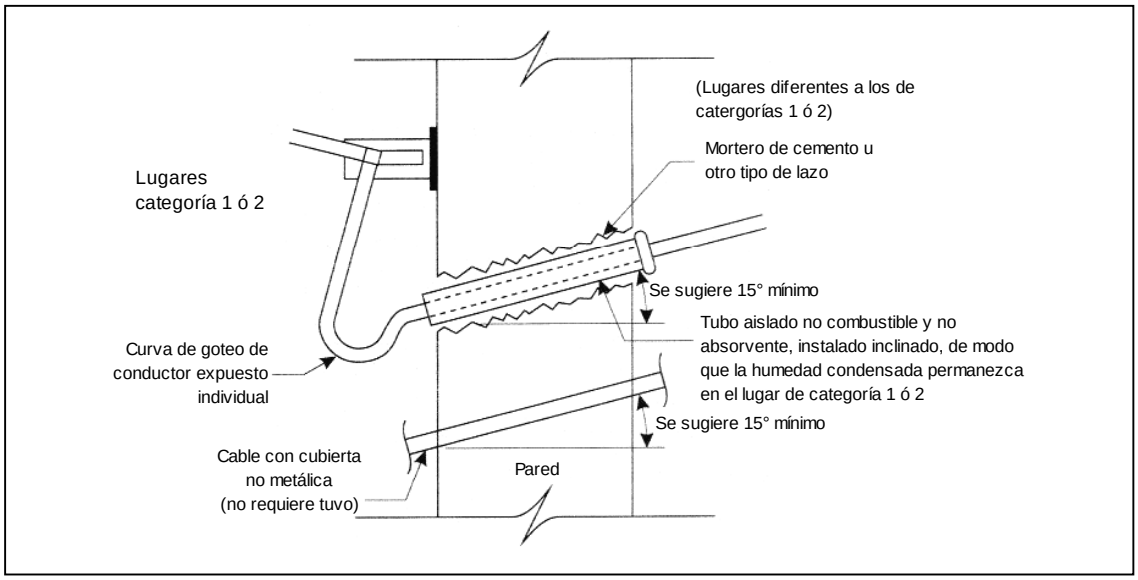


Figura 130-300
Curva de Goteo

Sustento de la Regla 130-300. Cuando los conductores salgan de los lugares de Categoría 1 o 2 y entren a otros lugares, pueden transferir líquido o humedad al otro lugar; posiblemente goteando sobre el alambrado eléctrico o sobre los equipos que tal vez no estén protegidos.

Propósito de la Regla 130-300. (Véase la Figura 130-300). Instalando el alambrado de los lugares de Categoría 1o 2 a través de la pared en una dirección hacia arriba, se propone prevenir que líquido o humedad salga del lugar de origen a lo largo de los conductores expuestos o de los cables con chaquetas no metálicas. Los conductores expuestos deben atravesar la pared en tubos aislantes no combustibles y no absorbentes, los cuales servirían como protección mecánica y evitarían la migración de humedad e incendios a lo largo de los tubos a otros lugares que no son ni de Categoría 1 ni Categoría 2.

Sustento de la Regla 130-302. Cuando líquido, humedad o vapor, corrosivo o no corrosivo, se acumula en las tuberías pesadas, gabinetes o accesorios o entre las tuberías pesadas, gabinetes o accesorios y la superficie, cualquiera de las cuales es metálica, el líquido o vapor formará una mezcla con otras substancias (ejemplo, con despojos o con el metal de la tubería pesada, del cable o de la cubierta) que eventualmente corroerá los materiales y subsecuentemente el aislamiento de los conductores, causando cortocircuitos que pueden llevar a incendios o electrocución. Según la Regla 130-004, las Subreglas (1) y (2) de la Regla 130-302 son aplicables a los lugares de Categoría 1 y Categoría 2.

La tubería pesada o un cable con chaqueta de aluminio que salga de un área corrosiva y entre a un área no corrosiva o salga de un área cálida e ingrese a un área más fría puede producir condensación en el área más fría si es que la aireación no es sellada. Si es que se forma el condensado, debe impedirse que se quede atrapado en el sello, ejemplo, por medio del uso de un sello de drenaje.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

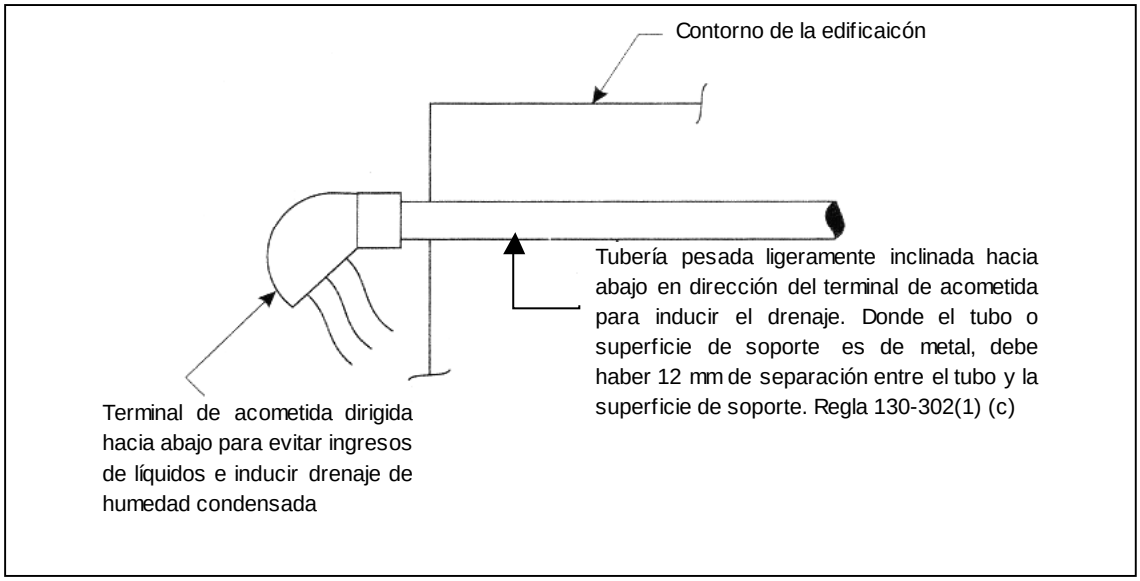


Figura 130-302(1) (a)
Exclusión de la Humedad, Incluye Drenaje

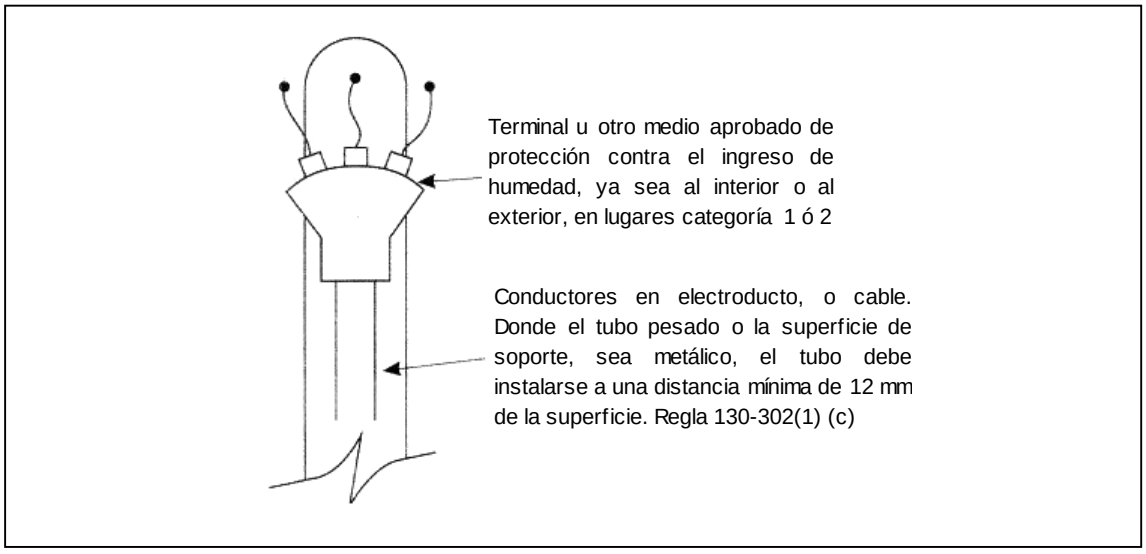


Figura 130-302(1) (b)
Sello o Exclusión de la Humedad

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

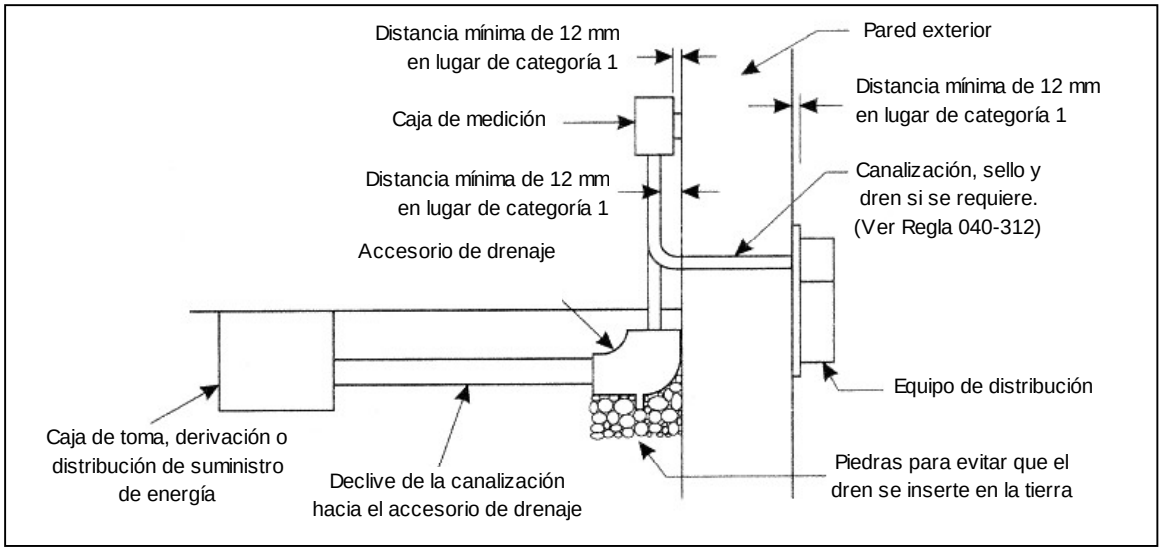


Figura 130-302(1) (c)
Drenaje Típico y Accesorios

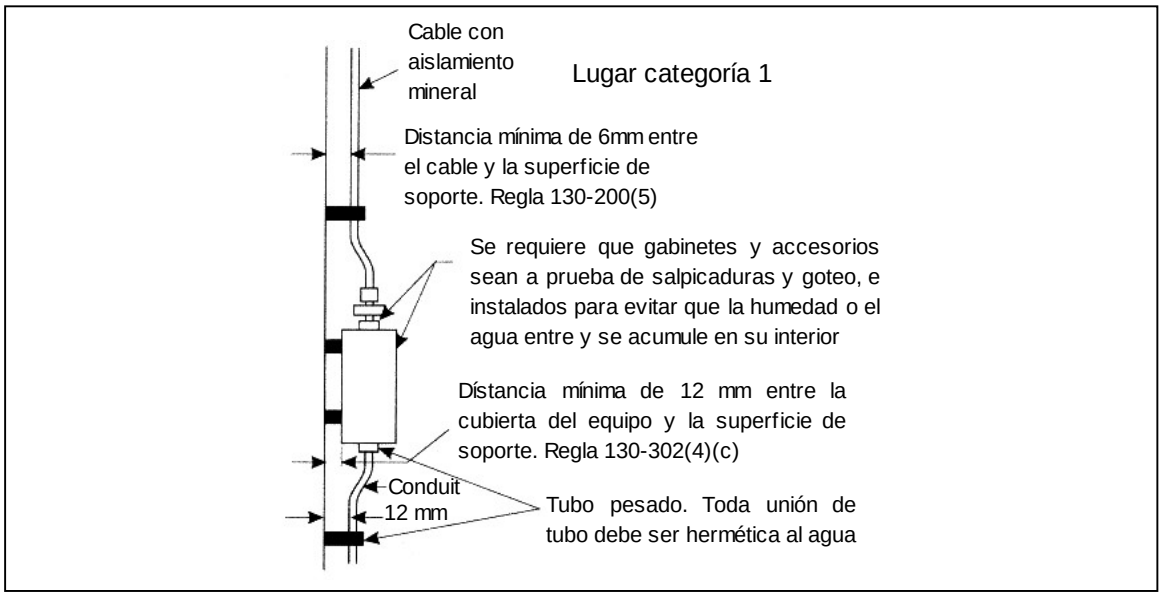


Figura 130-302(4)
Gabinetes y Accesorios

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Circuito de Control

Sustento de la Regla 130-400. Los circuitos en los lugares de Categoría 1 y 2 están sujetos a la humedad, a los líquidos corrosivos o a los vapores corrosivos, que eventualmente causan deterioro o cortocircuitos de los conductores del circuito y posible electrocución o incendio. Es más seguro desconectar la potencia alimentando los lugares de Categoría 1 o 2 en un punto ubicado fuera de estas áreas.

Propósito de la Regla 130-400. Se propone tener medios accesibles instalados fuera del lugar para una desconexión fácil de todos los conductores que suministran de energía a los lugares de Categoría 1 o 2 instalados fuera del lugar.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 140

HOSPITALES, CLÍNICAS Y SIMILARES

Introducción

Sustento de la Regla 140-000. Esta regla es de mayor importancia por que identifica al equipo eléctrico en un edificio, estructura o local al cual se le aplica los requerimientos de la Sección 140. También indica que las Reglas Generales del Código, Secciones del 010 al 090 y 150, se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 140 pueden modificar o complementar a ellas u otras cuando sea necesario.

Un número creciente de procedimientos médicos involucran contacto conductivo intencional entre el cuerpo del paciente y el equipo eléctrico empleado en medicina. Tal contacto puede ser cardiaco, con el cuerpo o casual pero todos los contactos de esta naturaleza tienen un riesgo inherente de electrocución.

Propósito de la Regla 140-000. La intención es que los peligros eléctricos sean controlados o hechos seguros por una combinación de tres actividades: educación adecuada de todo el personal de cuidado, un diseño adecuado del sistema eléctrico del edificio, y un mantenimiento adecuado de todos los equipos eléctricos. Pueden ocurrir fallas y posiblemente las personas cometan errores, pero si las características adecuadas de la protección eléctrica están en su lugar, una falla única debe representar sólo un riesgo bajo.

Se establecen los requerimientos mínimos para el diseño adecuado y seguro del sistema eléctrico de hospitales, proveyendo así la protección adicional necesaria para los pacientes. Estas reglas consideran sólo hasta cierto punto limitado los asuntos que involucran la continuidad del suministro eléctrico, y no tienen nada que ver con la cantidad, la disposición, ni la carga de circuito de los circuitos derivados ni de los tomacorrientes requeridos para los diferentes procedimientos a ser llevados a cabo.

Sustento de la Regla 140-002. Las definiciones generalmente se ubican en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o término, o su derivado, que se aplica sólo en una Sección se definen en la misma.

Parte Aplicada, significa la parte, o partes, de un equipo eléctrico, incluidos los conductores, que se pone intencionalmente en contacto con el paciente a ser tratado o examinado.

Área de Cuidado Básico, designa un área de atención de pacientes donde no es frecuente ni usual el contacto entre el cuerpo del paciente y equipo eléctrico empleado en medicina.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 140-002. En las áreas de atención de pacientes donde el equipo eléctrico empleado en medicina no es usualmente conectado a los pacientes, es irrazonable requerir más que una conexión efectiva a tierra.

Propósito de la Regla 140-002. Se tiene el propósito que dichas áreas incluyan cuartos para pacientes en instalaciones de cuidado a largo plazo y si es posible unos cuantos cuartos para pacientes en hospitales generales, especializados o de rehabilitación donde los procedimientos que involucran el contacto con el cuerpo no son frecuentes ni usuales.

Las áreas de cuidados básicos, aún en instalaciones a largo plazo, no deben ser consideradas ocupaciones residenciales que son regidas por las reglas generales, por ejemplo, 150-702 y 150-704.

Contacto con el Cuerpo, significa un contacto intencional con la superficie de la piel, o internamente, pero no con el corazón.

Contacto Cardíaco, significa un contacto intencional, directo con el corazón, por medio de procedimientos de invasión.

Contacto Casual, significa un contacto por acción voluntaria, con un dispositivo que no tiene partes aplicadas y no es empleado con el propósito de conectarlo al paciente.

Sustento de la Regla 140-002. Estas tres definiciones de contacto han sido incluidas por que la Sección 140 se basa en el tipo de contacto que se espera encontrar en las diversas áreas de los hospitales.

Área de Cuidados Críticos, designa un área en una sala de anestesia, o en la cual es frecuente o normal el contacto cardíaco entre el paciente y equipo eléctrico empleado en medicina.

Sustento de la Regla 140-002. Durante un procedimiento en el cual el paciente pueda que sea anestesiado, o que involucre contacto cardíaco, es importante que solamente cantidades extremadamente pequeñas de corriente sean permitidas pasar hacia el corazón. Por lo tanto, se requiere que estas áreas sean identificadas separadamente para recibir atención particular tanto de los diseñadores como de los instaladores.

Propósito de la Regla 140-002. Las áreas de cuidado crítico incluyen: laboratorios de angiografía, unidades de cuidado cardiaco, laboratorios de cateterismo cardiaco, salas de emergencia para traumatismos, unidades de cuidados intensivos, unidades de cuidados intensivos para recién nacidos, salas de operación y otras área similares.

Derivación Vital Retardada, designa la parte o porción de un sistema eléctrico esencial, para la que se requiere la restauración de la potencia dentro del lapso de 2 minutos.

Sistema de Potencia de Emergencia, significa un sistema de potencia alimentado desde una fuente de emergencia, conectado para alimentar, a su vez, a un sistema eléctrico esencial.

Suministro de Emergencia, significa un sistema de uno más generadores eléctricos, instalados localmente, con el propósito de que estén disponibles en caso de falla de todo otro suministro y capaz de alimentar todas las cargas esenciales.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sistema Eléctrico Esencial, significa un sistema eléctrico capaz de restaurar y sostener el suministro de energía eléctrica a cargas específicas en el evento de pérdida del suministro normal de energía.

Índice de Peligro, significa, para un conjunto dado de condiciones en un sistema de potencia aislado, la corriente en miliamperios y consistente en fugas resistivas o capacitivas y corrientes de falla, que podría circular a través de una baja impedancia si ésta fuese conectada entre un conductor aislado y tierra.

Sustento de la Regla 140-002. Para dos conductores, el índice de peligro con un conductor aislado conectado a tierra no es necesariamente el mismo que el índice de peligro con el otro conductor aislado conectado a tierra, de los dos, rige el índice de mayor peligro.

Hospital, designa una institución que recibe y atiende pacientes, sobre la base de una necesidad médica, y que brinda atención médica continua y servicios terapéuticos y de diagnóstico.

Área de Cuidados Intermedios, designa un área de atención donde es frecuente o normal el contacto entre los pacientes y equipo eléctrico empleado en medicina.

Sustento de la Regla 140-002. Se debe dar la mayor atención a la interacción de los circuitos derivados durante fallas, debido al inherente riesgo adicional en los procedimientos de contacto con el cuerpo. La protección básica provista por conductores de enlace equipotencial separados es inadecuada; más aun extensivas medidas requeridas por las áreas de cuidados críticos no pueden ser justificadas.

Propósito de la Regla 140-002. Las áreas de cuidados intermedios incluyen aquellas cuadras y salas de tratamiento y examen ubicadas en hospitales generales, especializados o de rehabilitación, donde el contacto con el cuerpo entre un paciente y el equipo eléctrico empleado en medicina es frecuente o normal. Más ejemplos de tales áreas incluyen unidades de diálisis renal, áreas de diagnostico eléctrico no invasivo, áreas de preparación de pacientes, departamentos de fisioterapia y salas de ultrasonido e imágenes.

Sistema Aislado de Tierra, significa un sistema eléctrico de distribución en el cual ningún conductor está conectado directamente a tierra.

Monitor de Aislamiento de Tierra de Línea, designa un dispositivo que mide y muestra en pantalla el índice total de peligro de un sistema eléctrico aislado y advierte cuando el índice alcanza un límite previamente ajustado.

Suministro Normal, designa al suministro eléctrico principal a un edificio, o a un complejo de edificios, y puede consistir en una o más acometidas capaces de alimentar todas las cargas del edificio, o complejo de edificios.

Paciente, significa una persona bajo investigación o tratamiento médico.

Área de Atención de Pacientes, designa un área dedicada a la diagnosis, terapia y cuidado de pacientes.

Puesto de Atención de Pacientes, designa una zona en un área de atención de pacientes, en la cual se instala, o ha sido reservada para instalar, una cama, mesa u

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

otro mecanismo auxiliar y equipo de tratamiento de pacientes, y que incluye el espacio comprendido dentro de 1,5 m alrededor del perímetro de la cama y de 2,3 m del piso.

Sustento de la Regla 140-002 (Véase la Figura 140-002). La administración de un hospital es responsable de la designación de todas las áreas dentro de sus instalaciones; incluyendo las áreas de atención de pacientes y puestos de atención de pacientes. La Figura 140-002 muestra un dibujo de una área típica de atención de pacientes.

Punto de Enlace Equipotencial en Puesto de Atención de Pacientes, significa una barra común en un puesto de atención de pacientes, conectada a tierra y que sirve como punto común de conexión de equipo y otros enlaces equipotenciales, por medio de un grupo de conectores de espiga.

Sustento de la Regla 140-002. Se hace referencia a un punto de enlace en un puesto de atención de pacientes en las Reglas 140-104(3) y 140-112(2), por que hay veces que en las áreas de cuidados intermedios y críticos, es deseable poder enlazar los equipos eléctricos empleados en medicina a un punto común con un conductor externo de enlace.

Propósito de la Regla 140-002. El propósito es que esta definición sea útil para entender las reglas anteriormente mencionadas.

Índice Total de Peligro, significa el índice de peligro de un sistema aislado dado, al cual se ha conectado todos los artefactos, incluido el monitor de aislamiento de línea.

Derivación Vital, designa la porción de un sistema eléctrico esencial para la que se requiere la restauración de la potencia dentro del lapso de 10 segundos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

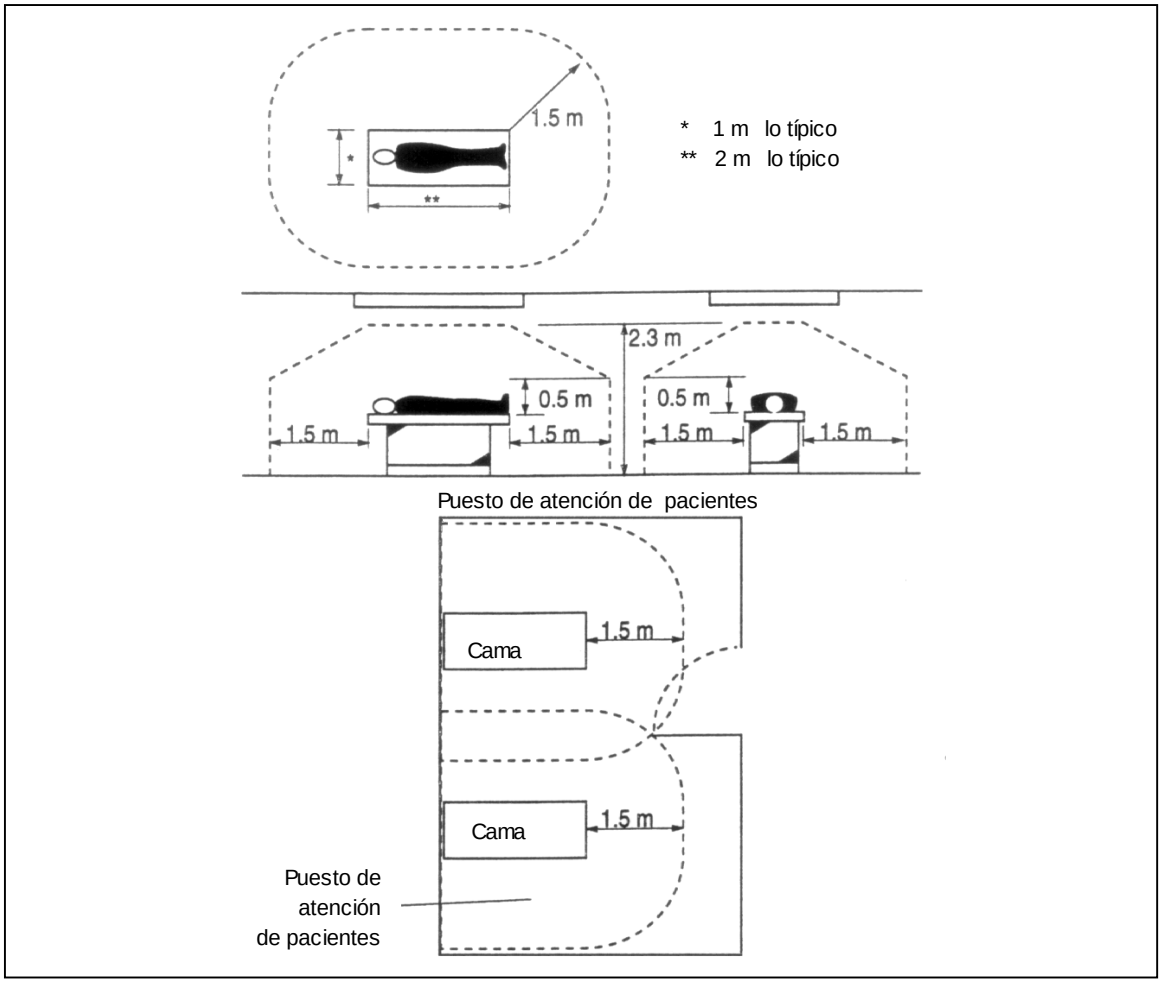


Figura 140-002
Puesto de Atención de Pacientes

Áreas de Atención de Pacientes

Sustento. Los usuarios del Código, deben consultar con los estándares aprobados que recomiendan precauciones adicionales que se debe tomar en cuenta en el diseño, construcción, utilización y mantenimiento de los sistemas eléctricos en dichas áreas. Es altamente deseable que la administración de las instalaciones de cuidados de salud diseñe el uso propuesto para todas las áreas de atención de pacientes, de tal manera que sea fácilmente entendido por el personal de asistencia médica.

Sustento de la Regla 140-100. Antes se consideraba cuatro tipos de áreas de cuidados de pacientes, fuera de las áreas apartadas para el uso de anestésicos inflamables. Estas áreas eran identificadas como áreas de cuidados generales, intermedios y críticos, y puestos de anestesia para anestésicos no inflamables. Las áreas de cuidados intermedios y críticos eran tratadas como una sola e iguales. Los puestos de anestesia para anestésicos no inflamables eran tratados de la misma manera que las áreas de cuidados intermedios críticos excepto por un requerimiento - la altura sobre el piso de los tomacorrientes donde se administraban anestésicos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

inhaladores. La razón dada para los requerimientos de altura tenía que ver con el agua y el lavado de los pisos, que parecía tener poco que ver con la administración de anestésicos inhaladores. Las cuatro áreas previas han sido reagrupadas en tres.

Un estudio cuidadoso de la práctica actual del uso de anestésico ha revelado en forma concluyente que los anestésicos inflamables ya no se usan en los hospitales. Por lo tanto, el área de clasificación del uso seguro de estos materiales ha sido eliminada.

Propósito de la Regla 140-100. El nombre de cada tipo de área de atención de pacientes debe describir el tipo de cuidado que provee tan exactamente como sea posible y que sea fácilmente entendido por el personal del hospital. Los tres nombres seleccionados hacen justamente eso.

Sustento de la Regla 140-102. Se debe estar al tanto de que la necesidad de los circuitos derivados y los tomacorrientes en las áreas de atención de pacientes, es usualmente mucha mayor que en la mayoría de las otras ubicaciones. Los usuarios están dirigidos a los estándares aprobados para recomendaciones que tienen que ver con la cantidad mínima de tomacorrientes y circuitos normalmente requeridos en las diversas áreas de atención de pacientes.

Sustento de la Regla 140-102(1). Ya que el equipo eléctrico médico es usado ocasionalmente, aún en las áreas de cuidados básicos, es importante que la corriente de falla o la fuga de corriente sea capaz de fluir a tierra mucho más fácilmente a través de un conductor de enlace que a través del paciente.

Sustento de la Regla 140-102(2). Se requiere que los interruptores del tablero de distribución sean inaccesibles a los pacientes y a otras personas sin autorización, y consecuentemente este requerimiento frecuentemente dictamina que los tableros o paneles de distribución sean situados a cierta distancia de sus cargas. También se debe tener en cuenta que los tomacorrientes en los puestos de atención de pacientes sean capaces de alimentar cargas de 1000 a 1500 W con una tensión razonablemente estable.

Los conductores de los circuitos derivados deben tener una sección no menor a 4 mm^2 y frecuentemente deben ser de mayor sección para satisfacer las condiciones y los requerimientos de la caída de tensión de la Sección 050.

Sustento de la Regla 140-102(3). Se requiere que la alimentación a los tomacorrientes en los puestos de atención de pacientes esté tan libre como sea posible de fallas, picos de tensión y otros ruidos eléctricos, que de otra manera podrían ser introducidos en los circuitos derivados por artefactos que no son empleados en medicina.

Sustento de la Regla 140-102(4). Se requiere que los bornes de tierra de todos los tomacorrientes en los puestos de atención de pacientes tengan un punto de tierra en común. También se requiere que, para facilitar la ubicación y la reposición se agrupe los dispositivos de sobrecorriente que alimentan a los circuitos derivados destinados para un puesto determinado de atención de pacientes en sólo uno o en dos tableros de paneles, de los cuales uno es parte del sistema eléctrico esencial.

Sustento de la Regla 140-102(5). Se requiere que el equipo eléctrico médico móvil no opere con tensiones mayores a 250 V a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 140-102. El propósito de la regla es dirigirse a los requerimientos estipulados y proveer un ambiente apropiado para los circuitos derivados en las áreas de cuidados básicos.

Sustento de la Regla 140-104(1) y (2). El enlazado a tierra en todas las áreas de atención de pacientes debe limitar la tensión que ocurre sobre las partes de metal expuestas en el caso de una falla en el aislamiento eléctrico del sistema del alambrado o en el equipo de utilización, y debe eliminar peligros pequeños pero potenciales de diferencias de tensión que de otra manera podrían existir entre los puntos puestos a tierra en la vecindad del paciente.

Propósito de las Reglas 140-104(1) y (2) (Véase la Figuras 140-104(1)(b) y 140-104(2)(c)). Los requerimientos de esta regla limitan las diferencias de tensión en la vecindad del paciente y por lo tanto minimizan el riesgo de electrocución. La suficiencia de la instalación debe ser verificada por pruebas de acuerdo a los procedimientos apropiados. Es importante tomar nota de las especificaciones del instrumento de medición.

Consideraciones de Campo de las Reglas 140-104(1) y(2). Cuando se utilizan cables blindados, se debe tener cuidado al escoger el tipo de cable blindado para asegurar que el conductor desnudo de enlace no haga contacto con el blindaje metálico o la pantalla metálica del cable. La mayoría de los cables blindados tienen una pantalla PVC interna que satisface este requerimiento. Los cables blindados sin pantalla interna aislante o sólo con una cubierta de papel no deben ser usados.

El cable blindado que ha sido desarrollado para el uso con los equipos electrónicos (Véase la Regla 060-906(9)) tiene tanto un conductor aislado como un conductor desnudo de enlace. Se debe de obtener aprobación antes de utilizar este tipo de cable blindado.

Sustento de las Reglas 140-104(3), (4), (5) y (6). El valor absoluto de la tensión en los bornes de tierra de los tomacorrientes es relativamente de poca importancia. Sin embargo, es particularmente importante, que la diferencia de tensión entre los bornes de tierra de todos los tomacorrientes en los puestos de atención de pacientes sea tan pequeña como sea posible, preferiblemente no más de 2 a 3 mV, pero definitivamente no más de 5 mV .

Propósito de las Reglas 140-104(3), (4), (5) y (6). Se permite que se mezclen los métodos de enlace especificados por esta Subregla. Cuando los tableros de distribución, se ubican lo suficientemente cerca a un puesto de atención de pacientes, para que las diferencias de tensión anteriormente mencionadas puedan cumplirse, se requiere que los bornes de tierra sean enlazados al tablero o panel. Cuando las distancias son tales que las diferencias de tensión no se pueden cumplir, se requiere que los bornes de tierra sean enlazados a una barra local puesta a tierra que a su vez es enlazada al tablero o panel de distribución. En algunas situaciones, la conexión en margarita de los conductores de enlace de una salida a otra salida puede probar ser más efectivo que instalar un conductor separado desde cada salida a un punto común.

Cuando se utilizan dos tableros de distribución para alimentar los circuitos en un área de atención de pacientes, se requiere minimizar las diferencias de tensión de tierra entre los dos tableros enlazándolos entre sí con un conductor de cobre con calibre según indica la Tabla 16, pero en ningún caso puede el conductor de enlace ser menor a 16 mm^2 .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

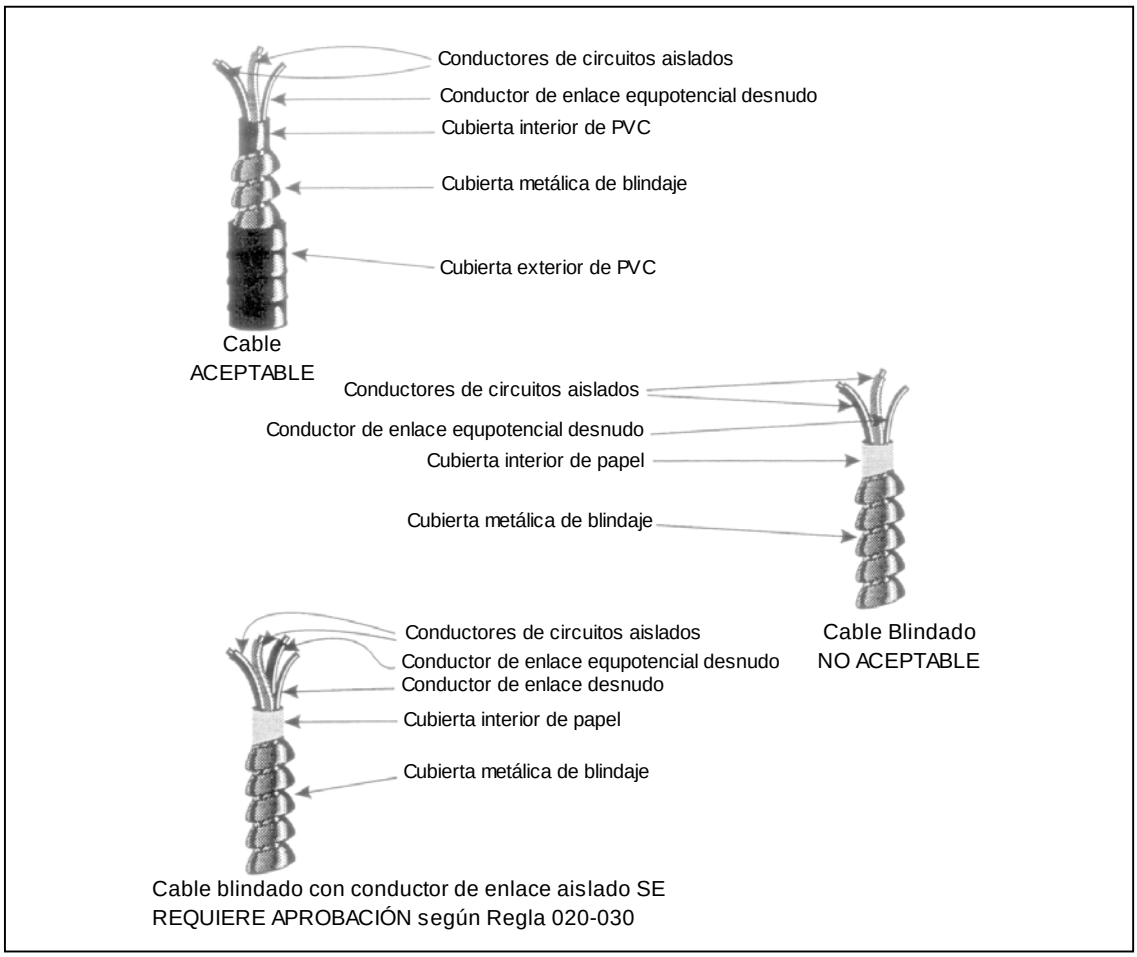


Figura 140-104 (1)(b)
Cable Blindado para Uso en Áreas de Atención Básica, Intermedia y Crítica

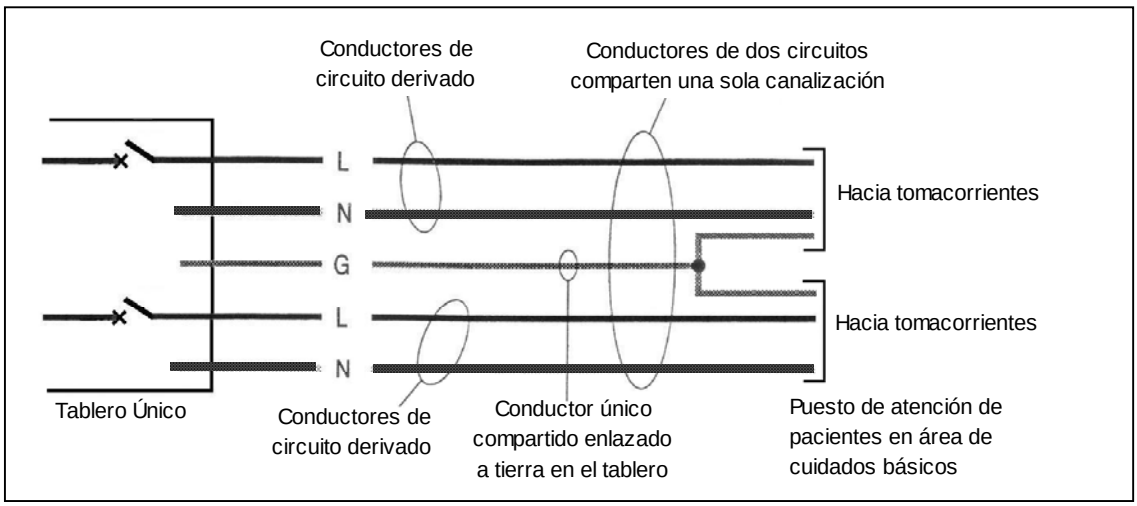


Figura 140-104 (1)(b)
Cable Blindado para Uso en Áreas de Atención Básica, Intermedia y Crítica

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 140-106(1). Se debe evitar la interacción entre los juegos de equipos eléctricos médicos en un puesto de atención de pacientes, con juegos en otro puesto cuando sea posible.

Propósito de la Regla 140-106(1). El propósito es que el agrupamiento efectivo de los tomacorrientes disminuya la interacción y mantenga a los tomacorrientes destinados para un puesto disponibles para eso.

Sustento de la Reglas 140-106(2) y (3). Se debe instalar al menos un tomacorriente protegido con un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A, en los baños de hospitales, aun si no se puede mantener la distancia normal de separación de 1 m a la bañera. Si no se instala tal tomacorriente, se deben emplear inevitablemente, extensiones de cordón desde tomacorrientes que no tienen dicha protección, a pesar del mayor riesgo.

Propósito de las Reglas 140-106(2) y (3). El equipo de cuidado personal y cualquier otro equipo eléctrico similar, debe ser utilizado con seguridad, en cualquier baño del hospital.

Sustento de la Regla 140-106(4). Esta Subregla ha sido incluida para ser consistente con la Subregla 140-106(3)(c) y otras reglas similares en la Sección 150.

Propósito de la Regla 140-106(4). Se requiere que sólo los tomacorrientes instalados adyacentes a depósitos de lavado tengan protección contra fallas a tierra. No se propone que toda el área de atención de pacientes que contenga depósitos de lavado sea considerada un baño de aseos o lavabo.

Sustento de la Regla 140-106(5). Los artefactos de tipo doméstico no son ni mantenidos ni chequeados tan frecuentemente o tan a fondo como el equipo eléctrico médico. Frecuentemente también generan ruido eléctrico y tienen fugas de corriente mayor a la aceptada en un puesto de atención de pacientes. Por estas razones, dichos artefactos eléctricos del tipo doméstico, no deben ser conectados a un circuito derivado que también alimenta a un puesto de atención de pacientes (véase también la Regla 140-102(3)).

Propósito de la Regla 140-106(5). Se requiere que los tomacorrientes previstos para artefactos de tipo doméstico y otras cargas que no sean de uso médico sean lógicamente y claramente identificados y convenientemente situados para cumplir su propósito.

Sustento de la Regla 140-106(6). Los tomacorrientes de tipo hospitalario son fabricados por un estándar que requiere componentes y construcción de calidad, dándole particular atención al contacto entre los enchufes y los bornes de tierra de los tomacorrientes.

Propósito de la Regla 140-106(6). Se requiere que la conexión de enlace a tierra sea tan segura como sea posible y que los tomacorrientes y los enchufes no sean el eslabón débil.

Consideración de Campo de la Regla 104-106(6). Los tomacorrientes que son del tipo aprobado para hospitales deben de ser identificados con un punto verde en la placa que sea visible después de que la cubierta de la placa haya sido instalada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 140-106(7). El personal del hospital debe poder ser capaz de identificar fácil y consistentemente, de hospital en hospital, aquellos tomacorrientes, que deben permanecer con energía durante una falla en el suministro normal.

Propósito de la Regla 140-106(7). Al seleccionar un color distintivo para tales tomacorrientes (el rojo fue una elección arbitraria) y manteniendo ese color de hospital en hospital en todo el país, se propone asegurar que el personal del hospital sea capaz de encontrar estos tomacorrientes con facilidad.

Sustento de la Regla 140-108. Ocasionalmente, un paciente se meterá en la tina y será incapaz de salir sin ayuda, o se caerá a la hora de ducharse y requerirá de ayuda para pararse. Es importante en dichos casos que el paciente pueda pedir asistencia.

Propósito de la Regla 140-108. Cuando se provee los equipos eléctricos apropiados, deben ser instalados en la ubicación más útil posible.

Sustento de la Regla 140-110. El sustento que sigue al título de la Regla 140-102 es particularmente pertinente acá. En las áreas de cuidados intermedios y críticos, se pueden usar sistemas puestos a tierra o aislados. Los usuarios del Código deben de consultar los estándares aprobados en relación a los méritos de cada sistema.

Ya que los requerimientos en las áreas de cuidados intermedios y críticos normalmente involucran el contacto con el cuerpo o el contacto cardiaco, es de la mayor importancia que los equipos eléctricos conectados a un circuito derivado, debiendo ser tan libres como sea posible de los efectos de una falla en otro circuito.

Propósito de la Regla 140-110. Se deben eliminar tales problemas, requiriendo que todos los circuitos derivados sean circuitos de 2 hilos, cada uno con su propio conductor a tierra.

Sustento de la Regla 140-114. Los sistemas aislados proveen protección contra electrocución sin desconectar los tomacorrientes de su suministro (véase también el Sustento siguiendo la Regla 140-200).

Propósito de la Regla 140-114. Se requiere que el personal del hospital sea capaz de identificar fácilmente a los tomacorrientes que proveen dicha protección.

Sistemas Aislados (de Tierra)

Sustento de la Regla 140-200(1). Un sistema de distribución puesto a tierra bien diseñado y propiamente aislado provee una protección satisfactoria contra electrocución. Cuando se incluyen los interruptores contra fallas a tierra, los circuitos del sistema puesto a tierra proveen excelente protección contra electrocución pero lo hace a la expensa de una interrupción en el suministro. Los sistemas aislados, por otro lado, proveen excelente protección contra electrocución sin la inconveniencia y los otros problemas que resultan de una interrupción en el suministro.

Aunque la probabilidad de que una persona reciba una electrocución no intencional de un sistema apropiadamente puesto a tierra es extremadamente remota, en un sistema aislado tal probabilidad posiblemente sea aún más remota.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

En un sistema típico puesto a tierra, existe una diferencia de tensión de 220 V entre el conductor vivo y la tierra. En un sistema aislado comparable, una diferencia de tensión de 220 V existe entre los conductores de los dos circuitos derivados, pero ya que ninguno de los conductores está conectado a tierra excepto a través de la muy alta impedancia del aislamiento del conductor, sólo una pequeña corriente de carga debe fluir de cualquiera de los conductores puestos a tierra, y la tensión efectiva a tierra es por lo tanto también muy pequeña.

Los equipos eléctricos de distribución para un sistema puesto a tierra requieren menos espacio que aquel de un sistema aislado y es menos caro. Esta diferencia en costo debe de ser eliminada, hasta cierto punto, por las pruebas menos frecuentes requeridas de los sistemas aislados.

La decisión de usar un sistema puesto a tierra o un sistema aislado o, en áreas grandes con varias salas y puestos de atención de pacientes, una combinación de ambos sistemas, debe de ser hecha conjuntamente por la autoridad que tenga la jurisdicción, la administración de la instalación de cuidado de salud y los ingenieros profesionales responsables del diseño eléctrico de la instalación.

Propósito de la Regla 140-200(1). Una vez que se ha tomado la decisión para proveer en una determinada área de cuidado de pacientes un sistema de potencia aislado, se deben tomar en cuenta las Reglas del 140-202 al 140-208 que rigen este tipo de instalación eléctrica.

Sustento de la Regla 140-200(2). Generalmente hay poca necesidad de alimentar artefactos de iluminación fijos y otros equipos permanentemente conectados desde un sistema aislado, aunque en algunas situaciones donde una luz quirúrgica tenga que ser ajustada de vez en cuando por el cirujano, se debe considerar el uso de un suministro aislado.

Se requiere que el alambrado para los sistemas puestos a tierra y aislados se mantenga separados para evitar la posibilidad de un cruce impropio de conexiones más adelante, y para prevenir un acoplamiento reactivo entre los dos sistemas. Un acoplamiento reactivo ocurre cuando los conductores del sistema puesto a tierra y del sistema aislado están tendidos en una misma canalización, resultando en una transferencia de potencia de un sistema al otro. Esto es causado por una inducción mutua entre los dos circuitos eléctricos.

Hay una confusión entre los dos términos ‘tomacorrientes aislados puestos a tierra’ y ‘sistemas aislados’. El uso de tomacorrientes aislados puestos a tierra con sistemas aislados normalmente no debe de ser requerido, pero no debe de ser prohibido.

Propósito de la Regla 140-200(2). Debe ser opcional la conexión permanente de los artefactos de iluminación y otros equipos eléctricos a un sistema aislado. También se propone que nada en estas reglas sea interpretado para requerir o recomendar el uso de tomacorrientes aislados puestos a tierra con un sistema aislado.

Sustento de la Regla 140-202(1). Sin importar los medios de alimentación escogidos, debe ser de suma importancia que no haya una conexión conductiva entre el sistema eléctrico normal del edificio, ya sea puesto a tierra o no, y el sistema separado propuesto para el uso en una área de atención de pacientes.

Propósito de la Regla 140-202(1). Dichas separaciones se deben mantener.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 140-202(2). El máximo incremento de tensión en los bornes de tierra hacia cualquier tomacorriente en un sólo puesto durante una falla debe ser mantenido en un valor seguro, y ser capaz de conducir la corriente de la falla anticipada con seguridad.

Propósito de la Regla 140-202(2). Se debe de cubrir ambas situaciones limitando el total de la impedancia de las conexiones de enlace equipotencial a 0,2 Ω y requiriendo que su sección sea según la Tabla 16.

Sustento de las Reglas 140-204(1) y (2). El índice de peligro de un sistema aislado nunca debe ser más de 2 mA . Tal índice limitará a 1 mA la fuga de corriente del sistema, con todo el equipo de utilización conectado. El monitor de aislamiento de tierra de línea introduce una corriente igual para traer el total de 2 mA . Para lograr un índice de peligro tan bajo, la fuga de corriente del sistema aislado sólo debe de estar en la vecindad de los 0,25 mA . Un sistema con una fuga de corriente tan pequeña debe en sí ser pequeño y típicamente tiene una capacidad desde 5 hasta 7,5 kVA . También deben emplearse conductores con aislamiento especial instalados en canalizaciones no metálicas (por lo tanto no puesta a tierra).

Ya que es tan importante de que los circuitos aislados se mantengan totalmente separados de otros circuitos derivados, se requiere que sean fácilmente reconocidos por el personal de mantenimiento. El uso de aislamiento naranja y marrón se utiliza para identificar los conductores de los circuitos aislados y es obligado por esta Subregla.

Propósito de la Regla 140-204(1) y (2) (Véase la Figura 140-204). Se propone que la Subregla (2) sea dirigida a estas características.

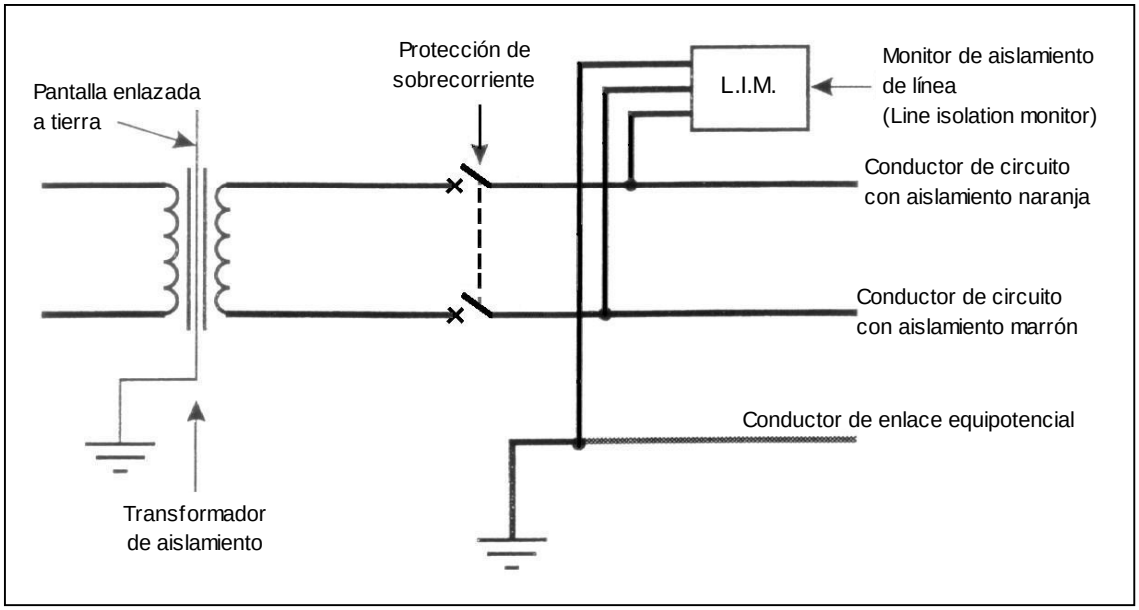


Figura 140-204
Circuito Monofásico Aislado

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de las Reglas 140-204 (3), (4) y (5). Ya que el personal del hospital depende de los sistemas aislados para proveer protección contra electrocución, y por que los sistemas aislados deben proveer dicha protección cuando ambos conductores están aislados de la tierra, es imperativo que el personal del hospital este alerta a cualquier cosa que reduzca este "aislamiento". Generalmente, dichas pérdidas resultan por conectar una pieza defectuosa del equipo eléctrico al sistema.

Propósito de las Reglas 140-240(3), (4) y (5). El monitor de aislamiento de tierra de línea (LIM) debe proveer esta advertencia necesaria.

Sustento de la Regla 140-204(6). Se requiere que la impedancia a tierra sea medida usando técnicas aceptables.

Propósito de la Regla 140-204(6). Este requerimiento de 500,000 Ω limite la fuga de corriente al valor de 0,25 mA . mencionado en el sustento que sigue a la Subregla (2)(f). Puede también considerarse a otros estándares aprobados referente a los métodos para la verificación de la impedancia a tierra de un sistema aislado.

Sustento de la Regla 140-204(7). Ya que la fuga de corriente se debe mantener pequeña (véase el Sustento que sigue a la Subregla (2)), cada sistema aislado debe ser pequeño, debe tener conductores de circuitos de corta longitud y debe alimentar áreas pequeñas.

Propósito de la Regla 140-204(7). La Subregla (7) tiene el propósito que se mantengan pequeños a los sistemas aislados y cortos a los circuitos aislados.

Sustento de la Regla 140-206. Ocasionalmente, surge la necesidad de que una sola salida sea alimentada desde un sistema aislado. Bajo tales circunstancias, el costo de un monitor de aislamiento de tierra de línea y un centro de distribución aislado tal vez no sea garantizado, pero si el monitor de aislamiento de tierra de línea no es provisto, es imperativo que la impedancia a tierra de estos circuitos sea supervisada en intervalos regulares y que los procedimientos de mantenimiento sean incorporados para el sistema y para el equipo eléctrico conectado a él, como algo necesario para limitar el índice de peligro a 2 mA .

Propósito de la Regla 140-206. La instalación de circuitos aislados sin monitor de aislamiento de línea, se permite bajo las circunstancias cubiertas por esta regla.

Sustento de la Regla 140-208. Debido a la posible inestabilidad de un sistema trifásico con conexión Y con un neutro aislado (no puesto a tierra) y una carga no balanceada, se propone que dicho sistema sea utilizado para alimentar sólo a los equipos eléctricos conectados permanentemente que tenga una carga trifásica balanceada. Los tomacorrientes invitan la aplicación inadvertida de cargas ampliamente desbalanceadas.

Propósito de la Regla 140-208. Se propone que los circuitos aislados trifásicos alimenten sólo a los equipos eléctricos conectados permanentemente.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sistemas Eléctricos Esenciales

Sustento de las Reglas 140-302(1) y (2). Se debe de consultar los estándares aprobados para una explicación detallada de las derivaciones vitales, derivaciones retardadas vitales y derivaciones condicionales, y para un listado completo de aquellos circuitos derivados que deben de tener acceso a un suministro de emergencia.

Sustento de la Regla 140-302(3). Un sistema eléctrico esencial debe de ser instalado para proveer un suministro de potencia cuando el suministro normal deje de funcionar por cualquier razón. Es importante que los circuitos esenciales sean instalados de tal manera que el riesgo de daño por una falla en los circuitos normales sea minimizado.

Propósito de la Regla 140-302(3). Los circuitos esenciales se deben mantener enteramente alejados de los circuitos derivados normales de la manera máxima posible.

Sustento de la Regla 140-304(1). Un interruptor de transferencia incorrectamente diseñado puede permitir que un sistema esencial suministre energía inesperadamente a una línea de distribución sin energía en el cual personal de la compañía de servicio de electricidad estén trabajando. Es muy importante que las entidades suministradoras de energía estén satisfechas con el diseño de cualquier interruptor de transferencia conectado a su sistema.

Sustento de la Regla 140-304(2). Una vez que el sistema esencial ha sido conectado al suministro de emergencia, no debe ser desconectado hasta que el suministro normal haya sido restaurado.

Es importante que cuando ocasionalmente, los dispositivos automáticos dejan de funcionar, las cargas esenciales puedan ser transferidas manualmente al suministro de emergencia.

Propósito de la Regla 140-304(2). Es importante que estos requerimientos esenciales para los interruptores de transferencia deben ser cumplidos.

Sustento de las Reglas 140-304(3), (4) y (5). Un estándar apropiado para la transferencia manual de los interruptores de transferencia no existe, por tanto los requerimientos esenciales para dichos interruptores están incluidos en la Sección 140.

Ya que todas las derivaciones vitales y las derivaciones vitales retardadas deben de estar conectadas al suministro de emergencia más rápidamente de lo que lo permite un interruptor de transferencia manual, sólo se pueden usar interruptores automáticos para dicha función.

Propósito de las Reglas 140-304(3), (4) y (5). El propósito de la Regla 140-304 es proveer un ambiente de operación útil y seguro para el cuidado adecuado de pacientes.

Sustento de la Regla 140-306. Para ser completamente útil un suministro de emergencia, debe funcionar en todas las emergencias, no sólo durante interrupciones al suministro normal. Se requiere que el suministro de emergencia alimente potencia continuamente durante desastres naturales (ejemplo, tormentas, inundaciones,

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

incendios y terremotos) cuando todos los suministros de electricidad, agua y combustible del servicio público pueden ser cortados, ya sea accidentalmente o intencionalmente. Sin duda, el requerimiento de la Subregla (3) de contar en el sitio con una capacidad de almacenamiento de combustible suficiente para una operación a plena carga durante 24 horas debe de ser considerado como un mínimo absoluto. Dos o más juegos de generadores, adecuadamente interconectados, serán más confiables que un sólo juego.

Propósito de la Regla 140-306. Se propone que el suministro de potencia a un hospital debe ser lo más confiable que sea posible bajo todas las condiciones de operación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 150

INSTALACIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO

Sustento de la Regla 150-000. Esta regla asegura que en las canalizaciones o cables se utilicen, cuando estén permitidas las capacidades de corriente más altas, fusibles con punto de fusión bajo con conductores simples al aire libre o con conductores para temperaturas de 90 ºC .

Propósito de la Regla 150-000. En las Tablas 1 y 2 del Código se indican las capacidades de corriente permisibles para los conductores de acuerdo a los métodos de instalación. Como se puede observar, cuando el conductor se encuentra al aire libre, se le atribuye una capacidad de corriente más alta. Incluso cuando se encuentre en una canalización o cable, se le atribuye una capacidad de corriente ligeramente más alta si es que el aislamiento de dicho conductor está especificado para una temperatura de 90 ºC y no 70 ºC .

(1) Cuando los conductores que alimentan a un fusible han sido aprobados para conducir corrientes más altas, se producirá un efecto térmico incrementado la temperatura dentro de dicho equipo. Los fusibles de cinta de zinc, por lo general denominados estándares (fusibles del código), pueden ser una fuente adicional de radiación térmica, y el calor combinado puede ocasionar una falla prematura del equipo. Por tanto, si es que se van a utilizar capacidades de corriente más altas, se debe tener la seguridad de que los fusibles sean de punto de fusión bajo identificados con las marcas: "P" (para los fusibles de bajo punto de fusión que no tengan características temporizadas) y “D” (para los fusibles temporizados), en sus etiquetas, o se utilicen fusibles que no se calienten.

Sustento de la Regla 150-002. Esta regla prevé la conexión adecuada del equipo eléctrico, a fin de disminuir la posibilidad de que una persona se electrocute al momento de manipular el equipo.

Propósito de la Regla 150-002. Es muy común el empleo de sistemas de corriente alterna que incorporan un conductor neutro. La Sección 060 estipula que dichos sistemas sean puestos a tierra. La Sección 030 establece que un conductor de circuito puesto a tierra sea identificado (por lo general con una cubierta de color blanco o gris natural). Incluso en los circuitos bifilares el conductor puesto a tierra es muy a menudo identificado en el campo como conductor "neutro".

Para la conexión de algunos equipos eléctricos, se debe considerar importante asegurar que una parte específica sea conectada al conductor puesto a tierra. Por ejemplo, en una luminaria que incorpore un portalámparas con casquillo de tornillo, se debe considerar conveniente conectar el conductor puesto a tierra al casquillo de tornillo. De esta manera se puede eliminar la posibilidad de que alguna persona se electrocute mientras cambia el foco de una lámpara. En ese caso, el conductor conectado al casquillo de tornillo debe de ser identificado y esta regla estipula que éste sea conectado al conductor identificado o puesto a tierra del circuito derivado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 150-004. Esta regla establece que el equipo eléctrico fijo sea instalado de una manera segura directamente sobre una superficie combustible.

Propósito de la Regla 150-004. Algunas piezas de un equipo eléctrico son diseñadas para ser instaladas sobre el piso. Si es que el equipo tuviera la parte inferior abierta, entonces el piso puede estar expuesto a la descarga de arcos o chispas en condiciones de falla. Esto puede ser conveniente si es que el piso estuviera cubierto con un material incombustible, pero desde luego representa un peligro si el piso es combustible. La certificación de un equipo eléctrico requiere que todo el equipo sea adecuado para ser instalado directamente sobre superficies combustibles sin la necesidad de recurrir a una protección adicional, a menos que éste lleve una señal de advertencia que indique de manera clara que es necesaria una protección adicional. Sin embargo, equipos fabricados anteriormente no pueden haber sido construidos según estos nuevos requerimientos. Aún así se estipula que en caso de que el equipo tenga la parte inferior abierta, o lleve una señal que indique que requiere de una protección, se provea una placa de acero.

Sustento y Propósito de la Regla 150-006. (Véase la Figura 150-006). Esta regla indica que los recintos de protección que requieren ventilación, para evitar el recalentamiento, no sean instalados de tal manera que se restrinja la ventilación necesaria.

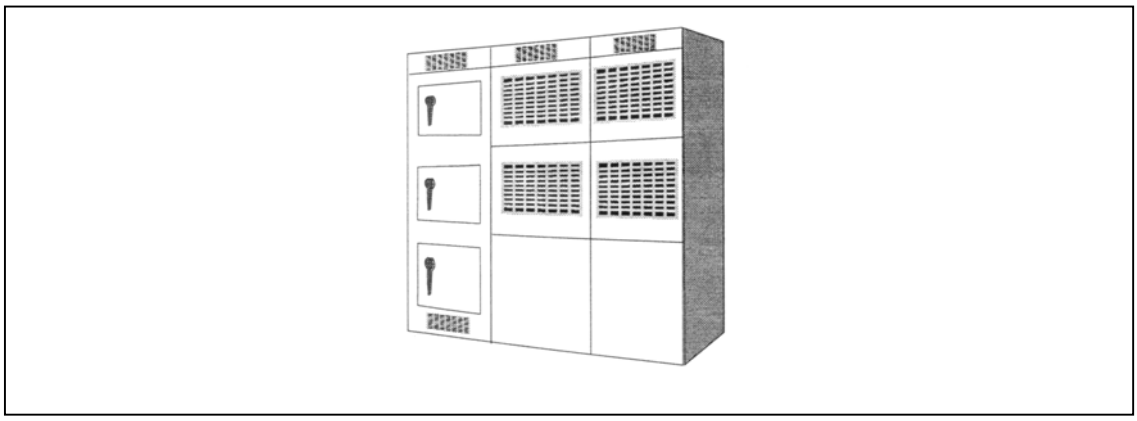


Figura 150-006
Cubierta Ventilada

Sustento de la Regla 150-008. El propósito de esta regla es proteger el equipo eléctrico ubicado dentro de un recinto ventilado, de la rociadura directa del cabezal de un extintor.

Propósito de la Regla 150-008. (Véanse las Figuras 150-008)(a) y (b)). Algunas partes de las edificaciones son rociadas y de esta manera, es posible que la cámara o recinto de un equipo eléctrico pueda ser rociada. Aunque los cabezales de los extintores están ahí para asegurar que el fuego de dicho recinto no se expanda a otras partes de la edificación, no se desea que el agua proveniente del cabezal del extintor en funcionamiento ingrese al equipo eléctrico y ocasione problemas posteriores.

Como se observa en al Anexo B, el propósito de esta regla puede cumplirse mediante el empleo de un equipo a prueba de agua. Asimismo, el objetivo de la regla se cumple cuando el agua que sigue una trayectoria rectilínea directa del cabezal del extintor no

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

pueda caer sobre las partes vivas dentro del recinto a través de las aberturas de ventilación laterales y superiores del equipo eléctrico y cuando el agua que se acumule en la parte superior del equipo no pueda fluir hacia el interior a través de las aberturas significativas. Ejemplos de las aberturas significativas son las aberturas de ventilación, las aberturas alrededor de los ductos de barra y los conectores de cable blindados tipo seco. Los pernos y juntas no presentan aberturas significativas.

En todos los demás casos, se debe proveer caperuzas o pantallas sobre el equipo.

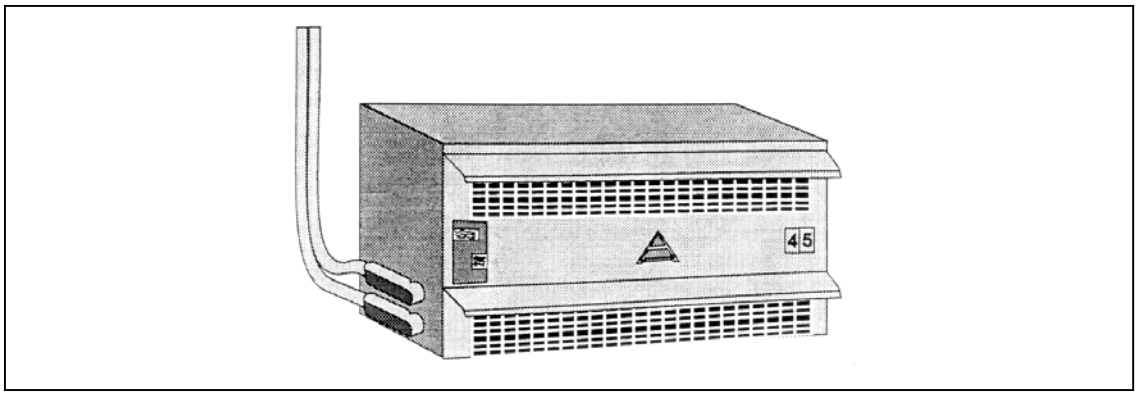


Figura 150-008(a)
Escudos Protectores sobre Equipo

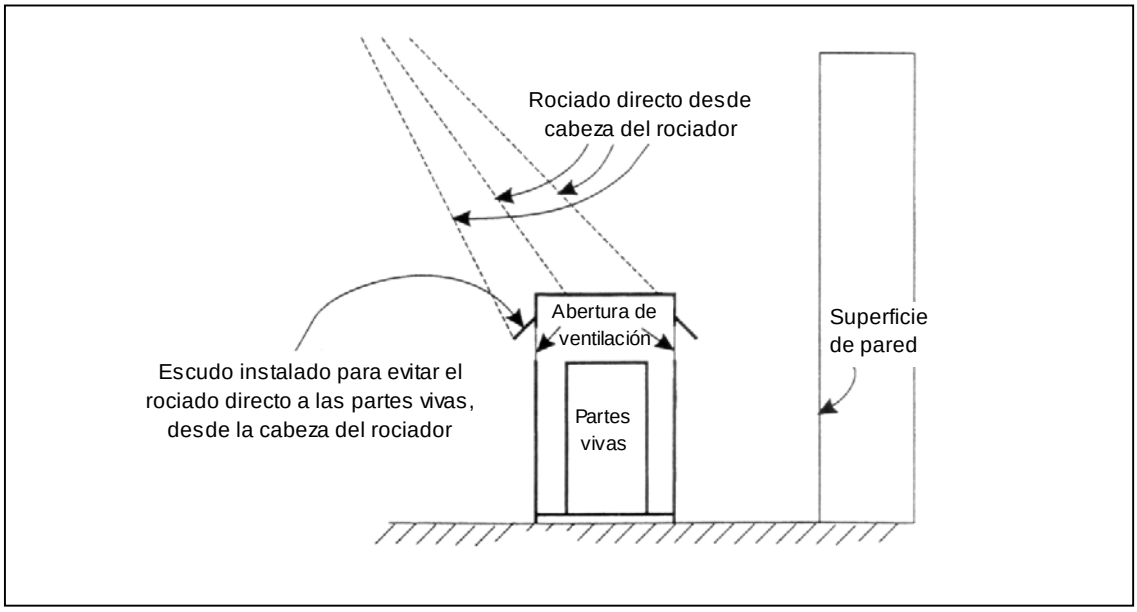


Figura 150-008(b)
Escudos Protectores para Equipo Eléctrico

Sustento y Propósito de la Regla 150-010. Esta regla indica que el equipo eléctrico instalado a la intemperie sea adecuadamente enlazado equipotencialmente a tierra y protegido con guardas contra el contacto, a fin de prevenir peligros de electrocución.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 150-012. Esta regla señala que el equipo eléctrico sumergido en líquido dieléctrico no plantee un peligro de incendio indebido para la edificación.

Propósito de la Regla 150-012. En muchos casos, los equipos eléctricos tales como los transformadores, condensadores y dispositivos de arranque del motor se encuentran sumergidos en un líquido aislante. El asunto de interés es el peligro de incendio que puede representar si dicho líquido aislante escapa del equipo. El líquido en sí puede representa un peligro de incendio, y con la pérdida del líquido, el equipo probablemente se recalentaría.

El equipo eléctrico que contiene grandes cantidades de líquido puede representar un peligro mayor y por lo tanto se requiere que sea colocado en una cámara para equipos eléctricos. Tal como se observa en el Anexo B, los interruptores automáticos o interruptores sumergidos en líquido dieléctrico deben de contar con dispositivos de ventilación canalizados directamente hacia un área externa de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante. La nota incluye una tabla y diagramas que ilustran los requerimientos de separación esbozados en la Subregla (2).

Sustento de la Regla 150-014. Esta regla proporciona los requerimientos adecuados para la ubicación de equipos eléctricos sumergidos en líquido dieléctrico al aire libre.

Propósito de la Regla 150-014. (Véase la Figura 150-014). Esta regla sólo se aplica a los equipos eléctricos sumergidos en líquido dieléctrico que contienen más de 46 litros en un tanque o un total de 137 litros en un grupo de tanques.

En ciertas condiciones de falla, el líquido en combustión puede dirigirse hacia una edificación. Para no poner en peligro tal edificación, se requiere mantener dicho equipo lejos de las áreas de la edificación que están expuestas a propagar el fuego. Por lo tanto, el equipo se debe instalar lejos de la edificación o se debe colocar una pared o barrera con superficies o material resistentes al fuego que prevendrán que cualquier líquido inflamado se ponga en contacto con la edificación. Esta barrera debe ser adicional al recinto de protección normal para el equipo. Un ejemplo de dicha situación es un transformador montado en pedestal, situado al lado de un edificio de departamentos con pared de concreto o mampostería por los tres lados del transformador.

Asimismo, el objetivo que se persigue es asegurar que este equipo sea accesible sólo a personas autorizadas (mediante su elevación, instalación de cercos o el empleo de un recinto apropiado) y que no obstruya las operaciones de extinción del fuego (es decir, que no se propague a un área extensa), y en caso de que exista un escape en el equipo, el líquido no drene hacia la edificación o hacia una construcción o material inflamables.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

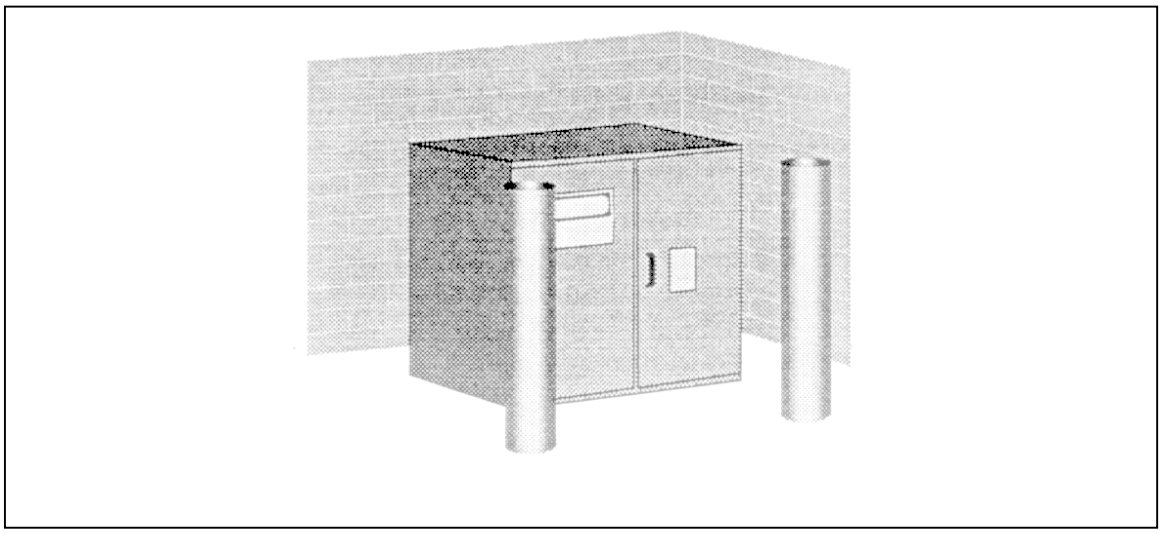


Figura 150-014
Equipo Lleno de Líquido, a la Intemperie

Interruptores de Aislamiento

Sustento de la Regla 150-100. Esta regla establece los requerimientos adecuados que deben cumplirse respecto a la ubicación de los interruptores de aislamiento.

Propósito de la Regla 150-100. El propósito que se persigue es aclarar que se permite el empleo de pértigas aislantes para operar los interruptores de aislamiento y que estos interruptores de aislamiento no han sido diseñados para operar en condiciones de carga.

Interruptores Automáticos

Sustento de la Regla 150-120. Esta regla establece los requerimientos adecuados que deben cumplirse en la instalación de interruptores automáticos del tipo más grande en interiores.

Propósito de la Regla 150-120. (Véase la Figura 150-120). La mayoría de los interruptores automáticos más grandes están sumergidos en un líquido aislante. En dichos casos, el grado del peligro de incendio está relacionado con la cantidad de líquido que se utilice, y el objetivo que se persigue es asegurar que los requerimientos de la Regla 150-012 sean aplicados a los interruptores automáticos así como a cualquier otro tipo de equipo eléctrico sumergido en líquido dieléctrico. Asimismo el objetivo es asegurar que si un interruptor automático sea instalado en una cámara para equipos eléctricos, éste sea montado en una de las paredes de dicha cámara de modo que el interruptor automático en sí esté dentro de la cámara y que la manija de mando esté expuesta hacia la parte externa de la cámara.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

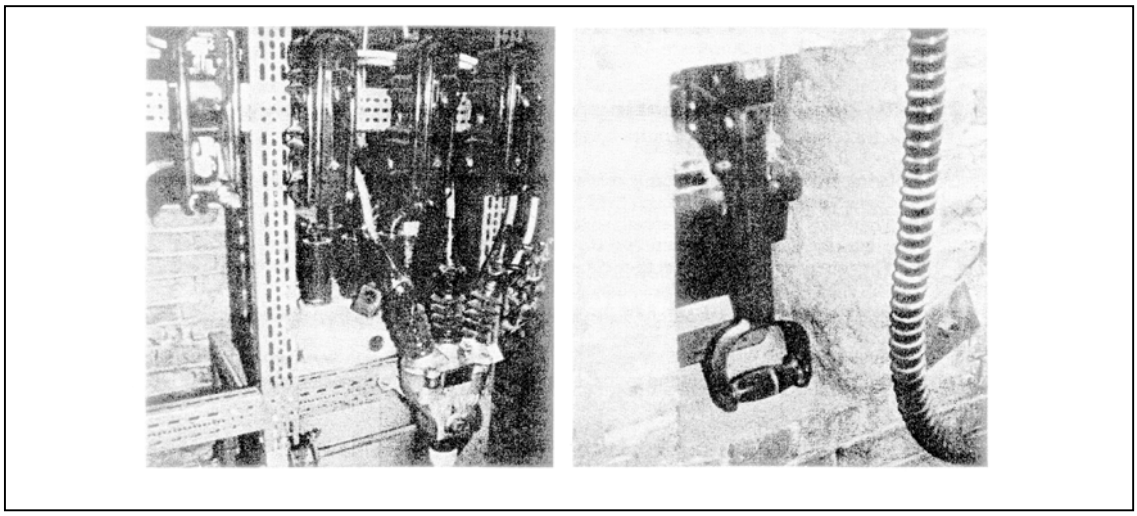


Figura 150-120
Interruptor Automático Lleno de Líquido
(el cuerpo dentro de la celda – La Palanca de Operación Fuera de la Celda)

Fusibles

Sustento de la Regla 150-140. Esta regla establece los requerimientos adecuados que deben cumplirse respecto a la instalación de fusibles.

Propósito de la Regla 150-140. Se espera que un fusible funcione ya sea en condiciones de sobrecarga o cortocircuito. Cuando en realidad funcione, se quiere que no ocasione ninguna lesión a las personas o dañe la propiedad o el equipo eléctrico. También se desea asegurar que el fusible sea insertado y removido fácilmente de su base.

En baja tensión, los fusibles se deben ubicar en un interruptor operado externamente aprobado o en un tablero aprobado. Asimismo, para realizar instalaciones de alta tensión, se debe tomar como referencia las reglas apropiadas de la Sección 190.

Condensadores

Sustento de la Regla 150-200. Esta regla aclara que no es necesario aplicar estos requerimientos a los condensadores que están incluidos como parte integrante de otros aparatos.

Propósito de la Regla 150-200. La Regla 020-024 estipula que todos los equipos eléctricos sean aprobados, lo que significa que las piezas individuales del equipo también lo sean. De esta manera, el proceso de certificación asegura que los condensadores incluidos como parte integrante de otros aparatos sean utilizados de una manera adecuada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 150-202. El propósito de esta regla es que los condensadores sumergidos en líquido dieléctrico sean tratados de la misma manera que otros equipos eléctricos sumergidos en líquido dieléctrico y sean instalados de acuerdo con los requerimientos de la Regla 150-012.

Sustento y Propósito de la Regla 150-204. El propósito de esta regla es que sólo las personas autorizadas familiarizadas con la instalación de condensadores tengan acceso a los condensadores con partes o bornes vivos expuestos.

Sustento y Propósito de la Regla 150-206. El propósito de esta regla es que las partes metálicas no conductoras de corriente de los condensadores sean enlazadas equipotencialmente a tierra de una manera apropiada y efectiva.

Sustento de la Regla 150-208. El propósito de esta regla es que los conductores que alimentan a los condensadores sean dimensionados de una manera adecuada.

Propósito de la Regla 150-208. Todos los condensadores son fabricados con un nivel de tolerancia de 0% a +15%, y por lo tanto, un condensador puede en realidad tomar una corriente equivalente a 115% de su capacidad nominal. Además, la corriente tomada por un condensador varía directamente según la tensión de línea y cualquier variación de la tensión de línea proveniente de ondas sinusoidales puras provoca que el condensador tome una corriente incrementada. De esta manera, la corriente de un condensador puede ascender a 135% de la corriente nominal de dicho condensador, y en consecuencia se requiere que los conductores tengan una capacidad de corriente no menor de 135% de la corriente nominal del condensador.

Algunas veces puede resultar conveniente suministrar más de un condensador desde un circuito derivado simple, en cuyo caso los requerimientos de la Regla 080-100 por lo general, no permitirían que se reduzca la dimensión de los conductores del circuito derivado. Sin embargo, ya que las carga es "fija", la Subregla (2) establece una excepción. Las sobrecargas en las derivaciones son poco probables, y aún así los dispositivos de sobrecorriente para el circuito derivado proporcionan protección contra cortocircuito.

Sustento de la Regla 150-210. Esta regla brinda una protección adecuada contra sobrecorriente para los circuitos de alimentación o los circuitos derivados que suministran a los condensadores.

Propósito de la Regla 150-210. La formulación de esta regla es algo amplia en cuanto a su aplicación, ya que la disposición de una protección de sobrecorriente es un problema de ingeniería de diseño. El propósito de esta regla se explica mejor en el Anexo B.

Sustento y Propósito de la Regla 150-212. El propósito que esta regla persigue es que cualquier persona que esté reparando un condensador sea capaz de desconectarlo de manera segura de su circuito derivado o su circuito de alimentación y sin interrumpir otras cargas. Esto asegura que nadie energice de manera accidental el condensador mientras se esté trabajando en él. Una señal de advertencia debe indicar al personal de reparaciones que el condensador mantiene una carga almacenada por un período de tiempo y que pueden recibir una fuerte descarga eléctrica si es que la carga almacenada no es descargada o liberada. Véase la Regla 150-222 para los requerimientos pertenecientes al consumo de la carga almacenada de los condensadores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 150-214. Los medios de desconexión seleccionados para un alimentador o circuito derivado de un condensador deben tener una capacidad nominal no menor a la del conductor de un alimentador o circuito derivado.

Sustento de la Regla 150-216. El propósito que esta regla persigue es que cuando se utilicen contactores para la maniobra de los condensadores, la capacidad nominal de corriente de dichos contactores sea la apropiada a este efecto.

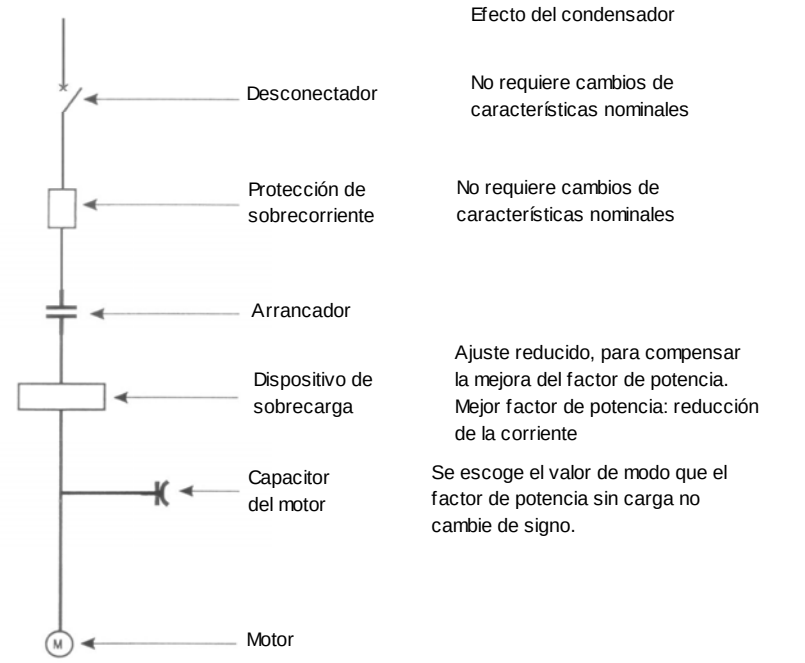
Propósito de la Regla 150-216. Cuando se utilizan contactores, la experiencia ha demostrado que se necesita una capacidad extra si es que el contactor no es del tipo cubierto.

Sustento de la Regla 150-218. Esta regla reconoce que cuando se instala un condensador a un motor individual debe ser conveniente tener en cuenta disposiciones especiales.

Propósito de la Regla 150-218. (Véase la Figura 150-218). Los motores son cargas inductivas y para corregir el factor de potencia se pueden utilizar los condensadores. Para mejorar el factor de potencia de toda una planta, se puede proveer un gran banco central de condensadores. Sin embargo, la corrección del factor de potencia más efectiva se logra cuando condensadores individuales son conectados directamente a los bornes del motor. En algunos casos, es permisible alguna exigencia menos estricta de las reglas generales. En otros casos, los requerimientos deben ser más estrictos. Por ejemplo, si el condensador es conectado por el lado de carga de los relés de sobrecarga, la corriente de línea se reduce debido a que el factor de potencia ha sido mejorado, y por lo tanto, la capacidad nominal o regulación del dispositivo de sobrecarga no debe ser tan alto como la capacidad permitida por las reglas de la Sección 160.

Asimismo, se prohíbe la conexión de los condensadores por el lado de carga del dispositivo de sobrecarga del motor si es que el motor está expuesto a un servicio de maniobras poco usuales, tales como frenado por contracorriente, inversiones rápidas y mando por impulsos. En este tipo de servicios, la sobretensión y sobretorsión producidos por la tensión residual de un condensador puede dar como resultado una avería de los devanados del motor o del eje del motor.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota.- *El motor no debe someterse a arranques estrella-delta o con autotransformador, o a operaciones que generen sobretensión o sobre torque, tales como frenado por contracorriente, inversiones rápidas, recierres, mando por impulsos u otras operaciones similares.*

Figura 150-218
Corrección del Factor de Potencia en Circuito Derivado para Motor

Sustento de la Regla 150-220. El objetivo que esta regla persigue es que el transformador que alimenta a un condensador esté dimensionado de una manera apropiada.

Propósito de la Regla 150-220. Tal como se explicó con relación a la Regla 150-208, la corriente tomada por un condensador puede ser mayor a la de su potencia nominal de servicio, y por lo tanto debe ser necesario una capacidad adicional.

Sustento de la Regla 150-222. Esta regla proporciona medios para la eliminación de la carga almacenada en un condensador.

Propósito de la Regla 150-222. (Véase la Figura 150-222). Cuando los condensadores están en funcionamiento acumulan una carga almacenada. Cuando son desconectados de su fuente de alimentación, el condensador mantendrá dicha carga por un período de tiempo y una persona que esté realizando reparaciones al equipo eléctrico puede recibir una fuerte descarga eléctrica, o puede ocasionar daños al equipo, a menos que se proporcionen algunos medios para el consumo de dicha carga.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

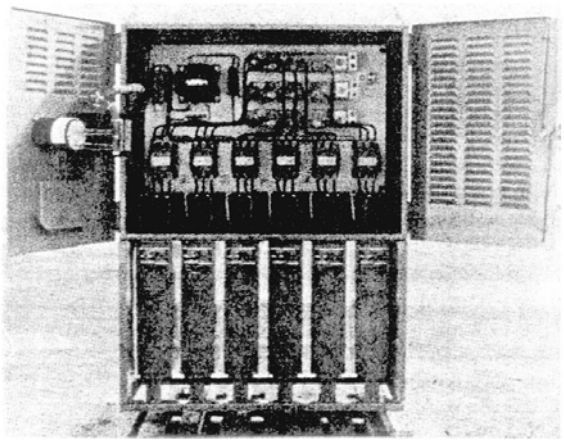


Figura 150-222
Condensador Típico

Transformadores

Sustento de la Regla 150-240. En esta regla se describe el tipo de transformadores de los que se ocupa esta Subsección y se establece los requerimientos que deben aplicarse a los recintos de protección para los transformadores, entrada de los conductores al recinto del transformador, protección mecánica y el espacio de aire circundante a los transformadores sumergidos en líquido dieléctrico.

Propósito de la Regla 150-240. En la mayor parte, se requiere que esta Sección sea aplicada a los transformadores de potencia y de distribución y se incluya tanto una unidad simple o dos o tres unidades conectadas que operen como una sola unidad. Estas reglas no deben de aplicarse a dichos transformadores que son utilizados para suministrar a circuitos Clase 2 (transformadores de timbre) y al elemento regulador de los artefactos de alumbrado de descarga.

La Subregla (2) enfatiza que el propósito es que no haya partes vivas expuestas a menos que los transformadores sean "accesibles sólo a persona autorizadas". A este respecto, es importante señalar que el término "accesible tal como se aplica para el equipo eléctrico" se define en la Sección 010 con el sentido de "admitir un acercamiento restringido ya que el equipo eléctrico no está protegido mediante puertas bloqueadas, elevación u otros medios efectivos". En otras palabras, los transformadores deben tener todas sus partes vivas cubiertas, a menos que se encuentren aisladas mediante elevación, estén ubicadas dentro de una cámara para transformadores que puedan bloquearse, o rodeadas mediante un cerco adecuado (por ejemplo, una malla metálica).

La Subregla (3) reconoce que las temperaturas de un recinto de seguridad de un transformador de enfriamiento por aire (tipo seco) puede exceder de 30 ºC, y que las temperaturas de superficie de los conjuntos de núcleo y bobina pueden exceder de 90 ºC . Si los conductores ingresan al recinto de protección del transformador por la parte superior, pueden surgir problemas con el aislamiento del conductor y con el equipo eléctrico debido al recalentamiento. Se requiere que los conductores utilizados

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

para conectar los transformadores de enfriamiento por aire (tipo seco) no ingresen al recinto del transformador por la parte superior, a menos que el transformador tenga especificaciones que permitan el ingreso por dicha parte.

La Subregla (4) es un requerimiento de sentido común. Se debe asegurar que los vehículos motorizados no se choquen de manera accidental contra un transformador y lo dañen, por ejemplo uno que esté ubicado cerca de una vía de acceso o una plataforma de carga.

La Subregla (5) se refiere al requerimiento de instalación de un espacio de aire alrededor de los transformadores sumergidos en líquido dieléctrico. El requerimiento para el espacio de aire debe asegurar una circulación de aire adecuada alrededor del transformador o transformadores y cualquier superficie de pared combustible adyacente. Cuando los transformadores son instalados en superficies combustibles dicho requerimiento debe aplicarse tal como lo establece la Regla 150-004. Se requiere que exista un espacio de aire de 150 mm entre los transformadores sumergidos en líquido dieléctrico y entre los transformadores y las superficies adyacentes de material combustible.

Sustento de la Regla 150-242. Esta regla establece los requerimientos apropiados respecto a la ubicación de los transformadores instalados a la intemperie.

Propósito de la Regla 150-242. En la Regla 150-014 se estableció algunos requerimientos correspondientes al equipo eléctrico sumergido en líquido dieléctrico; en este punto el propósito es recordar que tales transformadores sumergidos en líquido dieléctrico deben cumplir con dicha regla. Sin embargo, existe una excepción menor: mientras que la Regla 150-014 requiere que dicho equipo sea instalado por lo menos a 6 m de cualquier superficie o material combustible en una edificación, las Subreglas (2) y (3) permiten que se reduzca dicha distancia. De esta manera, un transformador sumergido en líquido dieléctrico montado en pedestal puede ser instalado a 3 m de una superficie combustible siempre que ésta se encuentre por lo menos a 6 m de cualquier ventana, puerta u orificio de entrada o salida de ventilación. Por otro lado, los transformadores sumergidos en líquido dieléctrico monofásicos montados en pedestal de 167 kVA o menos con un limitador de corriente integral pueden ser instalados por lo menos a 3 m de una superficie combustible; o cualquier puerta o ventana; o cualquier orificio de entrada o salida de ventilación.

Como alternativa, se puede construir un muro o barrera con superficies o materiales incombustibles entre el transformador montado en pedestal y cualquier ventana, puerta u orificio de entrada o salida de ventilación de modo que estas aberturas estarán protegidas contra la posibilidad de ser rociadas con líquidos encendidos desde un transformador averiado. La experiencia en el campo con transformadores sumergidos en líquido dieléctrico montados en pedestal ha demostrado que esta práctica es justificada.

Las demás partes de esta regla se relacionan con la Regla 150-240(2), donde el propósito es asegurar que por lo general sólo las personas autorizadas tengan acceso a las partes vivas expuestas. Si es que esto se cumple mediante la elevación, se establece una altura mínima de 3,6 m sobre el suelo, de la superficie de la plataforma de montaje o parte inferior del transformador, con el transformador convenientemente soportado y fijado. Si el equipo no va a ser aislado por elevación o alojado en recintos de protección apropiados, se requiere asegurar que éste sea rodeado por cercos adecuados, de preferencia una malla metálica. Asimismo, en caso de que existan

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

partes vivas expuestas, se debe recordar al personal autorizado que trabaje alrededor del equipo, sobre la tensión, de modo que puedan tomar las precauciones apropiadas.

Sustento de la Regla 150-244. Esta regla establece requerimientos adicionales para los transformadores sumergidos en líquido dieléctrico instalados en el techo de una edificación.

Propósito de la Regla 150-244. En caso de que la cubierta de un transformador sumergido en líquido dieléctrico fuera a romperse, la presencia del líquido puede representar un peligro adicional para la edificación, ya que éste puede acumularse o "encharcarse" sobre el techo. El grado de dicho peligro dependerá de la inflamabilidad del líquido. De esta manera, si es que éste es un líquido que puede prenderse fácilmente en el aire, se debe asegurar que los transformadores sean ubicados en una cámara para equipos eléctricos. En caso de que el líquido utilizado no sea del tipo de fácil propagación con un punto de combustión no menor de 300 ºC, se puede reducir la necesidad de una cámara, pero aún así se debe asegurar que ésta no sea ubicada cerca de puertas o ventanas o cualquier lugar donde los materiales o gases combustibles puedan ponerse en contacto con ésta. Para ayudar a determinar cómo se clasifica el líquido del transformador, el Anexo B señala que un líquido que no se propaga es "aquél, que al estar expuesto a una fuente de ignición puede prenderse pero la llama producida no se extiende desde la fuente de ignición", y que el punto de combustión es "la mínima temperatura de un líquido en un contenedor abierto en el cual los vapores se desprenden lo suficientemente rápido como para soportar una combustión continua".

Pese al grado de inflamabilidad del líquido, el propósito que se persigue es que ningún transformador sumergido en líquido dieléctrico sea soportado por una estructura combustible, ya que un incendio dentro de la edificación puede debilitar la estructura, cayendo estrepitosamente los transformadores a través del techo e incrementando considerablemente la carga del incendio.

Sustento de la Regla 150-246. Esta regla establece los requerimientos que se aplican a la ubicación de los transformadores sumergidos en líquido dieléctrico instalados en interiores.

Propósito de la Regla 150-246. Se indica que los transformadores sumergidos en líquido dieléctrico instalados en interiores deben cumplir con la Regla 150-012, a excepción de que se otorgan facilidades a aquellos transformadores sumergidos en líquido dieléctrico que pueden satisfacer las condiciones indicadas y contengan un líquido que no sea de fácil inflamación en el aire.

Sustento de la Regla 150-248. Esta regla establece los requerimientos que se aplican a la ubicación de los transformadores de núcleo seco.

Propósito de la Regla 150-248. (Véanse las Figuras 150-248, 150-248(1) y 150-248(3)). Ya que un transformador de núcleo seco a plena carga puede producir una cantidad considerable de calor, se requiere asegurar que las unidades no sean instaladas estrechamente juntas y no lo suficientemente cerca de superficies circundantes que ocasionen algún daño. Asimismo, se requiere asegurar que los transformadores que no sean del tipo sellado no sean colocados en lugares donde pueden dañarse con el agua.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

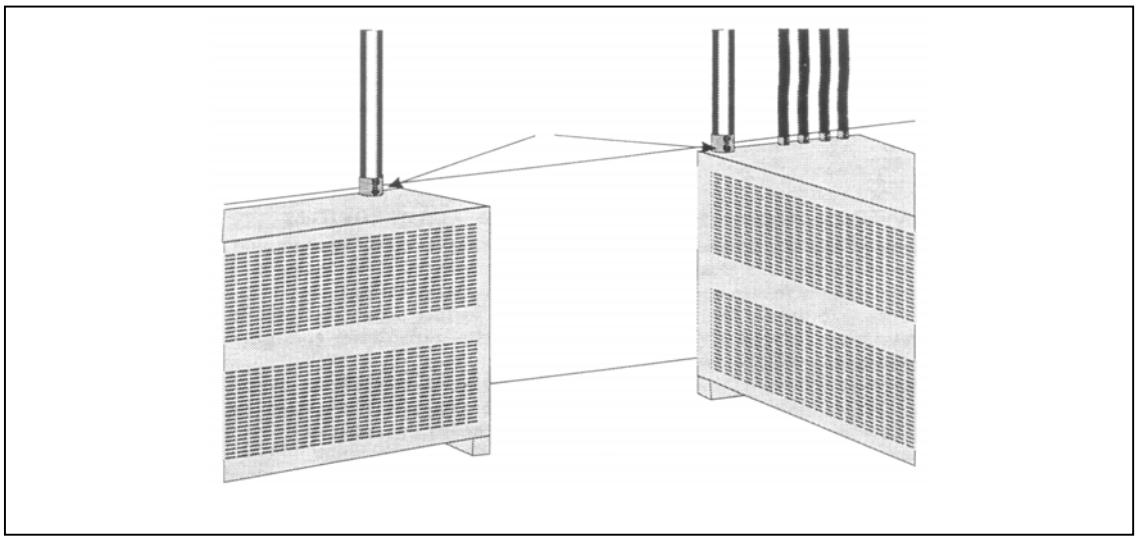


Figura 150-248
Separación de Transformadores Secos

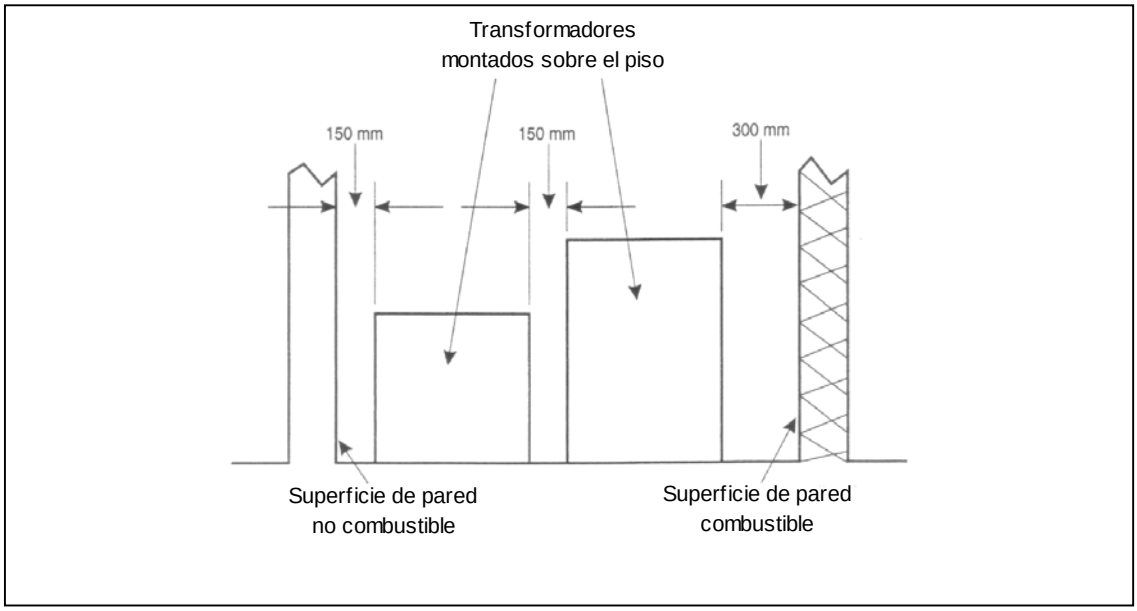


Figura 150-248 (1)
Distancias de Seguridad para Transformadores Secos Montados sobre el Piso

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

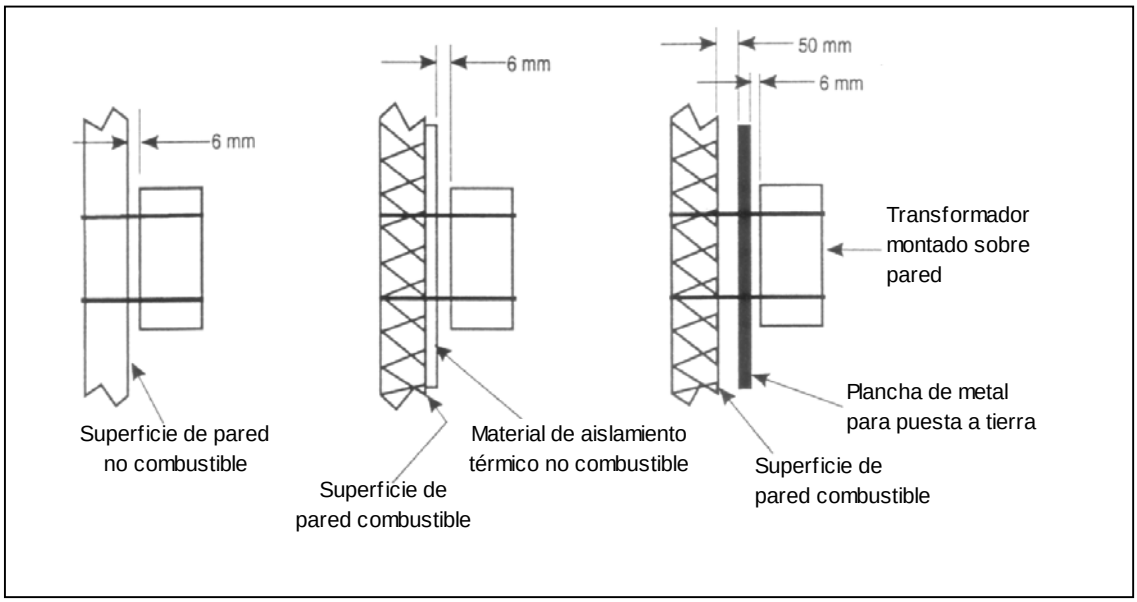


Figura 150-248 (3)
Distancias de Seguridad para Transformadores Secos Montados sobre Pared

Sustento de la Regla 150-250. Para hacer posible una reparación segura de los transformadores de potencia y distribución, es esencial que cuenten con medios de desconexión, para que el transformador pueda ser aislado de su fuente.

Propósito de la Regla 150-250. Se requiere contar con medios de desconexión por el lado de la línea de cada transformador de potencia y distribución.

Sustento de la Regla 150-252. Esta regla describe el tipo y capacidad nominal de la protección contra sobrecorriente (cortocircuito) para los transformadores de alta tensión y distribución.

Propósito de la Regla 150-252. (Véase la Figura 26.252). Los dispositivos de sobrecorriente ubicados por el lado secundario del transformador no protegen al transformador contra una condición de cortocircuito interno. Por lo tanto, es necesario una protección para el primario. Por lo general, se exige el uso de un dispositivo de sobrecorriente individual en el lado primario, y la capacidad nominal de dicho dispositivo varía, según se utilice un fusible o interruptor automático. La diferencia de esta capacidad nominal se basa en la variedad de las características operacionales entre los fusibles e interruptores automáticos. Las Subreglas (3) y (4) señalan dichas circunstancias especiales en las cuales no se requiere de un dispositivo de sobrecorriente individual en el lado primario del transformador.

Sustento de la Regla 150-254. Esta regla describe el dispositivo de sobrecorriente o protección apropiados para los transformadores de baja tensión sumergidos en líquido dieléctrico.

Propósito de la Regla 150-254. (Véase la Figura 150-254). El propósito que se persigue en este punto es similar al de la Regla 150-252 para los transformadores de alta tensión, a excepción que en esta regla se trata a los fusibles e interruptores automáticos de la misma manera. Así como con los transformadores de alta tensión,

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

no se hace hincapié en el uso de dispositivos de sobrecorriente individuales en el lado primario y se permiten capacidades nominales más altas donde exista una buena protección para el lado secundario. Asimismo, se establecen disposiciones especiales para aquellos transformadores equipados con protección de sobrecarga térmica coordinada.

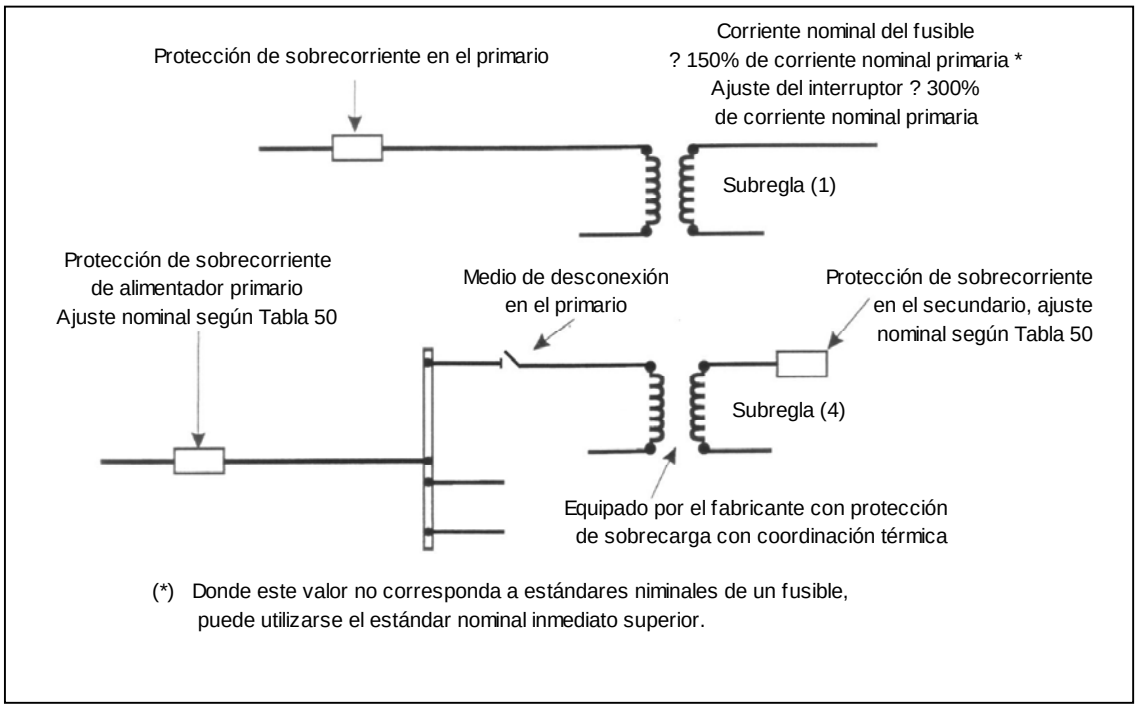
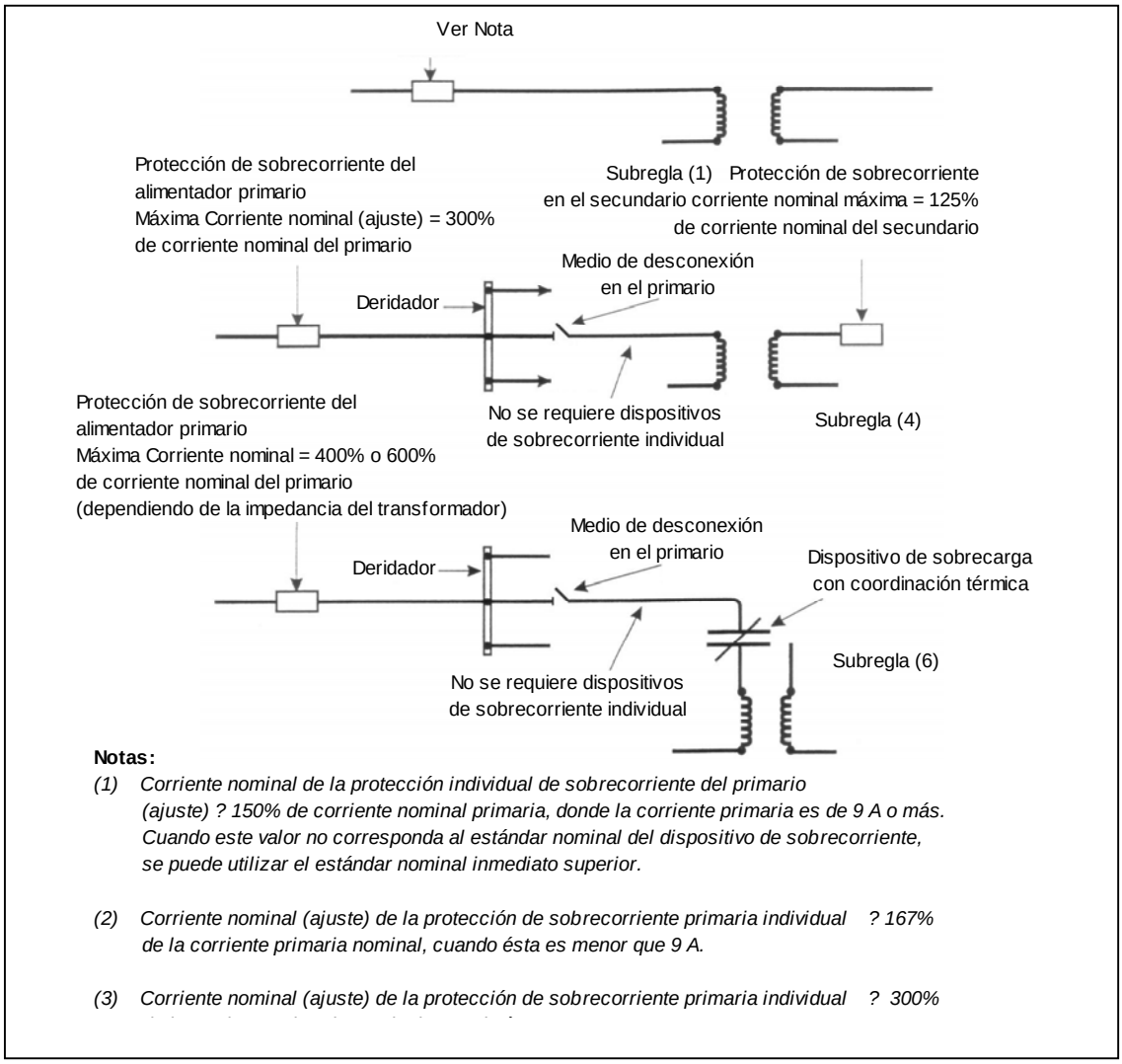


Figura 150-252
Protección de Sobrecorriente del Transformador (sobre 1 000 V)

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Notas:

(1) Corriente nominal de la protección individual de sobrecorriente del primario (ajuste) ? 150% de corriente nominal primaria, donde la corriente primaria es de 9 A o más. Cuando este valor no corresponda al estándar nominal del dispositivo de sobrecorriente, se puede utilizar el estándar nominal inmediato superior.

(2) Corriente nominal (ajuste) de la protección de sobrecorriente primaria individual ? 167% de la corriente primaria nominal, cuando ésta es menor que 9 A.

(3) Corriente nominal (ajuste) de la protección de sobrecorriente primaria individual ? 300%

Figura 150-254
Protección de Sobrecorriente del Transformador
(1 000 V o menos y no del tipo seco)

Sustento de la Regla 150-256. Por lo general, los transformadores tipo seco de baja tensión, no cuentan con la capacidad de sobrecarga de los transformadores sumergidos en líquido dieléctrico. Esta regla prescribe la protección adecuada contra sobrecorrientes para los transformadores tipo seco de baja tensión.

Propósito de la Regla 150-256. (Véase la Figura 150-256). Se requiere que los transformadores tipo seco de baja tensión sean protegidos por el lado primario mediante un dispositivo de sobrecorriente especificado o regulado a no más de 125% de la corriente primaria nominal del transformador. Si el valor calculado no corresponde a un valor nominal estándar del dispositivo de sobrecorriente, la Subregla (3) permite el empleo de un dispositivo de sobrecorriente nominal estándar cercano al más alto.

Nota: *Se considera que el dispositivo de sobrecorriente antes especificado protege a los conductores secundarios del transformador a una mínima capacidad de corriente nominal de*

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

125% de la corriente secundaria nominal del transformador (ver el ejemplo citado más adelante).

Asimismo, se hace una excepción no requiriendo de un dispositivo de sobrecorriente individual en el lado primario del transformador donde el dispositivo de sobrecorriente del alimentador primario ha sido regulado a no más de 300% de la corriente primaria nominal del transformador y exista un dispositivo de sobrecorriente en el lado secundario del transformador establecido a no más de 125% de la corriente secundaria del transformador.

Ejemplo

¿Cuál es la máxima capacidad nominal de un fusible o interruptor utilizado para proteger un transformador tipo seco de 60 kVA con un primario de 480 V, trifásico, trifilar y un secundario de 220/380 V, trifásico, tetrafilar?

Respuesta

Corriente primaria nominal del transformador

60 000/(480 x 1,73) = 72,2A

Corriente secundaria nominal del transformador

60 000/(380 x 1,73) = 91,2 A

Máxima capacidad calculada del dispositivo de sobrecorriente primario

72,2 x 125% = 90,25 A

Tablas de valor del dispositivo de sobrecorriente del fabricante

1. Capacidad del fusible, máxima - 100 A

2. Capacidad del interruptor, máxima - 100 A

Nota: Se considera que el fusible o interruptor de 100 A protege un conductor secundario con una mínima capacidad de corriente de 91,25 x 125% = 114 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

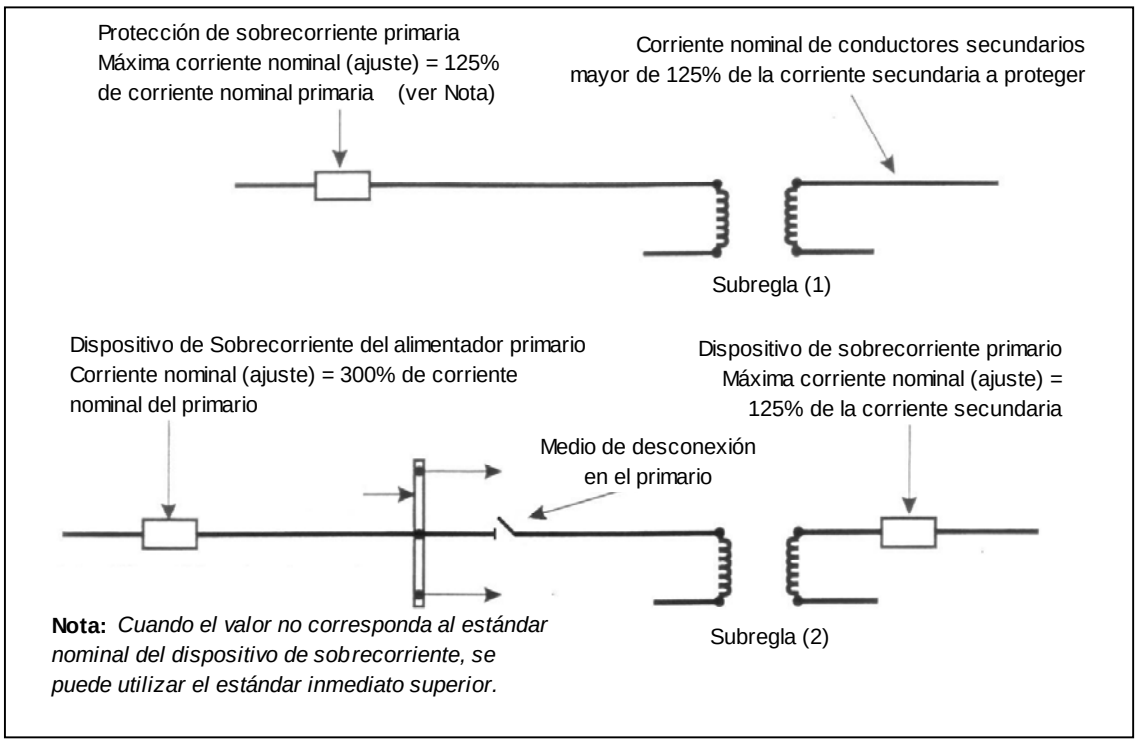


Figura 150-256
Protección de Sobrecorriente del Transformador (Tipo seco, 1 000 V o menos)

Sustento de la Regla 150-258. Esta regla especifica la manera cómo se determina la capacidad adecuada de los conductores tanto para el lado primario y secundario de los transformadores.

Propósito de la Regla 150-258. (Véase la Figura 150-258). El propósito que se persigue es asegurar que tanto los conductores que alimentan al transformador como los conductores conectados al lado secundario del transformador sean adecuadamente especificados para soportar las cargas que pueden encontrarse (por lo general, no menos de 125% de los valores nominales de la corriente primaria y secundaria).

Nota: *Cuando el conductor secundario de una transformador tipo seco de baja tensión tiene una capacidad nominal de 125% de la corriente secundaria nominal del transformador, se considera que éste debe ser protegido por el dispositivo de sobrecorriente especificado por la Regla 150-256(1).*

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

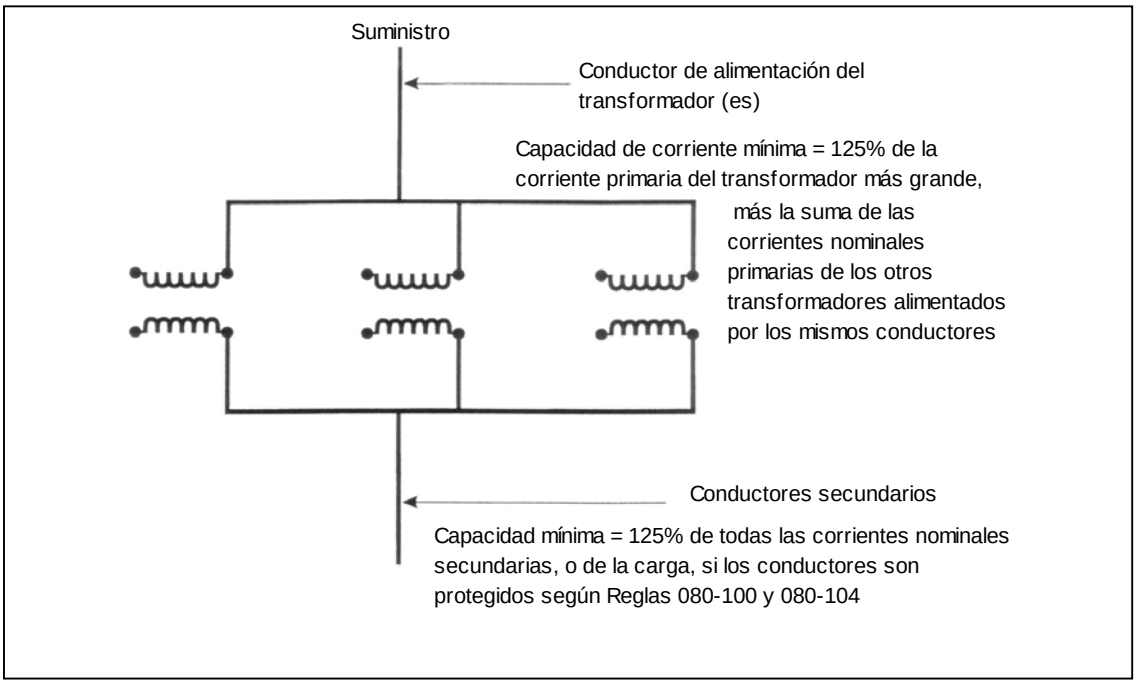


Figura 150-258
Dimensionamiento de Conductores para Transformadores

Sustento y Propósito de la Regla 150-260. Esta regla prescribe la protección contra sobrecorriente adecuada para los transformadores de medida de tensión y está mejor explicada en el Anexo B.

Sustento y Propósito de la Regla 150-262. Esta regla estipula la información requerida que debe indicarse en cada transformador de modo que puedan aplicarse las reglas apropiadas.

Sustento de la Regla 150-264. Esta regla establece requerimientos para la aplicación segura de los autotransformadores.

Propósito de la Regla 150-264. (Véanse las Figuras 150-264(2)(a) y (b)). El empleo de un autotransformador hace posible el uso de la pieza de un equipo eléctrico especificado para una tensión determinada cuando esta tensión no está disponible.

Los autotransformadores deben incorporar un conductor de circuito puesto a tierra cuando sean conectados a un sistema de alambrado interior a excepción de los circuitos de motor dedicados o de la transformación de tensión fija. Los autotransformadores requieren un espacio físico pequeño y son bastante económicos y eficaces.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

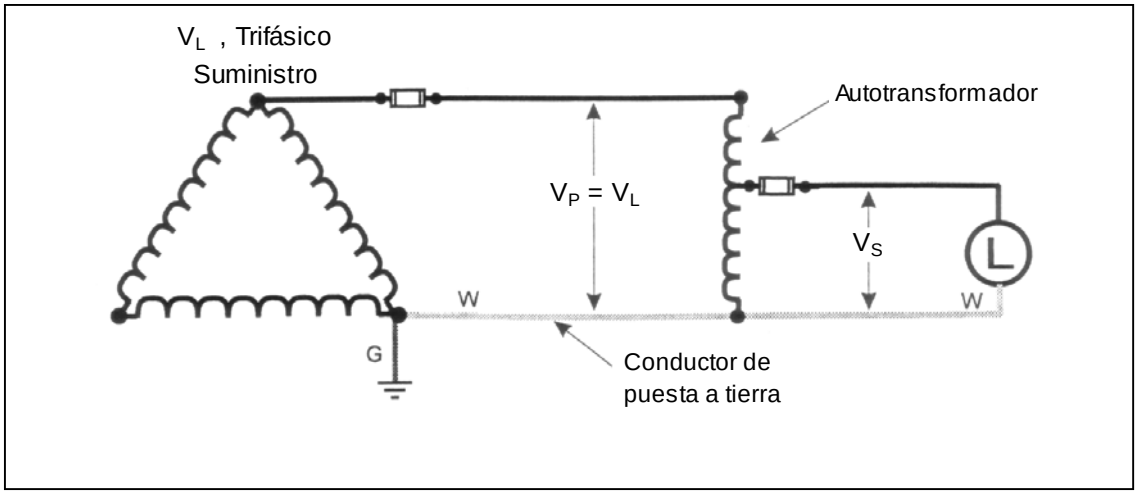


Figura 150-264 (2) (a)
Circuito para un Autotransformador Utilizando una Derivación de 2 Conductores, Sistema de Vs Volts a Partir de un Sistema en Delta con un Extremo Puesto a Tierra

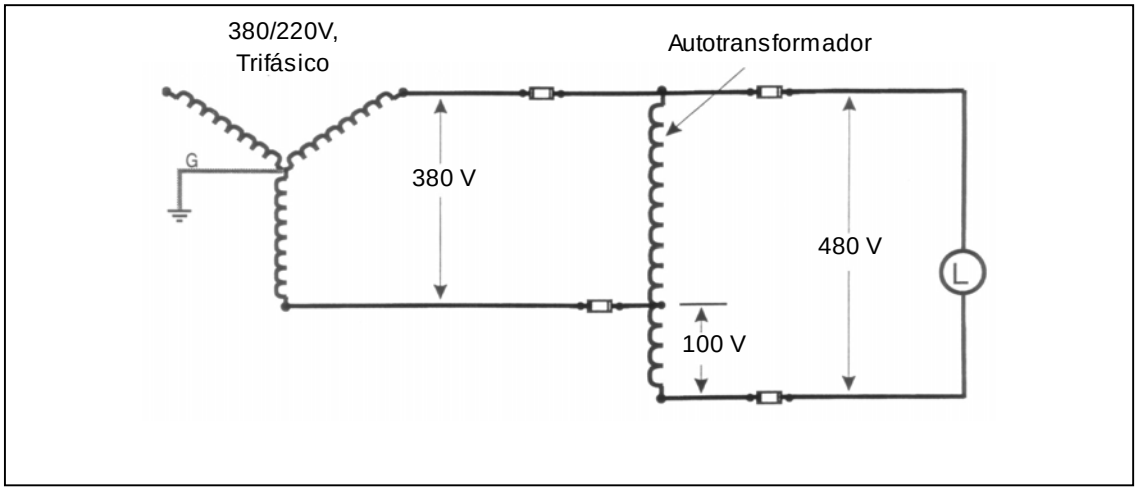


Figura 150-264 (2) (b)
Circuito para un Autotransformador Utilizado para Derivar un Sistema de 480 V a Partir de un Suministro de 380 V

Sustento de la Regla 150-266. Los filtros homopolares son zig-zags o transformadores de alguna otra forma devanados utilizados en sistemas trifásicos, tetrafilares para controlar cargas de desequilibrio (por ejemplo, las armónicas). Los filtros homopolares son especificados por la capacidad nominal del conductor neutro. En esta instalación el neutro puede conducir más que la corriente de desequilibrio desde otros conductores de circuitos por lo general simétricos de tres o más conductores. Una Nota del Anexo B indica que la corriente del conductor neutro puede ser tres veces más que la corriente que fluye en el conductor de fase. La instalación de un filtro homopolar puede incrementar la corriente de falla simple fase a tierra a 1,5 veces que la corriente de falla fase a fase disponible y debe ser considerado cuando se seleccione el dispositivo de sobrecorriente según la Regla 080-012. Si la protección

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de sobrecorriente abre el circuito a un filtro homopolar, puede pasar desapercibido por un período largo permitiendo que ocurra un recalentamiento.

Propósito de la Regla 150-266. (Véase la Figura 150-266). Se requiere que las capacidades de corriente de los conductores que suministran a los filtros homopolares concuerden con lo estipulado en la Regla 030-004 y se basen en el conductor neutro al ser un conductor portador de corriente, y los conductores neutros y de fase al tener una capacidad de corriente nominal por lo menos igual a 125% de la corriente nominal del neutro y la corriente primaria respectivamente. Asimismo, el propósito que se persigue es que el dispositivo de sobrecorriente sea equipado con un dispositivo integral que energice una señal o alarma cuando se abra la protección de sobrecorriente.

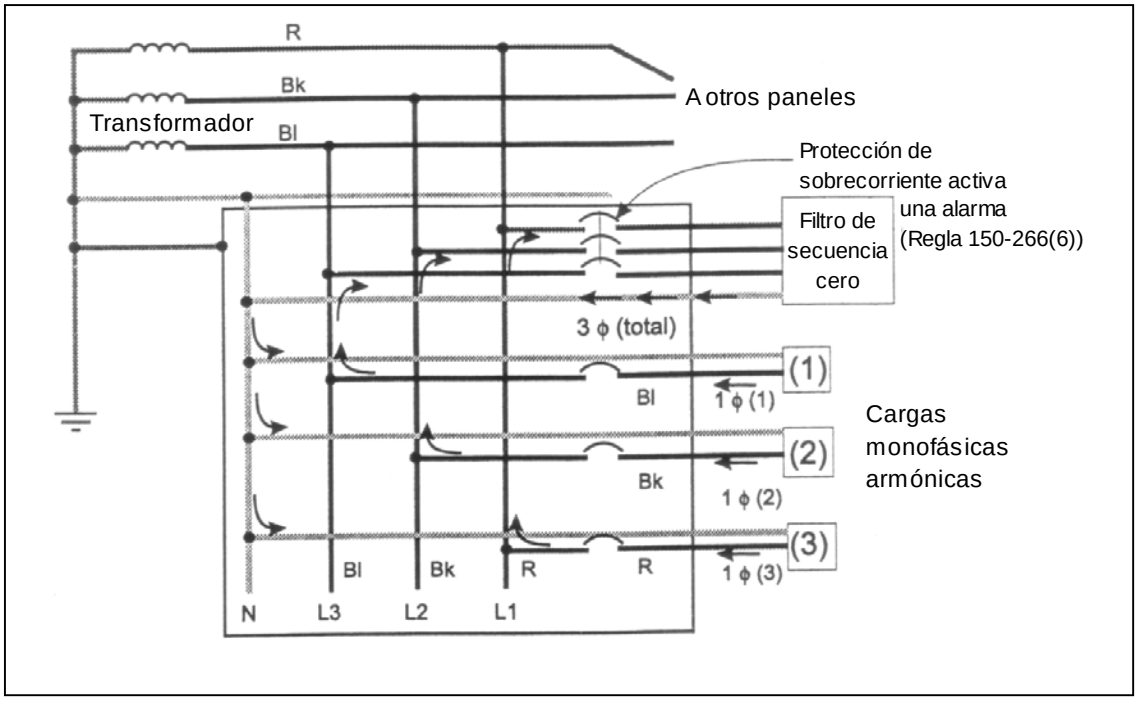


Figura 150-266
Conexión de Filtro de Secuencia Cero

Barreras o Cercos de Protección

Sustento de las Reglas 150-300 a 150-324. Estas reglas estipulan los requerimientos para una protección adecuada con resguardo de los equipos eléctricos que, por necesidad, se ubican a la intemperie.

Propósito de la Regla 150-300 a 150-324. (Véanse las Figuras 150-300 y 150-302). Con frecuencia, los equipos eléctricos tales como los transformadores son instalados a la intemperie. Para una instalación eléctrica relativamente pequeña, el equipo puede instalarse en un poste y por lo tanto, debido a su altura, estaría accesible sólo a personas autorizadas. Sin embargo, para las instalaciones más grandes, resulta más práctico instalar el equipo al nivel del piso y luego protegerlo con un cerco. A menudo, se utiliza una o dos paredes de la edificación, de modo que sólo dos o tres lados del recinto de protección están comprendidos por cercos. Estas reglas establecen las

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

distancias de seguridad requeridas para los espacios circundantes al equipo, la altura del cerco, los materiales que se deben utilizar, etc. En general, el propósito es impedir en la medida de lo posible que cualquier persona no autorizada tenga acceso al recinto de protección. De esta manera, a pesar de que se pretenda lograr que el cerco sea muy difícil de trepar, se sabe que prácticamente todos los cercos pueden ser trepados por cualquier persona. En consecuencia, se requiere que el cerco sea culminado como mínimo con tres hileras de alambre de púas en la parte superior. Se advierte contra el uso de madera, ya que no puede ser conveniente, debido al hecho de que por lo general no resiste la prueba de tiempo tan bien como la malla metálica.

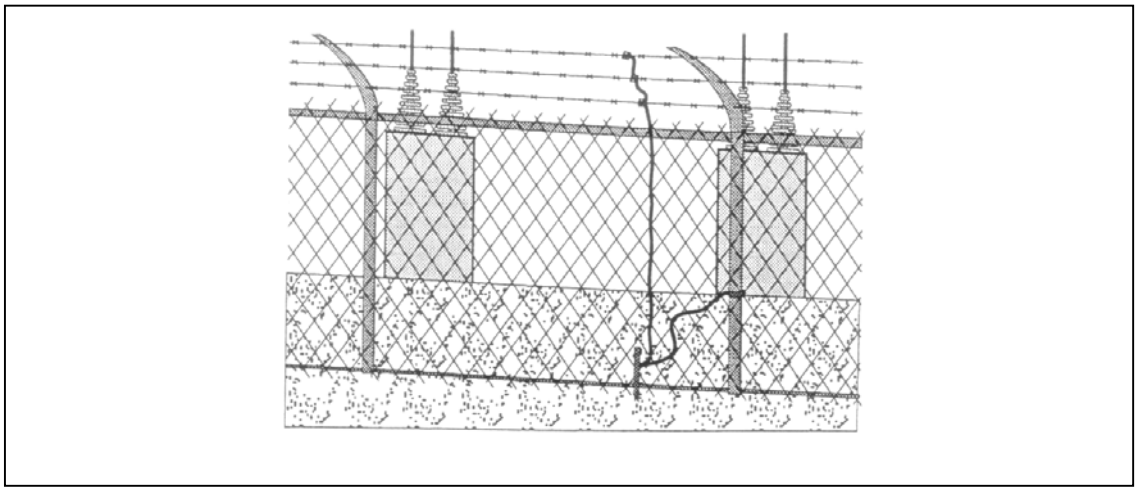


Figura 150-300
Cerco de Eslabón de Cadena

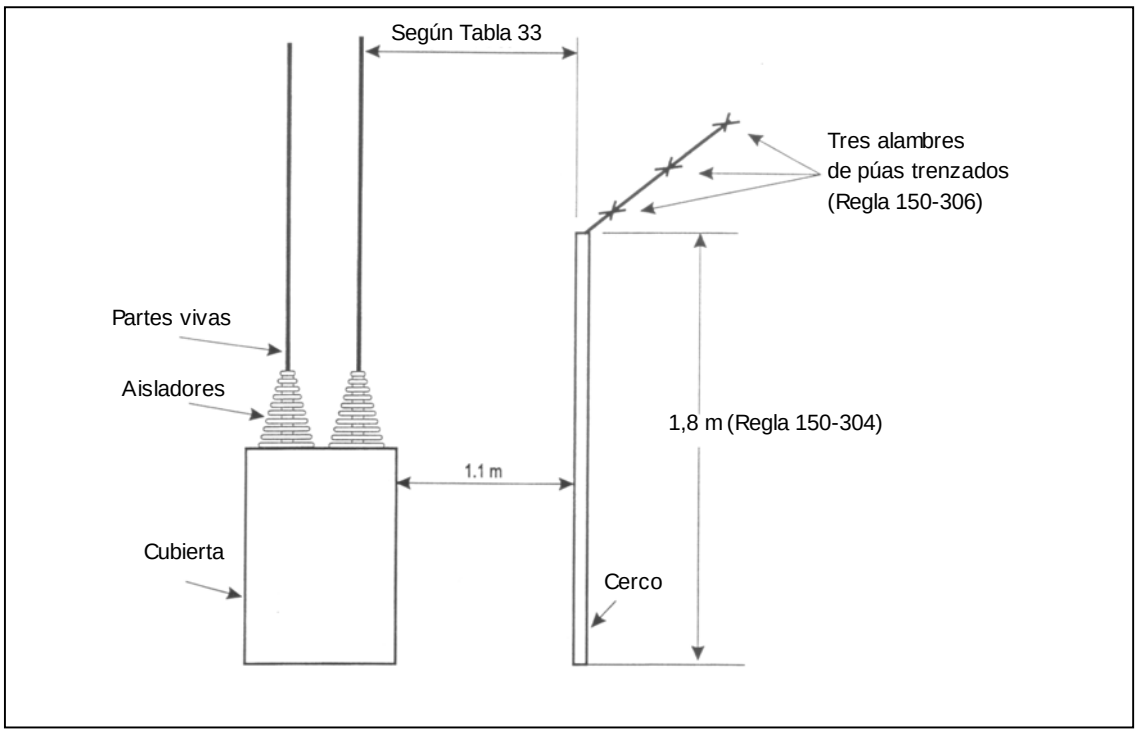


Figura 150-302
Distancias de Seguridad desde Cercos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Bóvedas para Equipos Eléctricos

Sustento de las Reglas 150-350 a 150-356. Estas reglas estipulan los requerimientos para la construcción de bóvedas para equipos eléctricos.

Propósito de las Reglas 150-350 a 150-356. (Véase la Figura 150-350). Muchas de las piezas más grandes de los equipos eléctricos, tales como transformadores y condensadores, están sumergidos en líquidos aislantes y, dependiendo de la cantidad del líquido implicado, la Regla 150-012 puede requerir que el equipo sea ubicado en una bóveda para equipos eléctricos. Este grupo de reglas remite al diseñador a la normatividad de construcciones vigente y simplemente se establece que la bóveda debe ser lo suficientemente grande como para mantener las mínimas distancias de seguridad especificadas a lo largo de todas las demás Secciones del Código, que debe haber una iluminación adecuada en la bóveda, que si fuera posible se reparen los artefactos de alumbrado sin poner en peligro al personal y que un tomacorriente tipo puesta a tierra sea ubicado de manera conveniente para que el personal de reparaciones cuente con un lugar donde enchufar sus herramientas y equipos portátiles.

Es recomendable que la bóveda sea aislada de las demás partes de la edificación mediante una separación contra incendios de construcción sólida de mampostería o concreto que cuente con una capacidad nominal de resistencia al fuego mínimo de 3 h, con excepción de que esta capacidad nominal puede reducirse a 2 h si es que la bóveda está provista de un sistema extintor de incendios automático. Asimismo, el Reglamento Nacional de Construcción establece los requerimientos para los dispositivos de evacuación de explosiones, tipos de puerta, ventilación, drenaje, etc. (Ver también el Anexo B).

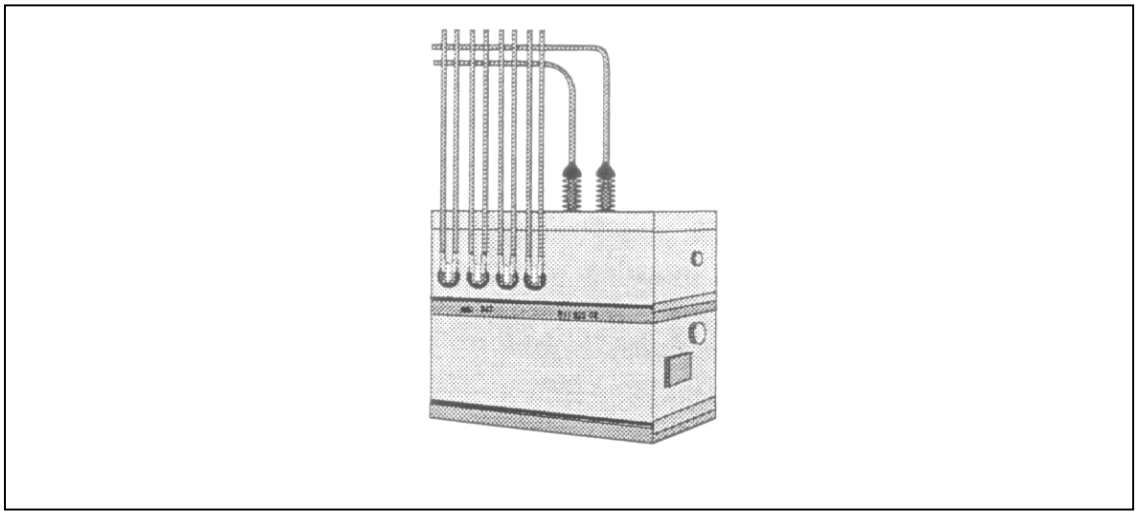


Figura 150-350
Interior de una Bóveda de Equipo Eléctrico

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Tableros de Distribución

Sustento de la Regla 150-400. Esta regla identifica de una manera clara la necesidad de un tablero de mandos individual en cada unidad de vivienda que no sean unidades de vivienda dentro de un hotel, motel o una unidad de vivienda que haya sido creada subdividiendo una sola unidad y donde las unidades de vivienda no cuenten con una medición individual.

Propósito de la Regla 150-400. El propósito es asegurar que los ocupantes de una unidad de vivienda tengan un control completo sobre todos los circuitos derivados eléctricos en dicha unidad de vivienda. En caso de que ocurran sobrecargas o fallas en una unidad de vivienda particular, no se desea que los ocupantes de otras unidades de vivienda se vean afectados. De manera similar, si es que se fuera a desconectar el suministro del tablero de mandos, aun temporalmente para permitir la reparación de los equipos eléctricos, no deben de verse afectadas las demás unidades de vivienda. Cuando una unidad de vivienda simple existente es convertida en una estructura que contenga una fila de habitaciones o filas de habitaciones auxiliares, a menudo debe ser necesario realizar importantes modificaciones del sistema eléctrico, a fin de asegurar que los ocupantes de la unidad de vivienda tengan un completo control sobre todos sus circuitos derivados. No se requiere un tablero de mandos individual para cada circuito derivado en cada fila de habitaciones, siempre que las filas de habitaciones hayan sido creadas subdividiendo una unidad de vivienda simple, y las filas de habitaciones individuales no cuenten con una medición individual de su consumo de energía eléctrica.

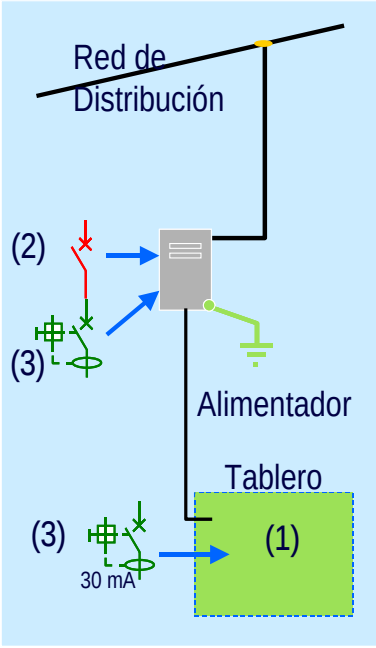
Para la protección frente a riesgos de electrocución por contacto eléctrico, se requiere la instalación de por lo menos un dispositivo de corriente diferencial residual de alta sensibilidad (30 mA) en el tablero de la vivienda.

Las Subreglas (1) a (9) gráficamente son mostradas a continuación

(1) Debe instalarse un tablero en cada unidad de vivienda.

(2) Todo tablero debe tener un solo suministro, protegido por un dispositivo de protección contra sobrecorrientes en la caja de conexión.

(3) Previo acuerdo, contra posibles riesgos de incendios por fallas a tierra en el cable alimentador, se puede instalar un dispositivo de corriente diferencial - este dispositivo de corriente diferencial residual debe tener una sensibilidad adecuada y ser del tipo selectivo con ID de 30 mA .

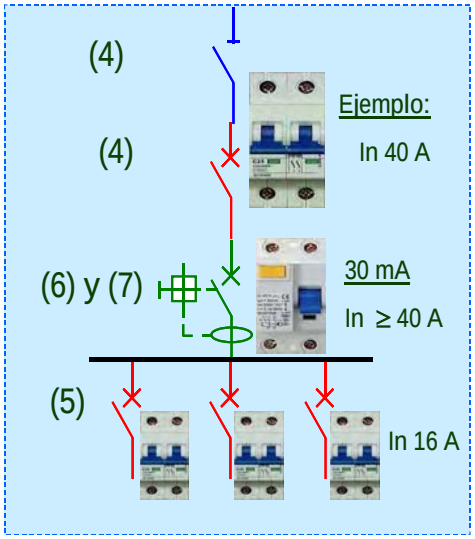


DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(4) En el tablero de la unidad de vivienda se debe instalar un interruptor automático general del tipo termomagnético. Asimismo, cuando se requiera se recomienda la instalación de un interruptor de aislamiento

(5) Cada circuito derivado, debe estar protegido por un interruptor automático del tipo termomagnético.

(6) Se debe instalar al menos un interruptor diferencial o de falla a tierra, de 30 mA de sensibilidad.

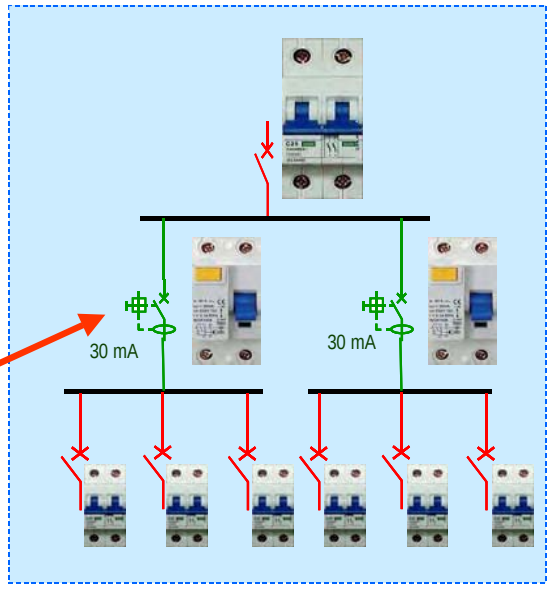


TABLERO

(7) El interruptor diferencial mencionado en (6) actuará como interruptor de cabecera, en instalaciones de hasta tres circuitos derivados.

(8) En instalaciones con más de tres circuitos derivados, éstos pueden agruparse de a tres y poner a la cabeza de cada grupo un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad.

Véase también la Regla 040-216 (3)

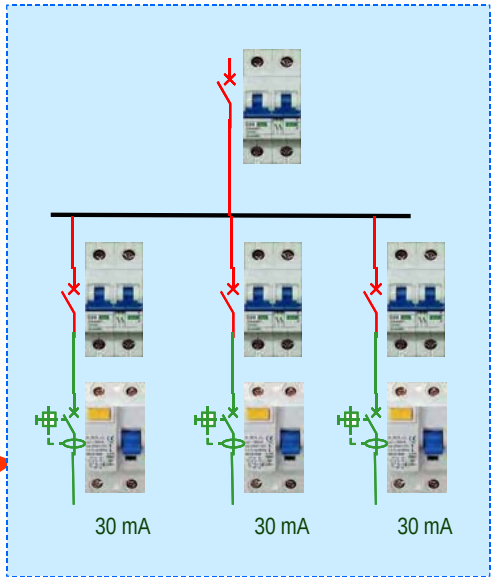


TABLERO

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(9) Para mejorar la continuidad de servicio de la instalación, es recomendable instalar un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad en cada circuito derivado, aguas abajo del interruptor automático respectivo.

Véase también la Regla 040-216 (4)



TABLERO

Sustento de la Regla 150-402. Esta regla requiere que dicho tablero de mandos sea ubicado en áreas donde no se encuentre expuesto a daños o maltratos y sea fácilmente accesible cuando sea necesario.

Propósito de la Regla 150-402. Los tableros de mando contienen dispositivos de sobrecorriente que protegen los circuitos derivados contra sobrecargas y sirven como medios de desconexión para el circuito. Por lo tanto, se requiere que una tablero de mandos sea ubicado de tal manera que sea fácilmente accesible cuando sea necesario. Muchos lugares pueden considerarse poco convenientes que resulta poco práctico evaluarlas y enumerarlas todas. Es conveniente indicar unos cuantos ejemplos de los tipos de lugares que deben de evitarse. Por ejemplo, una tablero de mandos no debe de ser ubicado en aparadores o armarios donde la acumulación de objetos delante del mismo puede dificultar su acceso. Asimismo, ya que debe ser posible la lectura del directorio del tablero de mandos e identificar cada circuito, el tablero de mandos debe ser instalado a la altura o cerca del nivel de la vista. En consecuencia, se establece una máxima altura de instalación de 1,7 m sobre el nivel del piso terminado en una unidad de vivienda.

Pararrayos – Descargadores o Disipadores de Sobretensiones

Sustento de las Reglas 150-500 a 150-512. Estas reglas establecen los requerimientos que deben aplicarse a la adecuada instalación de los pararrayos.

Propósito de las Reglas 150-500 a 150-512. (Véase la Figura 150-506). Una descarga eléctrica atmosférica puede ocasionar graves daños a los circuitos y equipos eléctricos. Un impacto directo puede ser devastador, pero incluso una descarga cercana puede provocar una tensión de varios miles de volts en las líneas de energía eléctrica. Por lo tanto, en áreas donde las perturbaciones debido a descargas eléctricas atmosféricas son comunes, es aconsejable instalar pararrayos que sean capaces de descargar cualquiera de dichas sobretensiones eléctricas a tierra, protegiendo de esta manera el equipo. Aunque los pararrayos pueden ser útiles incluso cuando son instalados para los servicios residenciales individuales, estas reglas realmente prevén la protección de instalaciones eléctricas más grandes.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Debido a las altas tensiones extremas implicadas, el trayecto a tierra debe ser tan corto y directo como resulte práctico de modo que la corriente no "salte" de un objeto a otro, ya que cada vez que "salta", puede ocasionar daños considerables. En realidad, se trata de que una sobretensión se dirija por una trayecto predeterminado y por lo tanto, se debe mantener dicho trayecto tan lejos como sea posible de los equipos eléctricos regulares, a fin de minimizar cualquier posible daño.

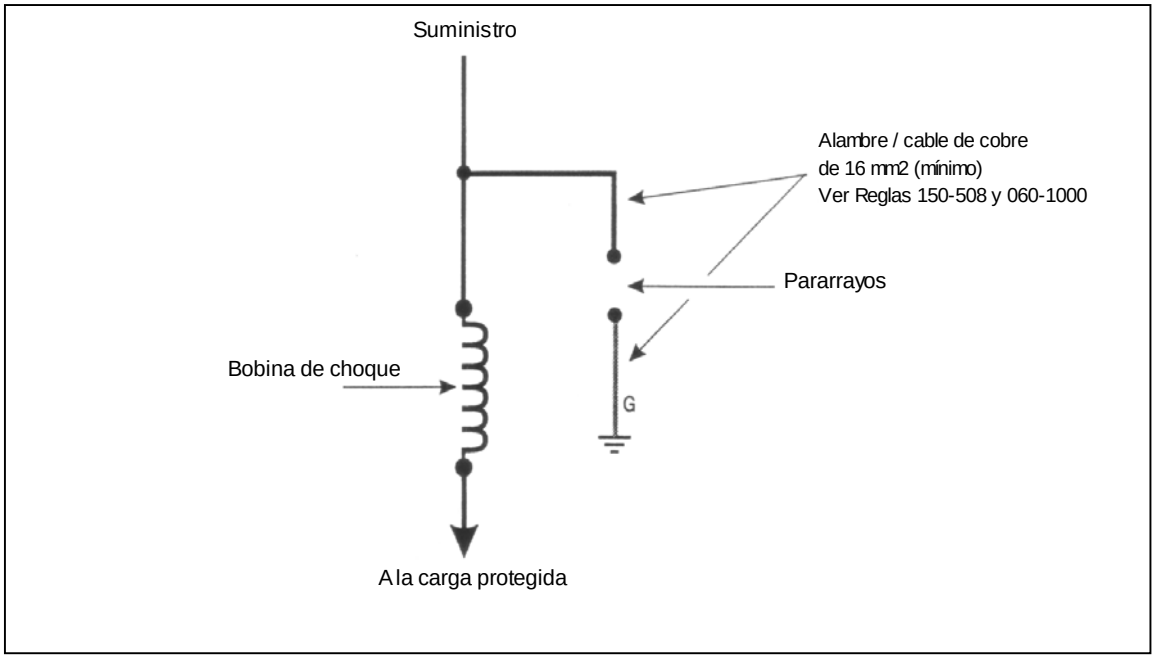


Figura 150-506
Conexión de Pararrayos con Bobina de Choque

Baterías de Acumuladores

Sustento y Propósito de la Regla 150-540. Esta regla establece los requerimientos apropiados que deben cumplirse respecto a la instalación de baterías de acumuladores y la diferenciación entre los requerimientos de alambrado para otros equipos eléctricos del recinto (por ejemplo, artefactos de alumbrado y ventiladores).

Sustento de la Regla 150-542. Por lo general, las definiciones se encuentran en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o término, o sus derivados, que se aplican en una sola Sección son definidos en dicha Sección. Esta regla define dos términos utilizados en esta Subsección.

Propósito de la Regla 150-542. Una batería de acumuladores está constituida por celdas recargables, el número de los cuales depende de la tensión total requerida. Cada celda consta de una placa negativa y una positiva montada en un contenedor lleno de electrolito. El tipo común de una celda de almacenamiento es del tipo de plomo, el cual utiliza una solución de ácido sulfúrico como electrolito (por ejemplo, una batería para automóvil). Otro tipo común de batería es del tipo alcalino, el cual utiliza una solución alcalina como electrolito.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 150544. El objetivo de esta regla es asegurar que las baterías que tengan partes vivas expuestas sean instaladas en una sala o área que sea accesible sólo a personas autorizadas.

Propósito de la Regla 150-544. Algunas baterías son más bien pequeñas (por ejemplo, aquellas utilizadas en un automóvil o un equipo de unidad individual para el alumbrado de emergencia). Sin embargo, estas reglas se refieren a las instalaciones eléctricas más grandes que utilizan realmente un gran número de pilas para alcanzar la tensión y capacidad de corriente deseadas. No sólo las partes vivas expuestas representan un peligro de electrocución para una persona imprudente, sino también el electrolito puede ser muy corrosivo. Por estas razones, se requiere asegurar que dichas celdas sean ubicadas en una sala o recinto de protección sólo accesible a personas autorizadas.

Sustento de la Regla 150-546. El objetivo de esta regla es controlar tanto el grado de ventilación como la temperatura de las habitaciones o áreas que contengan las baterías.

Propósito de la Regla 150-546. Esta regla se ocupa de dos factores: ventilación y temperatura.

Algunas baterías al ser cargadas, emiten un gas explosivo (hidrógeno) y se debe proporcionar una ventilación adecuada a fin de prevenir la acumulación de este gas. El Anexo B señala que "cuando las baterías funcionan a un régimen en flotación de tensión constante y la tensión de flotación es mantenida en niveles adecuados, se genera muy poco gas. Se debe proveer una ventilación suficiente a fin de prevenir la acumulación de gas de hidrógeno a un nivel del 2% por volumen en el aire ambiente en cualquier momento". Asimismo, la Nota proporciona una fórmula para determinar la tasa de ventilación requerida. La Nota concluye indicando que "se recomienda un mínimo de 1 a 4 cambios de aire por hora en el ambiente de la batería a fin de prevenir la acumulación de bolsas de gas de hidrógeno y para comodidad del personal de mantenimiento".

El segundo factor que trata esta regla es la temperatura. Se requiere que las áreas o ambientes no estén demasiado fríos o demasiado calientes. En caso de que estén demasiado fríos, el electrolito puede congelarse, dañando los contenedores y finalmente permitiendo el escape de líquidos corrosivos. El punto de congelación del electrolito varía, según el estado de carga de la batería, no obstante tal como se señala en el Anexo B, "las baterías no deben de ser ubicadas en áreas donde sea probable que la temperatura baje a menos -7 ºC". Asimismo, se requiere que las temperaturas no excedan de 45 ºC, ya que el calor ocasiona el desprendimiento de materiales activos de las placas que con el tiempo forman un sedimento acumulándose en el fondo del contenedor o cubierta y se pone en cortocircuito las placas y la ceda.

Sustento de la Regla 150-548. Esta regla establece los requerimientos adecuados para la ventilación de las baterías.

Propósito de la Regla 150-548. Durante el proceso de carga, las baterías despiden un gas. La mezcla de oxígeno e hidrógeno es altamente explosiva, por tanto se requiere que cada celda con respiraderos sea equipada con un supresor de llama, a fin de prevenir la destrucción de la celda debido a la ignición de gases dentro de dicha celda por una chispa o llama externa. Asimismo, se requiere que las celdas selladas

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

sean equipadas con orificios aliviadores de presión, a fin de prevenir una acumulación excesiva de la presión de gas, que a su vez prevendrá la explosión de la batería.

Sustento de la Regla 150-550. Esta regla establece los requerimientos básicos para lograr una ubicación adecuada de las baterías.

Propósito de la Regla 150-550. (Véase la Figura 150-550). Por lo general, las pilas de las baterías se encuentran montadas en estantes, una práctica que no sólo ahorra espacio en el piso sino también facilita las operaciones de servicio y mantenimiento. Ya que las pilas pueden ser relativamente pesadas y el electrolito es bastante corrosivo, se requiere que los estantes sean muy seguros y estables y estén protegidos contra la corrosión. Los demás requerimientos establecen el empleo de un buen procedimiento de instalación.

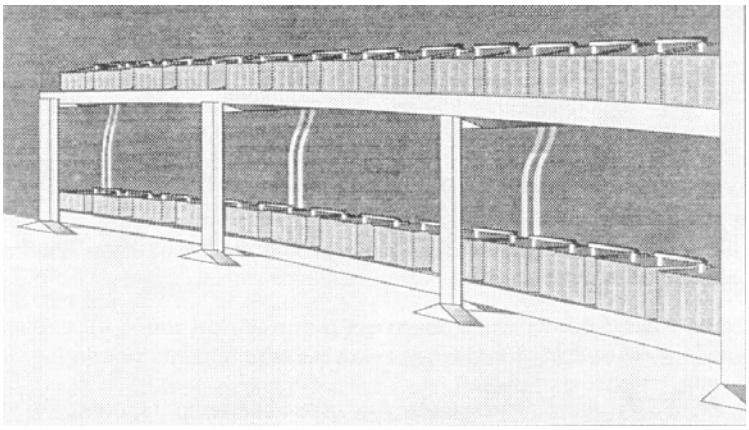


Figura 150-550
Instalación de Baterías

Sustento de la Regla 150-552. Esta regla establece los requerimientos adecuados que deben aplicarse a la interconexión de celdas y al método de conexión de las baterías a otros equipos eléctricos.

Propósito de la Regla 150-552. Los métodos de alambrado deben de ser diseñados o tratados de tal manera que sean resistentes a la corrosión. En caso de que se utilice una tubería pesada, de preferencia se debe utilizar una tubería pesada de aluminio o PVC. Sin embargo, si es que se va a utilizar una tubería pesada de acero, se requiere que ésta sea protegida por un revestimiento. En todos los casos, las chaquetas o cubiertas metálicas, ya sea de acero o aluminio deben estar provistas de una protección adecuada resistente a la corrosión en cualquier lugar que estén ubicadas las chaquetas donde puedan verse afectadas por líquidos o gases corrosivos.

Sustento de la Regla 150-554. Esta regla señala que el alambrado eléctrico que no sea el que esté asociado con las baterías puedan instalarse de acuerdo con los requerimientos que se aplican a un lugar seco.

Propósito de la Regla 150-554. A pesar de que el electrolito utilizado en las baterías es bastante corrosivo y se producen gases peligrosos durante el proceso de carga, la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

instalación de una batería que cumpla con estas reglas no representa ningún problema para otros alambrados y equipos eléctricos ubicados en las proximidades del equipo de batería. De esta manera, el área debe ser considerada un lugar seco.

Consideraciones de Aplicación de la Regla 150-554. Se recomienda ubicar sólo el equipo eléctrico esencial para el área en la sala de baterías. Los interruptores del alumbrado pueden ser ubicados en la parte externa del área y se pueden utilizar termostatos con tubos capilares, el termostato en la parte externa y los tubos capilares en el interior.

Lámparas de Arco

Sustento de las Reglas 150-600 a 150-608. Estas reglas establecen los requerimientos generales de seguridad para la utilización de las lámparas de arco.

Propósito de las Reglas 150-600 a 150-608. Las lámparas de arco fueron muy útiles para la proyección de luz, donde su alta eficacia y alta luminosidad permitían la concentración de una gran cantidad de luz en un haz estrecho. Estos fueron comúnmente utilizados para el equipo de proyección de películas y proyectores teatrales. Sin embargo en la actualidad existe tal diversidad de nuevos tipos de lámparas que las lámparas de arco han dejado de tener una utilización común. Sin embargo, en caso de que fueran a utilizarse se requiere que sean empleadas de una manera segura de acuerdo con estos requerimientos.

Dispositivos Basados en Resistencias

Sustento de las Reglas 150-640 a 150-644. Estas reglas establecen los requerimientos generales para las aplicaciones de campo de los dispositivos de resistencia.

Propósito de las Reglas 150-640 a 150-644. En algún momento fue bastante común la instalación de dispositivos de resistencia en el campo. Por ejemplo, las instalaciones eléctricas de una lámpara de arco, requieren de la instalación de resistencias en serie, para limitar la corriente. Además, para limitar la cantidad de corriente que puede fluir en un circuito derivado, tanto en condiciones de funcionamiento normales como en condiciones de cortocircuito, algunas veces se utilizaban los dispositivos de resistencia para el arranque de un motor. Hoy en día, es muy común que los fabricantes elaboren paquetes completos que son aprobados.

Tomacorrientes

Sustento de la Regla 150-700. Debe ser necesario la aplicación de requerimientos generales para la instalación eléctrica de tomacorrientes a fin de evitar su empleo indebido.

Propósito de la Regla 150-700. (Véanse las Figuras 150-700 y 150-700(13))

Subregla (1). En la mayoría de los casos, el requerimiento de que las configuraciones del tomacorriente concuerden con los Diagramas 1 y 2, hace posible saber de inmediato la tensión que suministra un tomacorriente y la capacidad de corriente del

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

circuito derivado al que está conectado. De esta manera, debe ser más fácil hacer concordar el equipo portátil con el circuito derivado adecuado.

Subregla (2). La instalación eléctrica de los tomacorrientes debe corresponder a los requerimientos nominales de tensión y corriente indicados en los Diagramas 1 y 2.

Subregla (3). Se requiere asegurar que el equipo eléctrico enchufado a un tomacorriente sea conectado a una fuente de alimentación de energía eléctrica apropiada. De esta manera, los tomacorrientes conectados a los circuitos de 220 V deben de ser fácilmente distinguibles de aquellos conectados a los circuitos de 380 V . Pero, ¿qué ocurre si resulta necesario distinguir entre los circuitos de 220 V de corriente alterna de 15 A y los circuitos de 250 V de corriente continua de 15 A? Una posible solución debe ser conectar los circuitos de corriente alterna a los tomacorrientes sin bloqueo (véase el Diagrama 1) y conectar los circuitos de corriente continua a los tomacorrientes de bloqueo (véase el Diagrama 2). De ser así, debe proveerse asimismo, una marca especial a los tomacorrientes de corriente continua para indicar de manera clara que estos deben de ser conectados a circuitos de corriente continua.

Subregla (4). El objetivo es que no se utilicen los tomacorrientes del tipo casquillo de rosca.

Subregla (5). A fin de evitar cualquier daño que pueda ocurrir debido a los terminales vivos expuestos de los tomacorrientes, se requiere que los tomacorrientes con terminales expuestos sean utilizados sólo en accesorios, canaletas metálicas o dispositivos similares.

Subregla (6). A fin de evitar que surjan problemas con las substancias derramadas, equipos de limpieza, etc. cuando los tomacorrientes sean instalados en el piso, éstos deben de ser instalados en cajas montadas en el piso. Estas cajas deben ser ya sea elevadas sobre el nivel del piso o colocadas al nivel del piso y equipado con cubiertas especiales, diseñadas para evitar el paso de agua y polvo.

Subregla (7). Cuando los tomacorrientes que tienen una capacidad nominal de 30 A o más son instalados mirando hacia abajo, el peso del cordón y el enchufe utilizado ejercen un tiro sostenido en la embocadura de los tomacorrientes. Esto, cuando es incrementado por la vibración, puede mover lentamente el enchufe hacia fuera y disminuir las superficies de contacto. Dicha situación en primer lugar, puede ocasionar que los contactos se calienten, y así provocar lentamente el deterioro de las embocaduras del tomacorriente, perdiendo su capacidad de retención. Esto puede ocasionar que la superficie de contacto se caliente, creando un posible peligro de desgaste. A fin de prevenir un desprendimiento no intencional cuando los tomacorrientes tengan una capacidad nominal de 30 A o más y sean instalados mirando hacia abajo, se requiere que estos tomacorrientes estén provistos de medios de bloqueo o enclavamiento.

Subregla (8). Como se puede observar en los Diagramas 1 y 2, se requiere que todos los tomacorrientes tengan un pin de puesta a tierra. Aunque éste ha sido un requerimiento del Código de las versiones anteriores, la mayoría de las instalaciones eléctricas aún cuentan con tomacorrientes no puestos a tierra. Cuando un tomacorriente no puesto a tierra llega a averiarse, éste debe de ser cambiado por uno del tipo puesto a tierra. En caso de que el terminal de puesta a tierra no esté efectivamente conectado a tierra éste creará una falsa sensación de seguridad.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Después de todo, algunos equipos portátiles son puestos a tierra por razones de seguridad, y si el terminal de puesta a tierra no está enlazado equipotencialmente a tierra, se perderán las propiedades de seguridad. Por lo general, un conductor de enlace equipotencial recorre junto con los conductores de circuito, pero en situaciones tales como esta es conveniente conectarlo a una puesta a tierra local. Se requiere que los terminales de puesta a tierra de los tomacorrientes sean enlazados equipotencialmente a tierra mediante uno de los siguiente métodos:

(a) conexión a una canalización metálica puesta a tierra o a una chaqueta metálica de cables; o

(b) el empleo de un conductor de enlace equipotencial individual, especificado en la Tabla 16, y conectado a la tierra del sistema; o

(c) enlace equipotencial a una tubería metálica de agua fría adyacente puesta a tierra.

Subregla (9). En las instalaciones residenciales existentes, cuando sea necesario cambiar un tomacorriente no puesto a tierra, el objetivo es permitir el empleo, en condiciones específicas, de tomacorrientes del tipo puesta a tierra sin conductor de enlace equipotencial donde no existan medios de puesta a tierra en el recinto del tomacorriente existente. Las condiciones son las siguientes:

(a) el tomacorriente que reemplaza al tomacorriente no puesto a tierra es un tomacorriente tipo interruptor de falla a tierra del tipo Clase A; o

(b) el tomacorriente que se está reemplazando es alimentado por un tomacorriente que contiene un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A; o

(c) el tomacorriente que está siendo reemplazado es alimentado por un circuito protegido por un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A.

Subregla (10). Para limitar las posibilidades de los peligros de electrocución, el objetivo no es extender un conductor de enlace equipotencial desde algún tomacorriente protegido por un interruptor de falla a tierra, tal como se especifica en la Subregla (9), a cualquier otra salida.

Subregla (11). A fin de asegurar que un enchufe sea conectado de una manera correcta y sólida al tomacorriente, se debe insertar totalmente el enchufe, es decir, el tomacorriente debe estar al nivel con la placa frontal (placa de cubierta) o sobresaldrá de la misma. En caso de que se utilice una placa frontal metálica o conductiva, el tomacorriente debe de sobresalir mínimo 0,4 mm, a fin de prevenir fallas ocasionadas por los enchufes con terminales de tornillo desnudos expuestos. Asimismo, se requiere que las aberturas alrededor de los tomacorrientes o cubiertas estén tapadas a fin de prevenir que ingrese una varilla de 6,5 mm .

Subregla (12). Se requiere la instalación de tomacorrientes en los corredores y escaleras públicas de las edificaciones de conjuntos habitacionales (por ejemplo, de un edificio de departamentos). Estos deben ser para ser utilizados por los equipos de servicio y mantenimiento (por ejemplo, herramientas portátiles y aspiradoras) sin que sea necesario el empleo de cordones de extensión excesivamente largos. Se debe instalar un tomacorriente por cada 10 m o cada fracción del mismo de la longitud de los corredores y escaleras. Asimismo, se recomienda que los tomacorrientes sean

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

instalados en todos los corredores públicos y en todas las escaleras públicas de todos los tipos de edificaciones por las mismas razones indicadas.

Subregla (13). A fin de prevenir peligros de electrocución, cuando los tomacorrientes estén ubicados en baños y cuartos de aseo e instalados a 3 m de los lavamanos, bañeras o duchas, se requiere que estos tomacorrientes sean protegidos mediante un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A. Esta regla hace una excepción, para los tomacorrientes de las conjuntos habitacionales, que se encuentran instalados en los baños o cuartos de aseo de acuerdo con los requerimientos de la Regla 150-702(13) que se aplican a los equipos de lavandería. Se ha incluido una Nota en el Anexo B para aclarar la dimensión de 3 m .

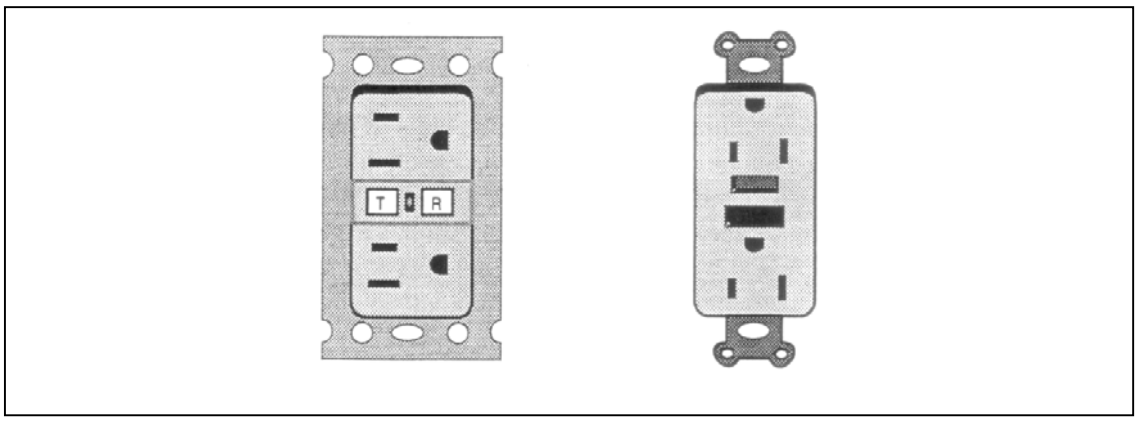


Figura 150-700
Tomacorrientes con Interruptor de Falla a Tierra

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

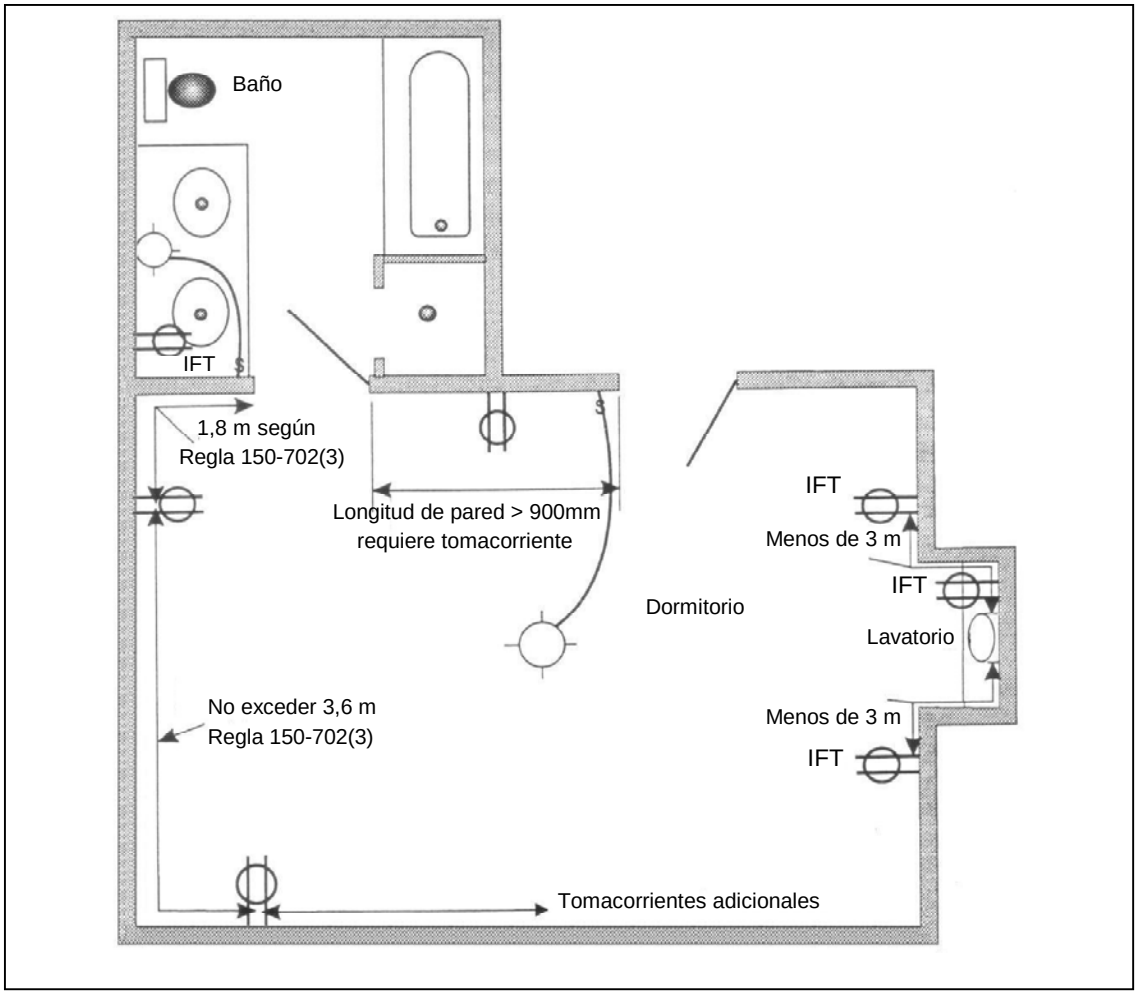


Figura 150-700 (13)
Tomacorrientes que Requieren Protección de Falla a Tierra

Sustento de la Regla 150-702. Cuando se leen las Reglas 150-702 y 150-704, se tiene una idea clara sobre el objetivo de la definición de los siguientes términos: Vivienda residencial, Unidad de Vivienda; y Vivienda unifamiliar. Cuando la regla no especifica el tipo de vivienda (por ejemplo, unidad de vivienda), entonces se aplica a todos los conjuntos habitacionales.

Cuando recién llegó la electricidad a los hogares, ésta fue utilizada para proporcionar alumbrado fijo. Por lo tanto, al principio, no hubo necesidad de instalar tomacorrientes en las casas. De manera gradual, diversos tipos de electrodomésticos salieron al mercado, y por un tiempo, se consideraba que un tomacorriente en cada habitación era suficiente. Sin embargo, con bastante frecuencia el tomacorriente no estaba ubicado en el lugar donde el miembro del hogar lo necesitaba, y los cordones de extensión se volvieron "indispensables". Era común leer en las informaciones sobre incendios: "incendio debido a la instalación defectuosa del alambrado eléctrico". Una investigación más cercana reveló el uso indebido de los cordones de extensión en muchos lugares: cordones demasiado pequeños tendidos por debajo de alfombras, linóleos, por debajo de los empapelados, etc. Se reconoció la necesidad de la instalación de más tomacorrientes en las unidades de vivienda a fin de reducir el empleo de cordones de extensión y asegurar el uso seguro de los electrodomésticos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Esta regla explica de manera muy detallada todos los lugares de los conjuntos habitacionales donde es necesario la instalación de tomacorrientes.

A fin de asegurar que los tomacorrientes requeridos según esta regla son compatibles con los enchufes de las lámparas, electrodomésticos, dispositivos, etc., los tomacorrientes deben presentar cualquier de las configuraciones que se muestran en el Diagrama 1.

Propósito de la Regla 150-702. (Véanse las Figuras 150-702 y 150-702(16))

Subregla (1). Se han identificado las paredes "terminadas", al efecto de esta regla, a fin de esclarecer la colocación de los tomacorrientes de aplicación general.

Un ejemplo es que cuando las paredes de un sótano estén aisladas y se desea cubrir las paredes con un material de acabado para paredes a fin de proteger la integridad del aislamiento de la pared, siempre que el material de acabado para paredes no esté a 450 mm del nivel del piso, el área no debe ser considerada una pared terminada, al efecto de esta regla.

Subregla (2). Los tomacorrientes que son utilizados en las unidades de vivienda presentan configuraciones estándares lo cuales se indican en el Diagrama 1. Se requiere que los electrodomésticos con un consumo nominal de 15 A sean considerados como instalación fija y necesitan medios adecuados de desconexión y protección, y deben ser suministrados desde un circuito derivado dedicado.

Subregla (3). Se requiere asegurar que un número adecuado de tomacorrientes sea instalado en toda una unidad de vivienda a fin de facilitar el empleo de los electrodomésticos y minimizar la utilización de los cordones de extensión. Se han identificado las áreas donde debe ser necesario la instalación de tomacorrientes de aplicación general; en algunos casos es necesario instalar un tomacorriente cada 1,8 m del espacio de pared, y en otros casos tales como en los pasillos, cada 4,5 m (Véase la Subregla (11)), y en otras áreas sólo debe ser necesario un tomacorriente (Véanse las Subreglas (12) y (13)). Las demás Subreglas tratan sobre los tomacorrientes específicos para los electrodomésticos de alta potencia en vatios. Se requiere que, en el lugar de los tomacorrientes de aplicación general, ningún punto a lo largo de la línea del piso de cualquier espacio de pared utilizable esté a más de 1,8 m de un tomacorriente. Para aclarar el sentido de "espacio de pared utilizable" Véase la Subregla (6).

Subregla (4). Muchas unidades de vivienda cuentan con balcones acoplados o porches que pueden o no estar cerrados hacia elementos externos. Se requiere por lo menos un tomacorriente de aplicación general doble, en cada balcón o porche cerrado que no esté clasificado como una habitación o área terminada de acuerdo con la Subregla (1).

Subregla (6). Se reconoce que no todos los espacios de pared terminada son apropiados para colocar o ubicar electrodomésticos y por lo tanto se ha excluido el requerimiento para tomacorrientes en todos los espacios de pared terminada de menos de 900 mm de ancho. Las entradas o espacios de las puertas, el área detrás de la puerta cuando ésta se encuentra totalmente abierta, las ventanas que se extienden hasta el piso, las chimeneas y cualquier otra instalación similar permanente no son considerados espacios de pared utilizables y por lo tanto no se aplica ningún requerimiento en cuanto a los tomacorrientes.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Subregla (7). En una unidad de vivienda la mayoría de los electrodomésticos de alta potencia en watts son utilizados en el área de la cocina, y a fin de facilitar el uso de estos electrodomésticos se han especificado requerimientos detallados para los tomacorrientes.

En el Acápite (a) se requiere que un tomacorriente sea instalado para cada refrigeradora colocada en el área de la cocina.

En el Acápite (b) se requiere que cuando se disponga de una tubería de suministro de gas o una salida de conexión para el gas provista para una cocina de gas autosoportada, se debe instalar un tomacorriente detrás de la cocina de gas. Este tomacorriente debe suministrar los requerimientos eléctricos para una cocina de gas autosoportada y pueda ser alimentado por cualquier circuito de aplicación general.

En el Acápite (c) se requiere que se ubique un tomacorriente a lo largo de la pared detrás de las superficies de trabajo de mostradores (se excluye el fregadero, los equipos empotrados y las superficies de trabajo aisladas con menos de 300 mm de largo medido a lo largo de la pared) y debe ser colocado de tal manera que ningún punto medido a lo largo de la línea de pared se encuentre a más de 900 mm de un tomacorriente.

En el Acápite (d) se requiere por lo menos de un tomacorriente doble en el área del comedor que forma parte de la cocina, a fin de facilitar el uso de tostadoras, cafeteras, etc.

Consideraciones de Campo de la Regla 150-702. En algunas unidades de vivienda con un estilo de arquitectura abierta a veces resulta difícil determinar si el comedor está separado de la cocina o no. En caso de que éste forme parte de la cocina, se deben aplicar los requerimientos de este Acápite y la Regla 150-704(6). En caso de que el comedor sea una habitación o área separada, entonces se deben aplicar los requerimientos de la Subregla (3).

Subregla (8). Se sabe que existen instalaciones de tomacorrientes en una lado de la superficie de trabajo del mostrador de una cocina que han sido diseñadas para personas con limitaciones físicas. Estos tomacorrientes se añaden a los requerimientos de la Subregla (7) y no reemplazan a los tomacorrientes requeridos para las paredes detrás de las superficies de trabajo de los mostradores.

Subregla (9). Las áreas que se encuentran detrás y directamente frente al fregadero de la cocina están expuestas a salpicaduras de agua y no se permite la instalación de tomacorrientes en estos lugares. Puede surgir otro peligro debido a los cordones del enchufe tendidos en el agua, o los enchufes que son instalados y retirados por personas con las manos mojadas.

Subregla (10). A fin de evitar el peligro de electrocución e incendios debido a los líquidos que son derramados sobre las superficies de trabajo de los mostradores o durante su limpieza, esta Subregla prohíbe la instalación de tomacorrientes boca arriba de las superficies de trabajo.

Subregla (11). A fin de facilitar el uso de aspiradoras portátiles o electrodomésticos similares, se debe instalar un tomacorriente de tal forma que ningún punto medio en el pasillo se encuentre a más de 4,5 m de un tomacorriente. La medida de 4,5 m puede pasar a través de una abertura que no corresponda a una puerta.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Subregla (12). El área o habitación de lavandería, el cuarto de servicio o área de sótano no terminado, quedan eximidos de los requerimientos para los tomacorrientes de la Subregla (3); sin embargo, se requiere de un tomacorriente doble simple en cada una de estas áreas.

Subregla (13). Para utilizar los artefactos de higiene personal, se requiere que un tomacorriente sea ubicado adyacente al lavamanos, en cada baño o cuarto de aseo. Se debe prestar atención al significado del término "cuarto de aseo", ya que en esta Subregla se incluye a un dormitorio con lavamanos. Véase la Figura 150-700(13).

Subregla (14). A fin de evitar peligros de electrocución a las personas que estén tomando un baño o duchándose y que se pongan en contacto con artefactos eléctricos o tomacorrientes , se requiere que los tomacorrientes de los baños sean ubicados a no menos de 500 mm, y de preferencia a 1 m de la bañera o ducha.

Subregla (15). En las unidades de vivienda que cuenten con ambientes combinados de baño y lavandería, debe ser necesario instalar un tomacorriente para la lavadora detrás de la lavadora y ubicado a no más de 600 mm sobre el nivel del piso.

Subregla (16). No se debe colocar tomacorrientes en aparadores/armarios de pared, a menos que:

(a) el tomacorriente sea parte integral de un recinto así montado en fábrica certificado según normas (la norma requiere que el tomacorriente sea desenergizado a no ser que la puerta del recinto esté totalmente abierta); o

(b) hayan sido diseñadas para ser utilizadas con un artefacto electrodoméstico específico, es decir, debe ser permisible la instalación de un tomacorriente en un aparador/armario de pared para una batidora de alimentos montada en una repisa giratoria; o

(c) hayan sido diseñadas para ser utilizadas con hornos microondas.

Subregla (17). El objetivo que se persigue es que cuando se instale un tomacorriente en un aparador, armario o recinto similar, el tomacorriente sea desenergizado a no ser que la puerta permanezca totalmente abierta. Una excepción de este requerimiento está relacionado con el lavaplatos conectado con cordón, calentadores de agua en la línea, trituradoras de desechos y otros artefactos similares. No se quiere que el artefacto sea enchufado a un tomacorriente y luego que alguien dañe el cordón mientras trate de cerrar la puerta del aparador, o que un artefacto de cocina o calentamiento sea enchufado y mantenido así con la puerta de aparador cerrada, provocando de esta manera graves peligros de incendio.

Subregla (18). A fin de facilitar el empleo del equipo eléctrico en el exterior, se requiere prever la instalación de un tomacorriente en un lugar de fácil acceso en la parte externa de cada vivienda unifamiliar. Este tomacorriente debe de ser ubicado a una altura en la que sea accesible sin la necesidad de utilizar escaleras o sillas. Véase la Nota del Anexo B.

Consideraciones de Campo de la Regla 150-702. Este requerimiento se limita a una vivienda unifamiliar y no es aplicable a las conjuntos habitacionales tales como edificios de departamentos, los cuales, a pesar de que son denominados unidades de vivienda, no son considerados según la definición viviendas unifamiliares.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Subregla (19). Cuando se utilizan equipos eléctricos en el exterior, la posibilidad de que ocurra una descarga eléctrica está presente, si es que el equipo se moja o daña. Se requiere que todos los tomacorrientes instalados a la intemperie de las viviendas unifamiliares, y ubicados a menos de 2,5 m del nivel del terreno o piso terminado, sean protegidos mediante un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A. Véase la Figura 10-408(4).

Este requerimiento no se aplica a los tomacorrientes instalados a más de 2,5 m del nivel del piso ya que éstos probablemente han sido provistos para facilitar la conexión de alumbrado decorativo. Resulta poco probable que el tomacorriente sea utilizado para artefactos tales como parrillas, segadoras de césped, podadoras o aparatos similares de uso al aire libre.

Subregla (20). Para la reparación de automóviles debe ser necesario conectar lámparas, equipos eléctricos portátiles y equipo similar. Por este motivo, se requiere como mínimo un tomacorriente doble que debe ser instalado para cada espacio de auto en el garaje o cochera de una vivienda unifamiliar. Véase la Figura 150-704(10).

Subregla (22). Algunos artefactos o aparatos para alumbrado externo vienen equipados con un tomacorriente complementario. Dichos tomacorrientes así como aquellos ubicados dentro de armarios y aparadores, según lo permite la Subregla (16), o los tomacorrientes ubicados a más de 1,7 m sobre el nivel del piso, no deben de sustituirse por cualquiera de los tomacorrientes requeridos por esta regla.

Subregla (23). Se debe tener conocimiento de los requerimientos que estipulan que la mayoría de las habitaciones de un conjunto habitacional deben estar provistos de un artefacto de alumbrado controlado mediante un interruptor de pared. Sin embargo, el artefacto de alumbrado puede ser obviado siempre que exista un tomacorriente en la habitación, controlado mediante un interruptor de pared. El objetivo que se persigue es que una lámpara enchufada en la mitad del tomacorriente doble servirá de la misma forma que una artefacto de alumbrado, mientras que la otra mitad sin interruptor debe ser utilizada para una aplicación normal y por lo tanto debe cumplir con el propósito de la Subregla (3).

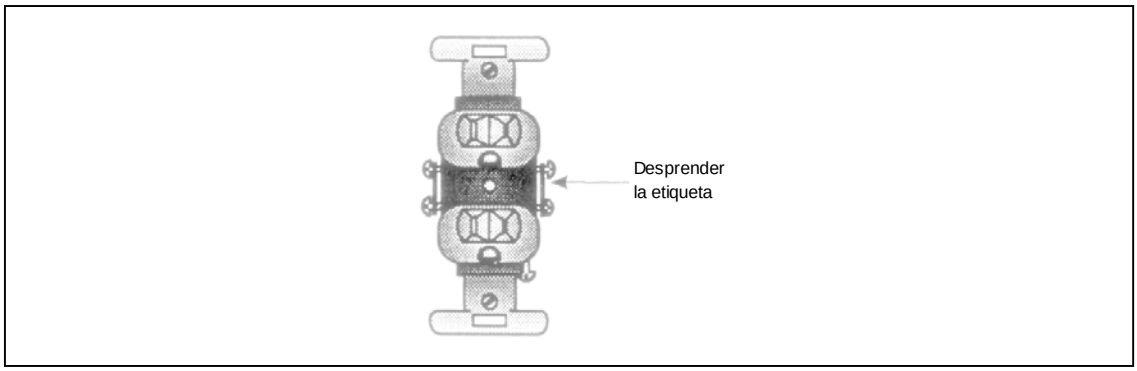


Figura 150-702
Tomacorriente Doble

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

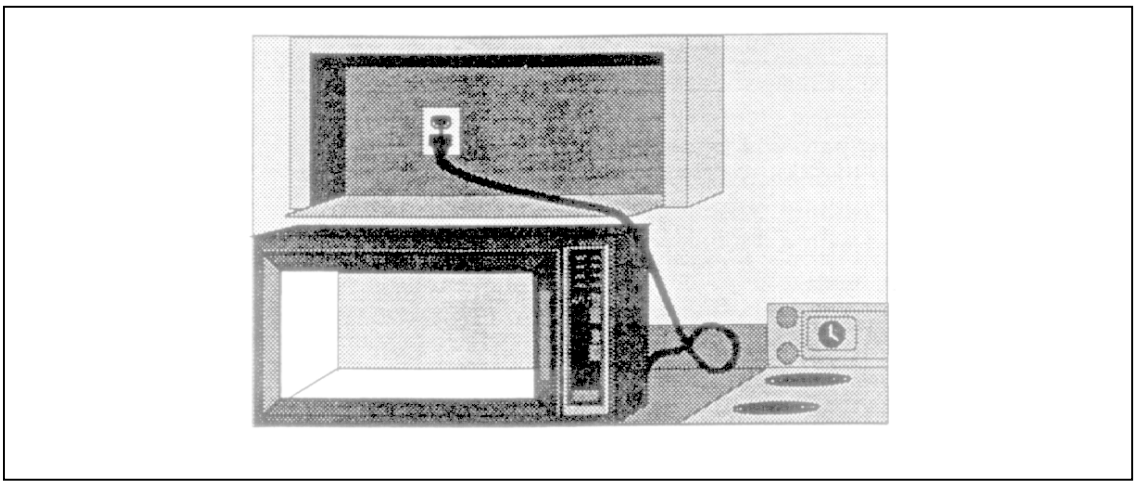


Figura 150-702 (16)
Tomacorriente Oculto para Horno Microondas

Sustento de la Regla 150-704. Al leer las Reglas 150-702 y 150-704, se tiene una idea más clara del propósito de la definición de los términos: Conjuntos habitacionales, Unidades de Vivienda; y viviendas unifamiliares. Cuando la regla no especifica el tipo de vivienda (por ejemplo, unidad de vivienda), entonces quiere decir que ésta se aplica a todos los conjuntos habitacionales.

Esta regla intenta asegurar que cada unidad de vivienda cuente con un suficiente número de circuitos derivados que cumplan con las necesidades de los artefactos eléctricos que por lo general se utilizan en las unidades de vivienda residenciales y se suministre los tomacorrientes requeridos según la Regla 150-702 de modo que no se produzcan sobrecargas innecesarias.

Se puede argumentar que no habrá necesidad de limitar el número de salidas de un circuito derivado, ya que en caso de que fuera a ocurrir una sobrecarga, el dispositivo de sobrecorriente funcionará y no habrá ningún peligro. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que cuando un fusible se funde u ocurre un disparo de los circuitos derivados durante un funcionamiento normal, existe una tendencia a suprimir las propiedades de seguridad (por sobrefusión, o por utilizar conductores en lugar de fusibles, etc.), provocando situaciones peligrosas. En consecuencia, se ha comprobado la necesidad de limitar el número de salidas que se debe conectar al circuito (para un ejemplo, Véase la Regla 070-3000(1)).

Propósito de la Regla 150-704. (Véanse las Figuras 150-704-1 y 150-704(10)).

Subregla (1). La primera prioridad debe ser asegurar que las salidas o equipos eléctricos de una unidad de vivienda particular sean conectadas al tablero de mandos de dicha unidad de vivienda (tal como lo requiere la Regla 150-400). Esto permite a sus habitantes controlar y tener acceso a su tablero de mandos.

Subregla (2). Se requiere un circuito derivado individual para un congelador. Algunos congeladores toman una corriente relativamente alta, y el enchufe de otro artefacto en el mismo circuito puede ocasionar que el dispositivo de sobrecorriente se abra. En

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

caso de que esto pasara desapercibido, no habrá peligro eléctrico alguno, pero la pérdida de los alimentos congelados en el congelador puede ser considerable.

Subregla (7). En el cuarto o área de lavandería, se debe montar un circuito derivado individual para los tomacorrientes instalados para ser utilizados para lavadoras y planchas.

Subregla (10). Como mínimo se debe instalar un circuito en el garaje o cochera. Este circuito puede suministrar no sólo al tomacorriente del garaje, sino también a los artefactos de alumbrado y a los dispositivos de accionamiento de las puertas de los garajes.

Subregla (11). Se debe instalar un circuito derivado individual para el tomacorriente montado en el recinto para hornos microondas empotrados.

Subregla (12). Un sistema de vacío central es un artefacto de alta potencia en watts y por lo tanto requiere de un circuito derivado individual para evitar una apertura innecesaria del dispositivo de sobrecorriente.

Consideraciones de Aplicación de la Regla 150-704. Se sabe que la longitud de un tramo de cable puede ocasionar el disparo indeseado del interruptor de falla a tierra (GFCI) Clase A. La fuga capacitiva siempre está presente entre el conductor vivo y el conductor puesto a tierra de un sistema eléctrico puesto a tierra. Los disparos indeseados pueden surgir cuando la corriente de fuga a tierra es suficientemente grande que desconecta el interruptor de falla a tierra (GFCI). Un buen procedimiento de diseño que evita los disparos indeseados es limitar la longitud del cable protegido a 60 m . Esto puede requerir la reubicación del interruptor de falla a tierra más cerca del lugar de las salidas. Para los valores de disparo de un interruptor de falla a tierra, Véase la Nota del Anexo B para la Sección 010.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

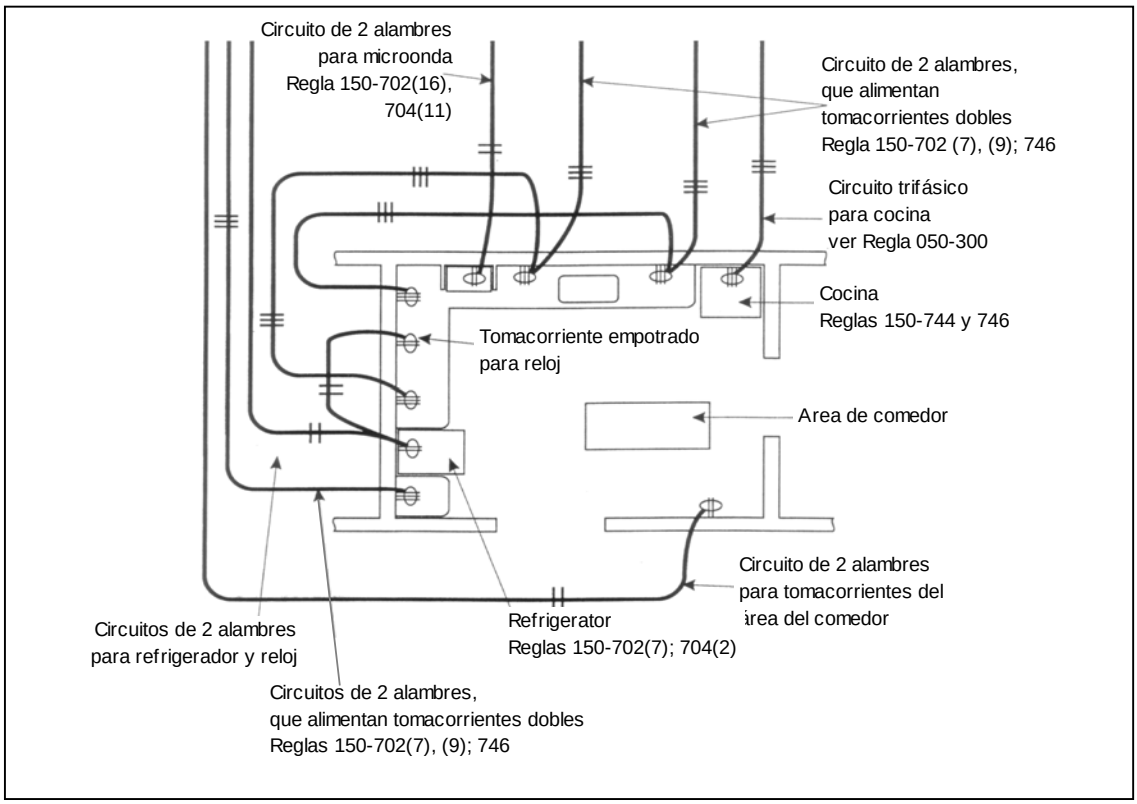


Figura 150-704-1
Tomacorrientes en Cocina

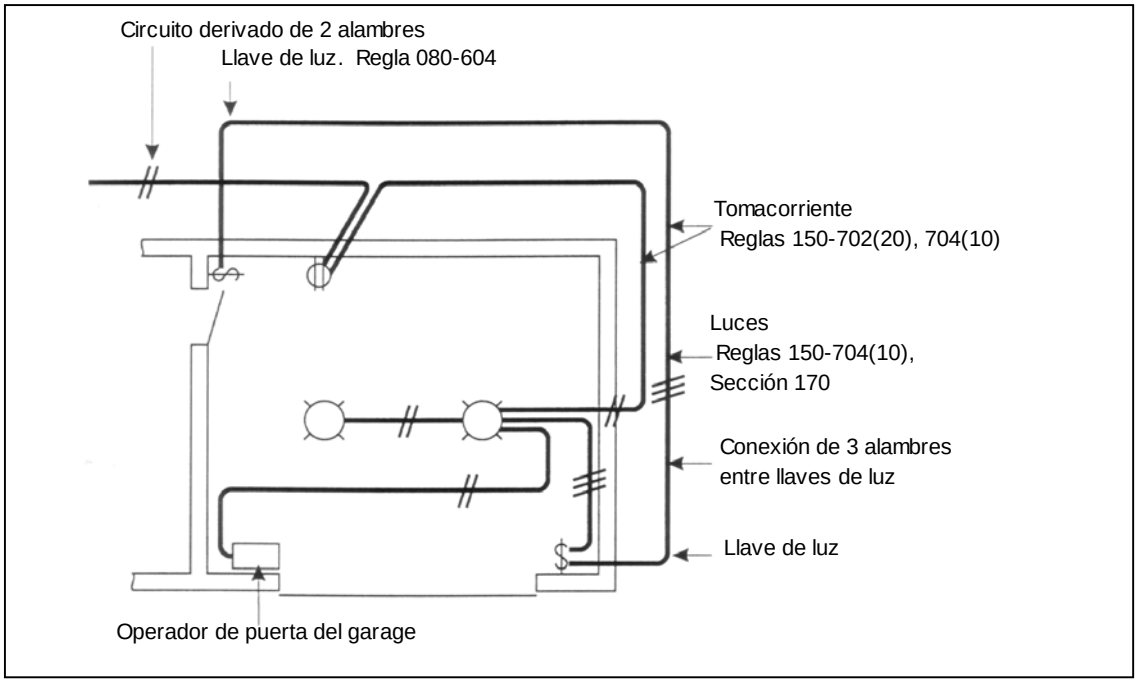


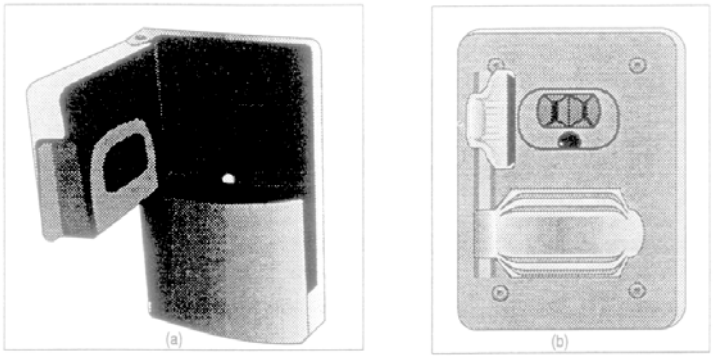
Figura 150-704 (10)
Instalación Típica en Garaje

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 150-708. Los tomacorrientes instalados a la intemperie pueden verse desfavorablemente afectados por la lluvia y/o nieve, creando un peligro de incendio o electrocución.

Propósito de la Regla 150-708. (Véase la Figura 150-708). Ya que muchos artefactos eléctricos han sido concebidos para ser utilizados a la intemperie, resulta necesario instalar tomacorrientes en exteriores. En algunos casos, es posible ubicar dichos tomacorrientes en lugares donde están protegidos contra las condiciones atmosféricas (por ejemplo, debajo de aleros, o voladizos). Sin embargo, en caso de ser probable que la parte frontal del tomacorriente esté expuesta a la lluvia o nieve, debe ser necesario el empleo de placas de cubierta protegidas contra agentes atmosféricos. Si los tomacorrientes son instalados boca abajo, a un ángulo de por lo menos 45º, es poco probable que se vean afectados por la lluvia o nieve y por lo tanto no deben ser considerados expuestos.

Cuando se utilizan placas de cubierta protegidas contra agentes atmosféricos, éstas deben ser herméticas de tal manera que formen un sello adecuado contra dichos agentes atmosféricos. De esta forma, si se instala un tomacorriente doble en una caja de salida empotrada de acuerdo con la Regla 070-3018, la cubierta debe ser mantenida en el lugar con un solo tornillo (en la parte central de la cubierta). Sin embargo, si se instala un tomacorriente doble en una caja de salida de montaje de superficie, la placa de cubierta debe ser mantenida en el lugar mediante cuatro tornillos o su equivalente. En caso de utilizarse un solo tornillo de montaje, los objetos pueden engancharse en el borde de la cubierta y puede ser arrancado de la caja, rompiendo el sello contra los agentes atmosféricos.



(a) Sobre caja montada a nivel (empotrda); asegurada con un tornillo.
(b) Sobre caja montada en la superficie; asegurada con cuatro tornillos

Figura 150-708
Placas de Cubierta a Prueba de Agua

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Calentadores Eléctricos y Artefactos para Cocina

Sustento y Propósito de la Regla 150-740. Esta regla establece un requerimiento general de sentido común para la ubicación de los artefactos eléctricos de cocina y calefacción no portátiles.

Sustento de la Regla 150-742. Esta regla estipula los requerimientos para la conexión de cocinas incorporadas individuales.

Propósito de la Regla 150-742. (Véanse las Figuras 150-742-1 y 150-742-2). Una cocina eléctrica estándar cuenta con cuatro elementos superficiales y uno o dos hornos y probablemente tendrá una capacidad nominal total menor de 16 kW . La Regla 050-300(1) señala la manera cómo calcular la dimensión del circuito derivado para alimentar dicha cocina, la cual es de 40 A para una estándar. La Regla 050-300(2) permite que dos o más cocinas incorporadas individuales sean consideradas como una cocina.

Cabe recalcar que existe un límite sobre la longitud de los conductores de derivación para los equipos que tengan una protección contra sobrecorriente integral, similar a los requerimientos de la Regla 080-100.

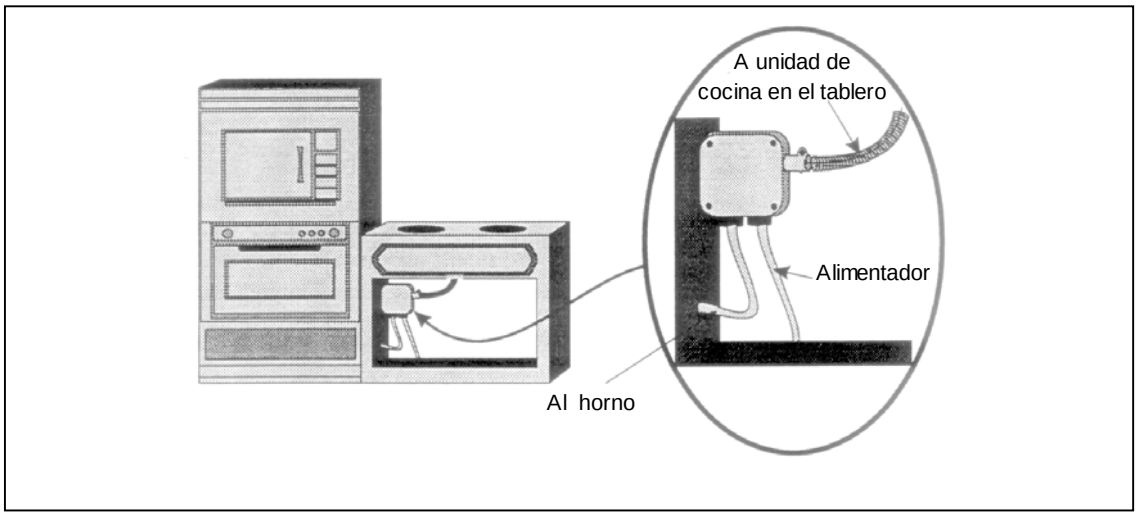


Figura 150-742-1
Unidades Separadas de Cocina Armadas en Fábrica con Protección de Sobrecorriente Integral

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

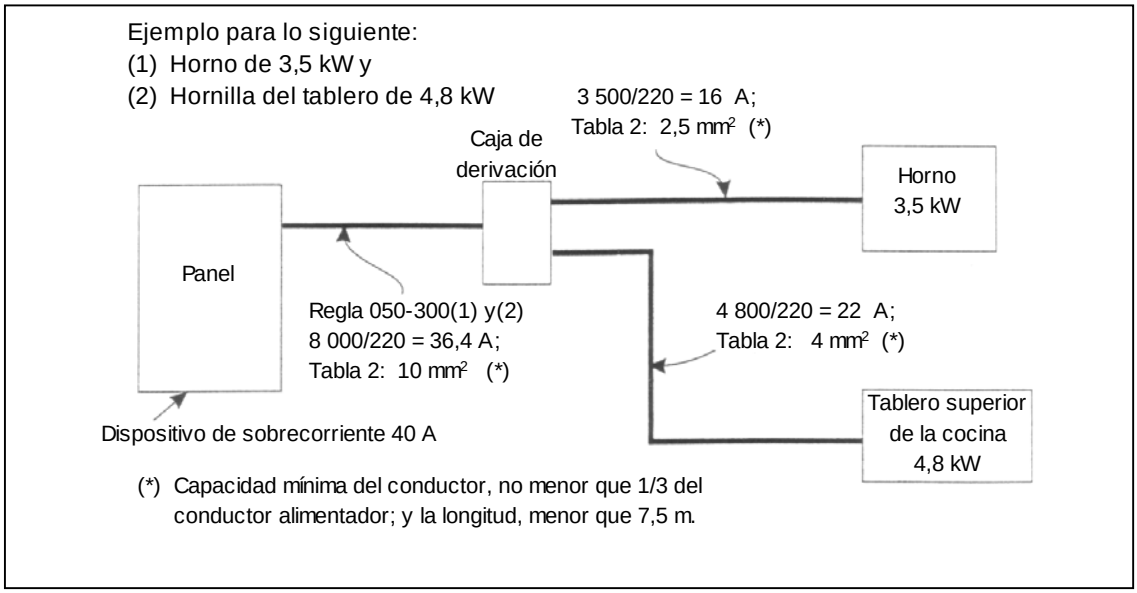


Figura 150-742-2
Dimensionado del Conductor de Toma para Unidades Separadas de Cocinas Armadas en Fábrica

Sustento de la Regla 150-744. Esta regla establece el método de conexión de los artefactos a la fuente de energía eléctrica requerida.

Propósito de la Regla 150-744. En primer lugar, se formula el enunciado general que para los artefactos eléctricos de cocina y calefacción, sólo debe haber un punto de conexión para su suministro. En caso de que estos artefactos necesiten servicio técnico, se debe desconectar la alimentación, de modo que el servicio técnico pueda llevarse a cabo de una manera segura. Si es que hubiera más de un punto de conexión y sólo se desconectara un circuito derivado, puede existir una condición poco segura.

La mayoría de los artefactos eléctricos de cocina y calefacción de alto potencia cuentan con una caja de empalme o conexión incorporada, de tal manera que el artefacto puede conectarse utilizando cualquiera de los métodos de alambrado estándares especificados en la Sección 070. En el caso de las secadoras de ropa y cocinas eléctricas, por lo general esto significa ya sea utilizar un cable no metálico enchaquetado o uno blindado. Estos equipos deben ser conectados a un interruptor automático o interruptor con fusibles alimentado desde un circuito derivado dedicado. Así, cada vez que se instale o traslade un artefacto de un lugar a otro, se hace necesario contratar a un técnico electricista calificado para conectarlo o desconectarlo y reconectarlo. Este tipo de trabajos no deben ser realizados por personas no calificadas, a fin de evitar conexiones inadecuadas y poco seguras.

Esta regla tiene el propósito que en cada unidad de vivienda nueva donde se requiera el uso de secadoras de ropa eléctricas y/o cocinas eléctricas con un consumo nominal menor de 15 A, se instale un tomacorriente para este fin y, cuando sea conveniente, este tomacorriente debe ser del tipo empotrado. Todas las cocinas eléctricas y secadoras de ropa nuevas de dicha capacidad nominal vienen equipadas con un cordón y enchufe apropiados, de modo que éstas puedan ser fácilmente enchufadas al

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

tomacorriente de una manera segura, y no sea necesario contratar a personas calificadas.

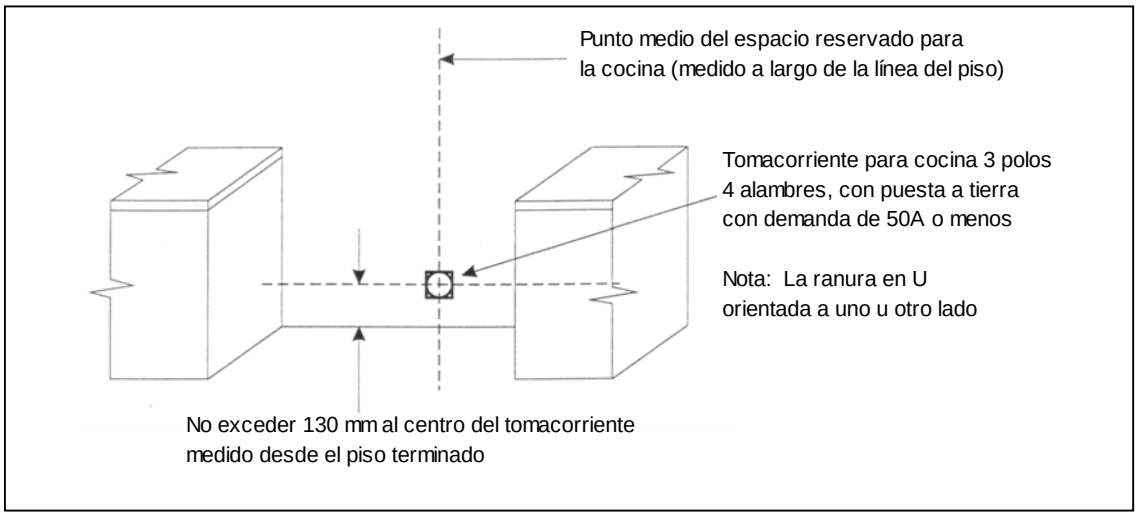


Figura 150-744 (c)
Ubicación de Tomacorrientes para Cocina en Zona de Paso Libre

Sustento de la Regla 150-746. Esta regla establece los requerimientos que deben aplicarse a los circuitos derivados y a los métodos de control de los artefactos cuyo consumo exceda de 1 500 W .

Propósito de la Regla 150-746. (Véase la Figura 150-746). Para los artefactos cuyo consumo sea 1 500 W o menos, se considera aceptable suministrar un número de dichos artefactos desde un circuito derivado simple. Sin embargo, en caso de que el consumo del artefacto exceda de 1 500 W, debe haber un circuito derivado individual únicamente para el suministro de dichos artefactos particulares. Algunas veces, especialmente con las instalaciones eléctricas antiguas, puede surgir la necesidad de añadir otro artefacto, pero el sistema eléctrico no tendrá la capacidad para otro circuito derivado. En consecuencia, se permite que dos o más equipos de cocina incorporadas individuales sean conectados al mismo circuito derivado siempre que sean instalados de tal manera que el circuito esté adecuadamente dimensionado y protegido para cada artefacto y exista la seguridad de que el circuito no debe ser sobrecargado. Por ejemplo, considere una fábrica que utiliza un aparato de calefacción cuyo consumo es de 32 A conectado a un circuito de 40 A . En caso de que en algún momento surgiera la necesidad de utilizar una pieza diferente del equipo eléctrico que también tenga una consumo nominal de 32 A, la segunda pieza del equipo puede ser conectada a este circuito utilizando un interruptor de dos direcciones, de modo que pueda utilizarse únicamente una pieza del equipo a la vez. El circuito de suministro debe ser dimensionado de manera apropiada, el circuito no podrá ser sobrecargado y cualquier pieza del equipo que se utilice en cualquier momento particular debe ser adecuadamente protegida.

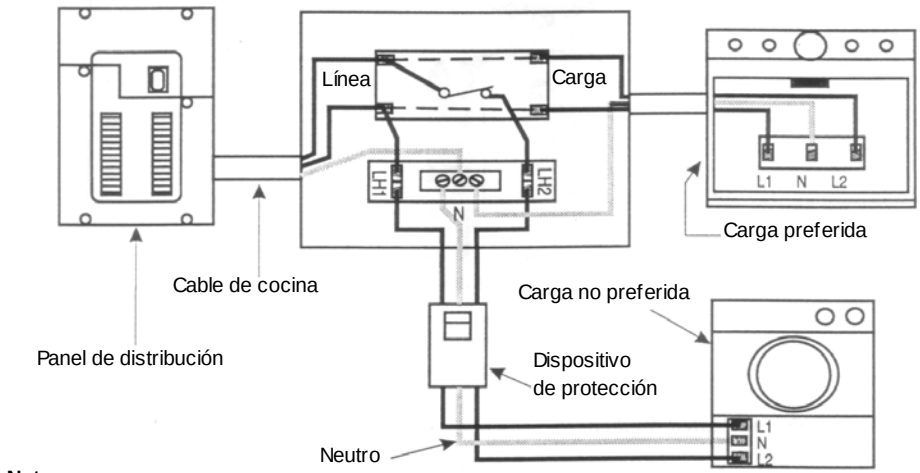
Otro ejemplo sería, una casa antigua con un tablero de mandos de servicio y distribución relativamente pequeño, cuyo habitante acaba de comprarse una secadora de ropa y no dispone del circuito requerido. La Subregla (1)(b) permite la instalación de un "ahorrador de carga" (Véase la Figura 150-746), el cual puede conectarse al circuito de la cocina y actuar como un interruptor de dos direcciones. La cocina debe

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ser considerada la carga preferida; en caso de que la secadora estuviera funcionando y el usuario intentara utilizar la cocina, una vez que la corriente consumida por la cocina alcance el límite del circuito, la carga menos preferida (la secadora) debe ser automáticamente "descargada" hasta que el uso de la carga preferida (cocina) sea interrumpida, entonces la carga menos preferida (la secadora) debe ser reenergizada automáticamente.

Asimismo, se requiere que cada artefacto eléctrico de cocina y calefacción cuente con una interruptor con indicador o señalizador, ya sea en el circuito o en el artefacto. Al decir interruptor con indicador se refiriere a aquél que permite determinar visualmente si el interruptor está en la posición cerrado o abierto. En caso de existir más de un elemento de calefacción individual y cada elemento es controlado por su propio interruptor, no debe ser necesario proporcionar ningún interruptor principal; como ejemplo se puede citar una cocina eléctrica, donde cada hornilla cuenta con su propio interruptor.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Notas:

(1) El ahorrador tiene compensación de temperatura y no es afectado por cambios de la temperatura.

(2) El ahorrador es ajustado a un nivel predeterminado para rechazar la carga no preferida, y sellado antes del embarque.

(3) Dado que la llave de rechazo de carga es monopolar, es necesario seguir el diagrama de alambrado para evitar realimentar cualquier motor en los electrodomésticos.

Figura 150-746
Uso de Ahorrador de Carga

Sustento de la Regla 150-748. Esta regla requiere el uso de medios visuales de indicación cuando se energicen ciertos tipos de artefactos de calefacción.

Propósito de la Regla 150-748. (Véase la Figura 150-748). En muchas aplicaciones comerciales e industriales se utilizan artefactos de calefacción y puede ocurrir incendios si es que estos artefactos se dejan energizados por un período largo de tiempo, especialmente en las áreas que pueden dejarse desatendidas por periodos prolongados. Por lo tanto, se requiere de algunos medios visuales que adviertan a los ocupantes habituales del área si dichos artefactos han sido dejados encendidos. Se puede utilizar un simple interruptor de pared con una luz piloto color rojo.

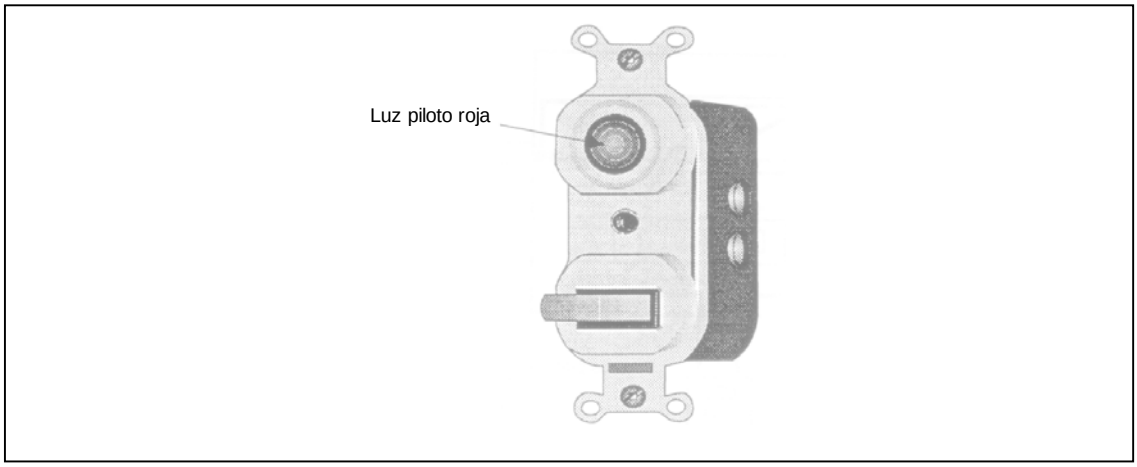


Figura 150-748
Interruptor con Luz Piloto Roja para Electrodomésticos con Generación de Calor

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 150-750. (Véase la Figura 150-750). Prácticamente cada edificación tiene la necesidad de contar con un suministro de agua caliente y por lo tanto es equipada con un depósito de agua caliente. La mayoría de éstos pueden ser calentados eléctricamente. Si se deja que el agua de dicho depósito se recaliente demasiado, puede ocasionar quemaduras al usuario. Es por esta razón que se insiste en que el circuito derivado debe ser controlado por termostatos para que la temperatura del agua no exceda de 90 ºC . Ya que el requerido termostato puede fallar, debe ser necesario contar con una protección de reserva que abra el circuito en caso de que el agua alcance la temperatura de 96 ºC . Este dispositivo de protección a menudo consta de un fusible de hilo descubierto instalado dentro del termostato. Estos controles son dispositivos de seguridad muy importantes y nunca deben de ser retirados del circuito. Sin ellos, se puede acumular temperaturas extremadamente altas, y en algunos casos, los depósitos explotarían debido a la presión producida por el recalentamiento del vapor. Por esta razón, la mayor parte de los reglamentos de instalaciones sanitarias ahora también requieren la instalación de válvulas de desahogo de presión y temperatura.

Si el depósito de agua caliente se instala en un aparador, debe ser importante asegurar que las conexiones de suministro, las cubiertas de servicio y las indicaciones de la placa de identificación se encuentren fácilmente accesibles.

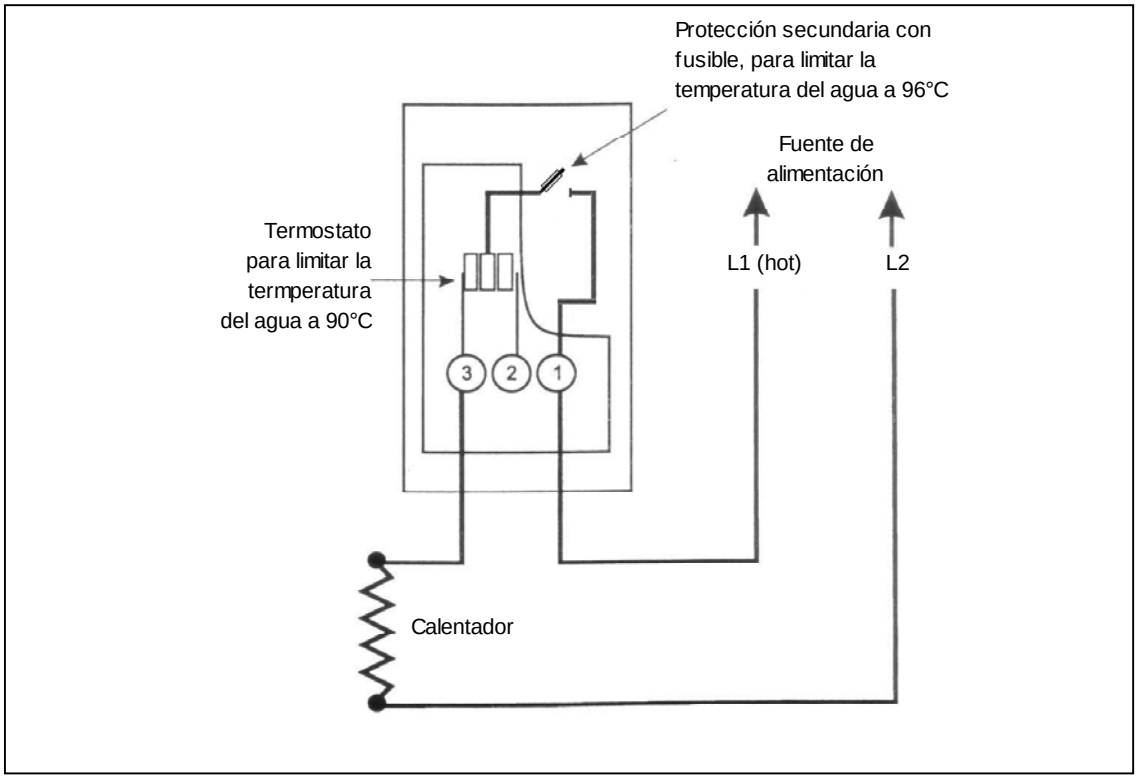


Figura 150-750
Termostato para Calentadores de Agua con Tanque de Almacenamiento

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 150-752. Esta regla establece los requerimientos básicos para las instalaciones eléctricas que implican lámparas secadoras infrarrojas.

Propósito de la Regla 150-752. En la mayoría de los casos, cuando es necesario utilizar lámparas infrarrojas para el proceso de secado, debe ser conveniente contar con un equipo eléctrico específicamente diseñado y aprobado para dicho fin. Sin embargo, puede presentarse una situación en que sería conveniente construir el equipo en el campo. En consecuencia, se ha desarrollado unos cuantos requerimientos básico relacionados esencialmente con los tipos de portalámparas que pueden utilizarse. Asimismo, existe una cláusula permisiva, que permite el funcionamiento en serie de un número de lámparas en caso de que existan tensiones más altas.

Sustento de la Regla 150-754. El propósito de esta regla es asegurar que el control del motor del ventilador de un sistema de ventilación de un equipo de cocina comercial pueda ser fácilmente accesible en una situación de emergencia.

Propósito de la Regla 150-754. Otros reglamentos y normas especifican cuándo y cómo deben ventilarse los equipos de cocina comercial. Por ejemplo, se requiere que el sistema de ventilación de un restaurante y otros equipos de cocinas comerciales sean diseñados, construidos e instalados de conformidad con las normas de protección contra incendios. Es bastante común que se produzca incendios en dichos lugares, y el funcionamiento de un ventilador puede empeorar la situación. De esta manera, es importante que las personas que trabajen alrededor de los equipos eléctricos puedan apagar dicho ventilador y por lo tanto, el control debe de estar ubicado en un lugar donde sea fácilmente accesible, incluso durante un incendio.

Sustento de la Regla 150-756. Esta regla establece los requerimientos que se aplican a los equipos de calefacción dieléctricos e inductivos para la protección contra peligros de electrocución, ya que en condiciones de funcionamiento normales existen altas tensiones y energía inducidas de alta frecuencia. Esta regla se aplica principalmente a los equipos de calefacción industrial. Por lo general el calentamiento por inducción se relaciona con el tratamiento de metal. Esto se realiza exponiendo el metal a un flujo magnético alternado. A este respecto, la frecuencia utilizada por lo general depende del tamaño y el tipo del horno empleado y puede variar de 60 ciclos hasta varios cientos de kilociclos.

Con frecuencia se utiliza el calentamiento dieléctrico para el calentamiento a temperaturas moderadas de ciertos materiales que presentan baja conductividad térmica (por ejemplo, vulcanización de caucho, secado de madera y goma de fijación en el contraplacado de madera, secado de textiles, y ablandamiento de plásticos). Esto se realiza colocando el material entre las placas de metal o electrodos y aplicando la tensión apropiada.

Propósito de la Regla 150-756. Con la aplicación de este requerimiento se tiene el propósito de asegurar una instalación correcta, de un equipo que no sea moto/generador y permitir que la protección contra sobrecorriente del circuito sea hasta 200% de la capacidad del circuito. La carga de arranque del equipo moto/generador es considerablemente más alta que otros tipos de cargas, ésta es tratada en la Sección 160. Asimismo, se espera que las partes metálicas no portadoras de corriente que están expuestas sean enlazadas equipotencialmente a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 150-758. Los calentadores de agua con elemento desnudo cuentan con un elemento de calefacción desnudo sumergido en el agua del depósito que calienta el agua. Estos calentadores de agua, si es que son instalados correctamente y puestos a tierra, no representan ningún peligro.

Propósito de la Regla 150-758. Se requiere que los calentadores de agua con elemento desnudo estén permanentemente conectados a un circuito derivado individual de un sistema de puesta a tierra y protegidos con un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A. Asimismo, el objetivo que se persigue es que el elemento desnudo sea instalado como mínimo a 1,5 m de la salida del agua calentada. Los calentadores de agua con elemento desnudo deben ser puestos a tierra según los requerimientos de la Sección 060.

Equipos de Calefacción

Sustento y Propósito de la Regla 150-800. Esta regla hace énfasis en que esta Subsección se aplica sólo a los circuitos derivados que suministran energía eléctrica para el funcionamiento y control de equipos no portátiles que utilizan combustible.

Sustento de la Regla 150-802. El objetivo de esta regla es asegurar que los conductores utilizados conjuntamente con los equipos eléctricos que utilizan combustible sean protegidos correctamente contra daños mecánicos.

Propósito de la Regla 150-802. A pesar de que la Sección 070 contiene los requerimientos que deben aplicarse a los diversos métodos de alambrado, en este punto se recalca la necesidad de proteger los conductores contra daños mecánicos, hasta 1,5 m sobre el nivel del piso (tal como lo estipula la Regla 070-518 para los cables con chaqueta no metálica).

Sustento de la Regla 150-804. Esta regla estipula que los controles de seguridad de los equipos que utilizan gas y petróleo deben instalarse de acuerdo con la norma de protección contra incendios apropiada.

Propósito de la Regla 150-804. Si bien los equipos que funcionan con combustible deben ser aprobados porque cumplen con la norma de protección contra incendios apropiada, es conveniente que las personas que instalan y realizan servicio técnico al equipo tengan conocimiento de algunos requerimientos básicos y por tanto se ha incluido en el Anexo B unos cuantos extractos de dicha norma.

Sustento de la Regla 150-806. Para las instalaciones más pequeñas (por ejemplo, aquellas de las viviendas unifamiliares y las edificaciones comerciales pequeñas), esta regla exige el empleo de un circuito derivado separado que pueda ser fácilmente desconectado en una situación de emergencia.

Propósito de la Regla 150-806. Debido a la importancia de la presencia de un equipo de calefacción en una edificación, toda energía eléctrica que se requiera para poner en funcionamiento dicho equipo eléctrico se debe obtener de un circuito derivado simple que no sea utilizado para ninguna otra aplicación, pese a la carga total. Se exceptúan algunos tipos auxiliares de equipos eléctricos (por ejemplo, una bomba de circulación en un sistema de agua caliente el cual está provisto para mejorar el funcionamiento del sistema mas no para garantizar la operación segura del equipo) y calentadores de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

agua a gas (por ejemplo, los calentadores de agua a gas de alto rendimiento). Asimismo, debe de existir adecuados medios de desconexión para el circuito derivado fácilmente accesible en una situación de emergencia sin tener que acercarse al horno, el cual puede estar envuelto en llamas.

Sustento de la Regla 150-808. Esta regla establece los requerimientos que deben aplicarse a los circuitos derivados para instalaciones mayores de equipos eléctricos de calefacción.

Propósito de la Regla 150-808. Se sabe que las instalaciones de calefacción mayores pueden ser algo sofisticadas y probablemente no sean suministradas por un circuito de derivación simple, aún así se cree conveniente contar con medios de desconexión simples que controlen la energía suministrada al equipo eléctrico, y por lo tanto es pertinente aceptar un alimentador simple en caso de que un circuito derivado no sea apropiado.

Órganos de Tubos

Sustento de la Regla 150-900. Esta regla establece dos condiciones específicas que deben cumplirse, además de los requerimientos generales del Código, para los órganos electroaccionados.

Propósito de la Regla 150-900. En un órgano, el aire comprimido es dirigido hacia tubos afinados que producen el sonido. El mecanismo del órgano consta de tres partes: el instrumento sonoro, que incluye los tubos; el suministro de viento y los controles, que incluye uno o más teclados. En un órgano de tubos electroaccionados, el suministro de viento proviene de un ventilador accionado por motor eléctrico. Por lo general el motor del ventilador esta ubicado lejos de la consola del órgano; por lo tanto, se requiere colocar una lámpara piloto en la consola del órgano, a fin de que el organista sepa si el motor está energizado.

En algunas instalaciones, unos cuantos juegos de tubos pueden estar dispuestos en una configuración decorativa y expuestos a la vista, pero por lo general existen muchos más tubos en la galería directamente detrás de los tubos decorativos. Se requiere la instalación de un tomacorriente para facilitar al personal técnico el uso de una lámpara portátil.

Bombas Sumergibles

Sustento y Propósito de la Regla 150-950. Por lo general, las definiciones se encuentran en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o término, o sus derivados, que se aplican sólo a una Sección éstas se definen en dicha Sección.

Sustento y Propósito de la Regla 150-952. (Véase la Figura 150-952). Se específica que estas reglas deben aplicarse a las bombas sumergibles. A este respecto, debe observarse que de acuerdo con la definición de bomba sumergible que aparece en la Regla 150-950, muchas bombas de sumidero y bombas de desagüe se clasifican como bombas sumergibles.

Sustento de la Regla 150-954. Esta regla especifica el método de alambrado permisibles para bombas sumergibles de pozo profundo instaladas en pozos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

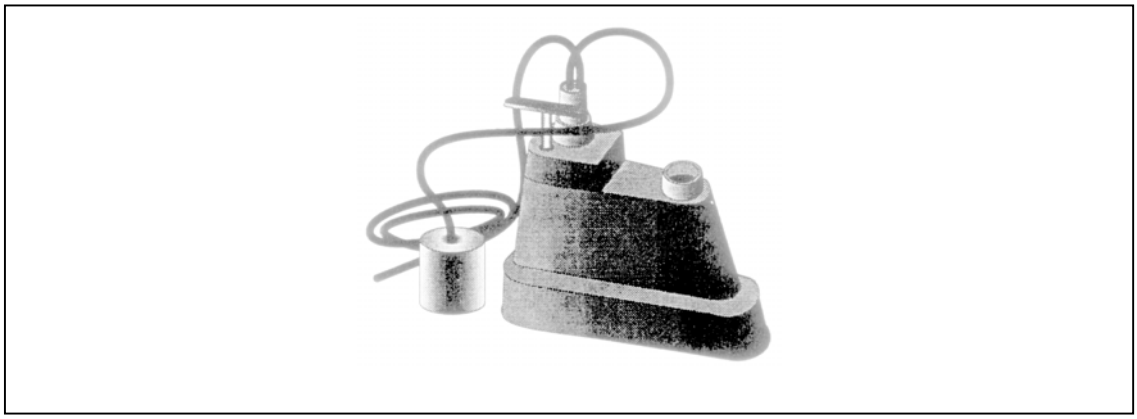


Figura 150-952
Bomba Sumergible

Propósito de la Regla 150-954. Se deben utilizar métodos de alambrado convencionales desde el tablero de mandos de distribución hasta la boca del pozo, pero desde la boca del pozo hasta la bomba, se debe tener cuidado en utilizar los conductores adecuados a estos efectos, los cuales se detallan en el Párrafo (a). En los pozos profundos, debe ser necesario sujetar los conductores o cable que desciendan al pozo, ya que si no son sujetados el peso de los conductores o cable puede ocasionar demasiada tensión de los conectores en la boca del pozo. Por lo general, para asegurar que el equipo eléctrico sea apropiadamente enlazado equipotencialmente a tierra se requiere de la disposición de un conductor de enlace equipotencial separado. Sin embargo, en este caso, resulta pertinente utilizar una tubería de descarga metálica si es que es continua desde la bomba hasta la boca del pozo.

Sustento de la Regla 150-956. Esta regla especifica la manera cómo se debe conectar las bombas sumergibles cuando son instaladas en lagos, ríos y arroyos.

Propósito de la Regla 150-956. Es permisible instalar bombas sumergibles en lagos, ríos y arroyos. Sin embargo, si la tensión excede de 250 V a tierra, se requiere hacer una excepción de conformidad con la Regla 020-030 y que el personal de mantenimiento eléctrico calificado realice el mantenimiento de la instalación eléctrica. En ningún caso, la tensión debe exceder de 5,5 kV . Si la tensión de operación no excede de 250 V a tierra, se requiere instalar un interruptor de falla a tierra que proteja el circuito derivado que alimenta a la bomba. Una bomba defectuosa puede establecer una gradiente de tensión en el agua cerca de la bomba, y aunque pequeñas cantidades de corriente pueden verse involucradas, sería suficiente como para ser fatal para cualquier persona que se encuentre cerca del agua. No es conveniente utilizar un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A, ya que sería demasiado sensitivo. En consecuencia, debe ser pertinente aceptar un interruptor que abra el circuito derivado en 2,7 segundos en caso de que la corriente de falla a tierra exceda de 10 mA . Aún cuando ésta sea una corriente muy pequeña, aún así puede representar una peligro de electrocución, y por lo tanto se debe asegurar que el público no tenga acceso a esta área de la bomba. Independiente de la tensión de la bomba, se debe mantener el área aislada mediante la instalación de cercos o encofrados y la colocación de letreros de advertencia adecuados.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Consideraciones de Aplicación de la Regla 150-956. Se sabe que la longitud del tramo de un cable puede ocasionar disparos indeseados de un interruptor de circuito de falla a tierra Clase A (GFCI o DDR). La fuga capacitiva está siempre presente entre el conductor vivo y el conductor puesto a tierra de un sistema eléctrico puesto a tierra. Los disparos indeseados pueden surgir cuando la corriente de fuga a tierra es suficientemente grande que desconecta el interruptor de falla a tierra. Un buen procedimiento de diseño que evita los disparos indeseados es limitar la longitud del cable protegido a 75 m . Esto puede requerir la reubicación del interruptor de falla a tierra más cerca del lugar de las salidas. Para los valores de disparo de un interruptor de falla a tierra, Véase la Nota del Anexo B para la Sección 010.

Procesamiento de Datos

Sustento de la Regla 150-1000. Esta regla indica que las unidades de procesamiento de datos permanentemente conectadas, deben ser suministradas por circuito derivados independientes.

Propósito de la Regla 150-1000. En realidad, éste es un requerimiento de adecuación de sentido común. Las computadoras modernas contienen y procesan grandes cantidades de información y el dejar de utilizar estos equipos eléctricos, incluso por períodos relativamente cortos, puede ocasionar grandes problemas. Con la prohibición del uso de estos circuitos para el suministro de otros equipos eléctricos, se reduce las posibilidades de falla o sobrecarga que ocasionan la interrupción del servicio. Aunque esta regla sólo se aplica a los equipos permanentemente conectados, también resulta conveniente aplicarla a las computadoras que se conectan con cordón.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 160

MOTORES Y GENERADORES

Alcance

Sustento y Propósito de la Regla 160-000. Esta regla es muy importante por ser la que identifica al equipo eléctrico de un edificio, estructura o instalaciones a los que se aplican los requerimientos de la Sección 160. Indica también que se aplican las reglas generales del Código, por ejemplo, de las Secciones 010 a la 090 y la 150, pero los requerimientos de la Sección 160 pueden enmendar o añadir a estas reglas o a otras cuando sea necesario.

Generalidades

Terminología Especial

Sustento y Propósito de la Regla 160-010. Generalmente las definiciones están ubicadas en la Sección 010, sin embargo, una palabra o término o su derivado, que se aplica solamente en una Sección, se define en esa Sección.

Sustento y Propósito de la Regla 160-012. Las partes vivas expuestas de motores y controladores que operan a 50 V o más, si son tocadas pueden causar fuego o un choque eléctrico peligroso. Se requiere que sean protegidas por medio de cubiertas o el equipo eléctrico se ubique fuera del alcance normal para anular la posibilidad de un contacto peligroso con las partes vivas expuestas. No necesitan protección adicional las escobillas conmutadoras y lo demás que están localizados dentro de las tapas extremas del motor y que no estén conectados conductivamente a circuitos alimentadores de más de 250 V a tierra.

Sustento y Propósito de la Regla 160-014. Hay varios métodos de prevención contra el contacto con las partes vivas expuestas. Se requiere evitar que estas partes vivas sean tocadas ubicándolas dentro de una cubierta, detrás de una puerta con llave o fuera del alcance.

Sustento de la Regla 160-016. Si los motores tienen una ventilación pobre o son usados en un ambiente de temperatura más elevada para lo que fueron diseñados, pueden exceder su temperatura de diseño y producir fuego o un choque peligroso.

Propósito de la Regla 160-016. Se requiere una ventilación apropiada al permitir una suficiente circulación de aire. Si esto no es posible por el espacio o porque los materiales en suspensión pueden cubrir las aperturas de ventilación del motor, se espera que se usen los motores en la instalación eléctrica para las que están específicamente aprobados. Si los motores son usados en ambientes de temperatura más elevada que la normal, se quiere que sean específicamente rotulados para mostrar que son apropiados para la instalación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Métodos de Alambrado y Conductores

Sustento y Propósito de la Regla 160-100. No hay requerimientos especiales para los métodos de alambrado usados en los motores estacionarios y se han de emplear los métodos conforme a las Secciones 070 y 190.

Sustento y Propósito de la Regla 160-102. Los cordones flexibles para los motores portátiles pueden estar sujetos a condiciones severas de uso. Se requiere el uso de un cordón flexible que tenga una capacidad de servicio de por lo menos del tipo S, a menos que el motor sea parte de un dispositivo ensamblado en fábrica.

Sustento de la Regla 160-104. Los conductores de alimentación de un motor tienen tres requerimientos básicos: primero, que el conductor tenga suficiente capacidad de corriente para manejar la corriente del motor, segundo que el valor de aislamiento del conductor sea conveniente para el valor de la temperatura del motor y del ambiente y tercero, que en algún grado, los conductores evacuen el calor del motor.

Propósito de la Regla 160-104. (Véase la Figura 160-104). Se requiere que siempre se escoja la capacidad de corriente del conductor usando un valor de aislamiento de 75º C, pero puede ser que se necesite que el valor real del aislamiento sea más alto, dependiendo de la temperatura ambiente o de los requerimientos de la Tabla 37. En algunos casos, el conductor debe tener una longitud mínima y sus terminaciones deben tener una distancia mínima desde el motor.

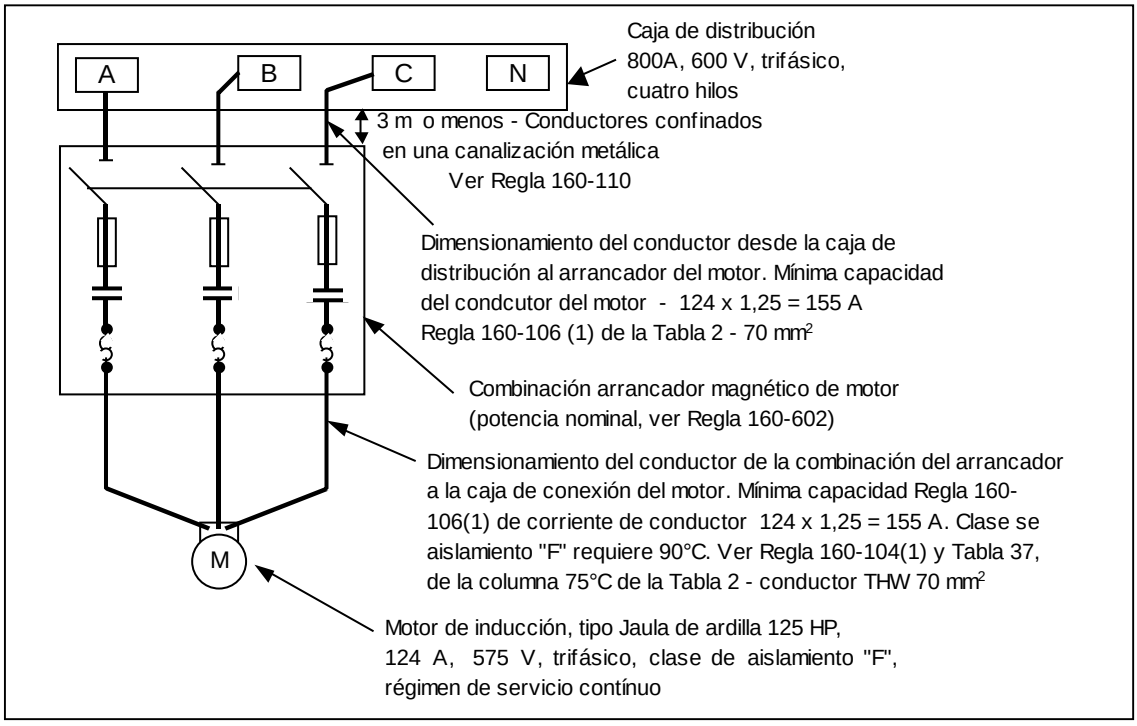


Figura 160-104
Conductores que Ingresan a una Caja de Conexión de Motor

Sustento de la Regla 160-106. La Regla 160-306 permite un ajuste de disparo de la sobrecarga hasta el 125% de la corriente del motor a plena carga. Los conductores

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

también deben ser capaces de manejar esta corriente y deben ser seleccionados al 125% de la corriente del motor a plena carga. Se permite que los conductores de conexión al motor sean más pequeños que los conductores de los circuitos derivados que alimentan a más de un motor, si están limitados a 7,5 m en longitud y si su capacidad de corriente es de 1/3 de la capacidad de corriente del circuito derivado.

Propósito de la Regla 160-106. Se requiere que, para los motores usados en un régimen de servicio continuo, la capacidad de corriente del conductor del motor sea de por lo menos el 125% de la corriente del motor a plena carga. Para los motores usados en un régimen de servicio no continuo, se requiere que los valores de la Tabla 27 para la condición de la carga correspondiente, multiplicados por la corriente del motor a plena carga, sean usados para determinar la capacidad de corriente del conductor del motor.

Cuando un solo equipo de dispositivos de sobrecorriente alimenta a más de un motor, se requiere que la capacidad de corriente de los conductores de un motor individual no sea menor que la capacidad de corriente de los conductores del circuito derivado. Se puede hacer una excepción si:

(1) La capacidad de corriente de los conductores de un motor individual se ha dimensionado para los requerimientos de un motor en un servicio continuo o en un servicio no continuo; y

(2) La capacidad de corriente de los conductores de un motor individual es igual o mayor que la 1/3 de la capacidad de los conductores del circuito derivado y

(3) La longitud del conductor del motor individual es de 7,5 m o menos.

Sustento de la Regla 160-108. Los conductores que alimentan a un grupo de dos o más motores no necesitan tener sus capacidades de corriente basadas en el 125% de todas las corrientes a plena carga, porque se asume que no todos arrancan o funcionan al mismo tiempo.

Propósito de la Regla 160-108. (Véase la Figura 160-108). Se requiere que la capacidad de corriente del conductor que alimenta a mas de un motor sea suficiente para llevar por lo menos las corrientes a plena carga de todos los motores. Se requiere que cuando todos los motores en el grupo sean usados en un régimen de servicio continuo, la capacidad de corriente del conductor que alimenta al grupo no sea menor de 1,25 veces el valor más alto de corriente a plena carga de los motores del grupo, además de las corrientes en plena carga del resto de motores del grupo.

Cuando todos los motores del grupo son usados en servicio no continuo, se requiere que la capacidad del conductor que alimenta al grupo no sea menor que la suma de todas las capacidades individuales de corriente del conductor calculadas para todos los motores del grupo (Véase la Regla 160-106(2)) para determinar la capacidad de corriente de los conductores que alimentan al motor individual.

Cuando el grupo de motores tiene algunos motores en servicio continuo y algunos en servicio no continuo, la capacidad de corriente del conductor que alimenta al grupo de motores se calcula añadiendo:

(1) 1,25 veces la corriente a plena carga del mayor de los motores en el grupo en un régimen de servicio continuo; y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(2) Las corrientes plenas del resto de los motores en el grupo de un régimen de servicio continuo y

(3) La capacidad de corriente total calculada del conductor para todos los motores en el grupo del régimen de servicio no continuo.

Cuando los circuitos de control están enclavados para evitar que todos los motores del grupo operen al mismo tiempo, se permite que la capacidad de corriente del conductor que alimenta al grupo de motores se determine desde el grupo de motores con la mayor capacidad nominal, que están operando al mismo tiempo.

Los factores de demanda usados para reducir la capacidad del conductor que alimenta más de un motor que se da en la Subregla (3), pueden ser aplicados si se obtiene un permiso especial.

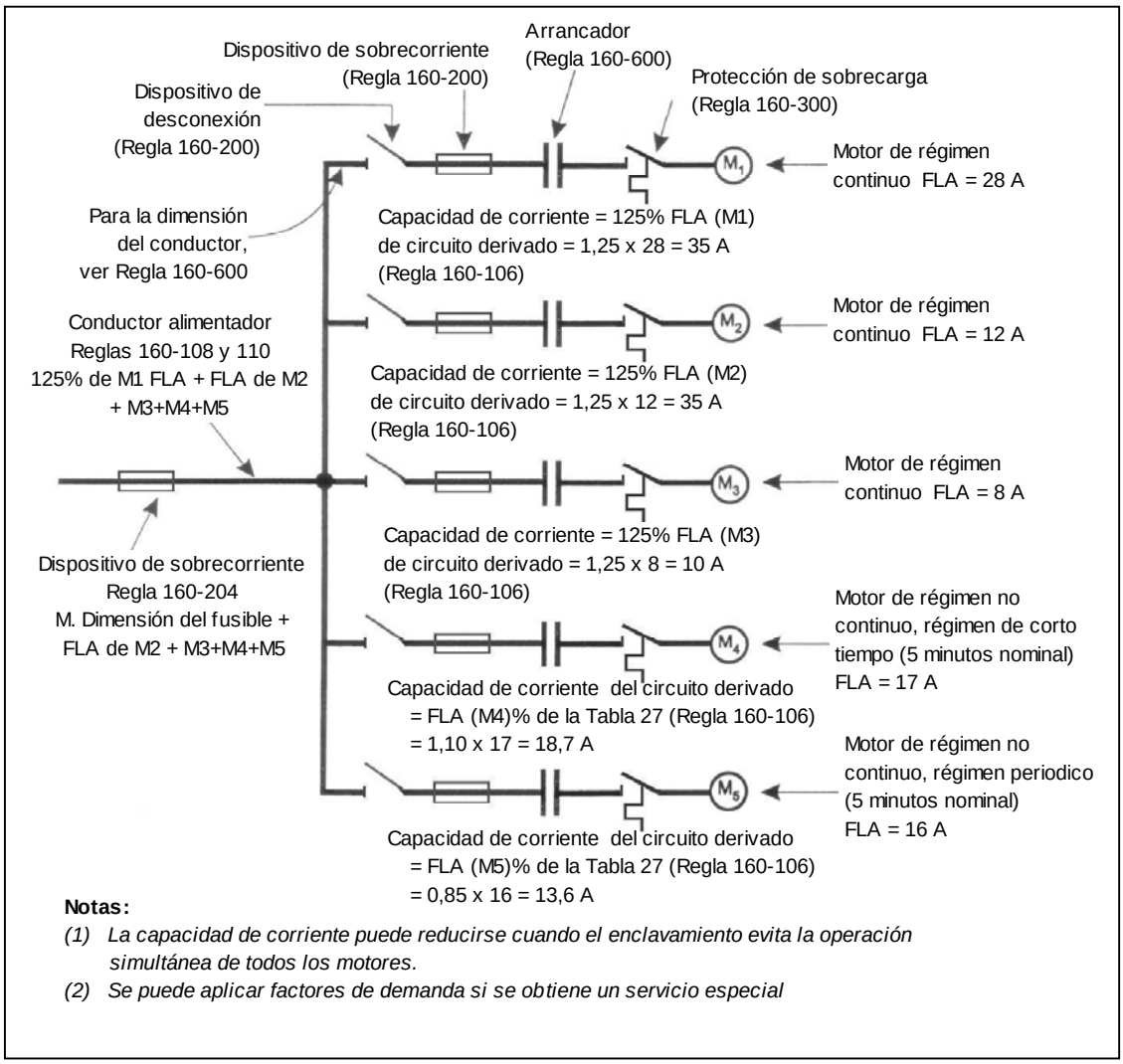


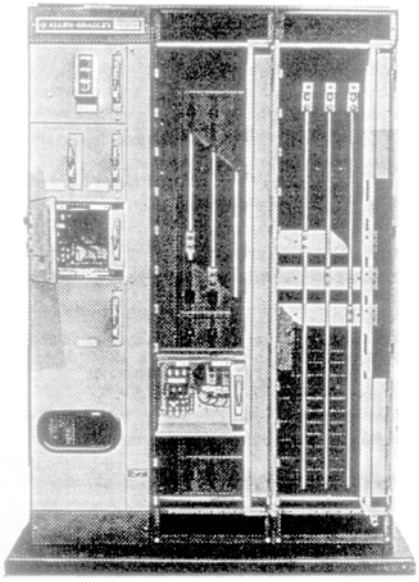
Figura 160-108
Conductores – Dos o más Motores

Sustento de la Regla 160-110. Los conductores alimentadores deben tener una capacidad de corriente suficientemente grande, dependiendo de las cargas

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

correspondientes para así evitar un incendio. Las derivaciones pueden ser más pequeñas que el alimentador si son protegidas apropiadamente.

Propósito de la Regla 160-110. (Véase la Figura 160-110) se requiere tener el cálculo de la capacidad de corriente del conductor alimentador de la misma manera que de los conductores del circuito derivado del motor y luego añadir todas las otras cargas. Las derivaciones a cada motor pueden ser reducidas, en consideración a la capacidad de corriente del conductor de circuito derivado del motor si están limitados a 3 m en una canalización metálica a 1/3 de la capacidad de corriente del conductor alimentador, sus longitudes son menores que 7,5 m donde la canalización está protegida contra daño mecánico y termina en un juego único de dispositivos de sobrecorriente.



Nota:
Ejemplo típico de derivación desde un limentador en un centro de control de motores. Aquí, la barra horizontal principal, que puede tener una capacidad nominal entre 600 A y 1600 A, es el alimentador, y la barra vertical de 300A, que se extiende hacia arriba y hacia abajo de la horizontal, es la derivación. La derivación termina en un dispositivo de sobrecorriente ubicado en el arrancador enchufable.

Figura 1260-110
Derivación Típica en Centro de Control de Motores

Sustento de la Regla 160-112. Los conductores secundarios para los motores con rotor devanado pueden estar sujetos a una corriente de inserción y deben ser de dimensión mayor que lo requerido para la corriente secundaria a plena carga. Los conductores que conectan las resistencias secundarias al controlador, se pueden reducir en tamaño de acuerdo al régimen de carga correspondiente.

Propósito de la Regla 160-112. (Véase la Figura 160-112). Se requiere que la capacidad de corriente de los conductores secundarios de los motores con rotor devanado se incremente al 125% de la corriente secundaria para los motores usados en régimen de servicio continuo o como se especifica en la Tabla 27 para los motores usados en régimen de servicio no continuo. Puede ser seleccionada la capacidad de corriente de los conductores conectados a las resistencias secundarias y a sus controladores usando el porcentaje apropiado mostrado en la Tabla 28.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

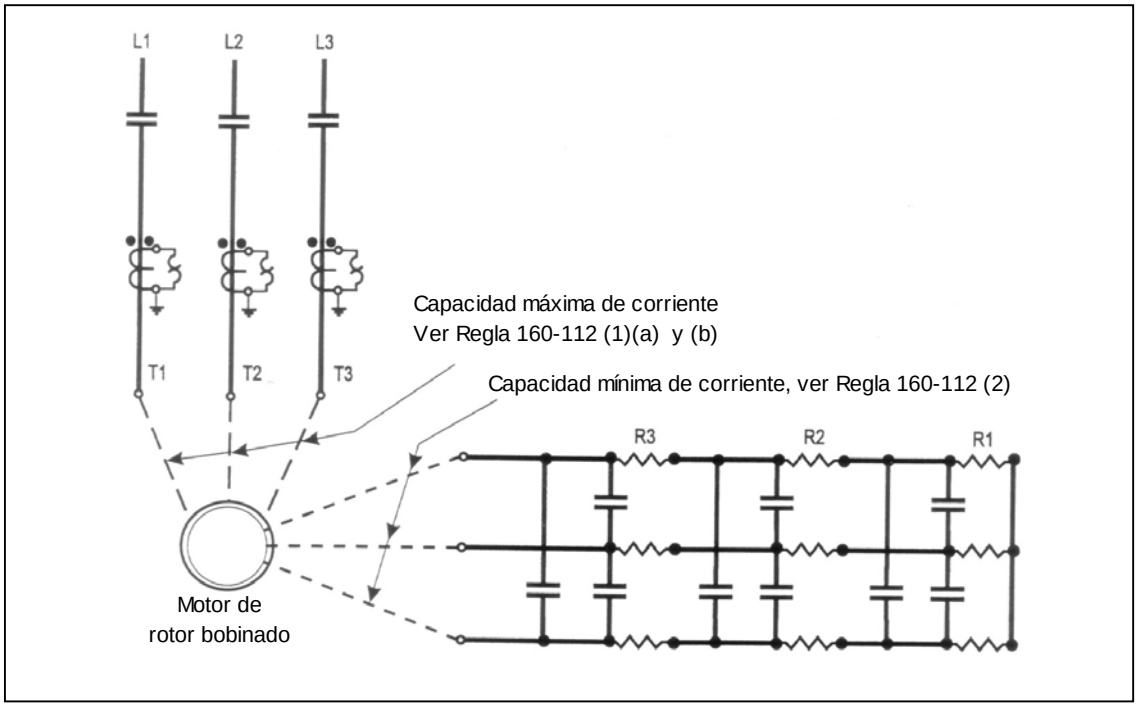


Figura 160-112
Conexión Típica de Resistencias a los Secundarios de un Motor con Rotor Devanado

Protección Contra Sobrecorrientes

Sustento de la Regla 160-200. Como la mayoría de los motores tiene una corriente de inserción de aproximadamente seis veces la corriente del motor a plena carga, el dispositivo de sobrecorriente debe tener una capacidad de corriente suficiente para evitar un disparo indebido.

Propósito de la Regla 160-200. Si se usan los fusibles y el valor del porcentaje en la Tabla 29 no permite que el motor arranque, se puede incrementar este valor. El Anexo B da una guía sobre la dimensión de la protección contra la sobrecorriente.

Sustento de la Regla 160-202. El equipo de control específico del motor puede tener características de disparo de sobrecorriente que requieran ajustes diferentes de lo mostrado en la Tabla 29.
Propósito de la Regla 160-202. Se permite que el equipo de control específico del motor tenga valores o ajustes de sobrecorriente como se haya marcado o rotulado.

Sustento de la Regla 160-204(1). El valor del dispositivo de sobrecorriente del alimentador debe mantenerse tan bajo como sea posible para evitar un incendio, pero al mismo tiempo no debe causar un disparo indebido en el arranque del motor.

Propósito de la Regla 160-204(1). Se asume que los motores alimentados por un solo alimentador no arrancan todos al mismo tiempo. Asumiendo que el arranque del motor más grande o más fuerte es el último en empezar, es necesario tener el valor o

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ajuste del dispositivo de sobrecorriente como lo permite la Regla 160-200 para ese motor y añadir las corrientes a plena carga de todos los otros motores que van a estar en operación al mismo tiempo. Ver los cálculos del ejemplo en el Anexo B.

Sustento de la Regla 160-204(2). Cuando dos o más motores arrancan al mismo tiempo, es posible que el dispositivo de sobrecorriente seleccionado en la Subregla (1) no vaya a permitir que los motores arranquen. En este caso es necesario incrementar la capacidad de corriente del dispositivo de sobrecorriente.

Propósito de la Regla 160-204(2). Se permite que la capacidad del dispositivo de sobrecorriente se incremente si el valor seleccionado en la Subregla (1) no va a permitir el arranque de los motores cuando más uno de los motores arranquen a la vez. Se puede asumir que las corrientes a plena carga de todos los motores que pueden arrancar simultáneamente tengan el valor de un solo motor a plena carga y esto puede ser incrementado tal como se permite para un solo motor, siempre y cuando este valor no exceda el 300% de la capacidad de corriente del conductor alimentador.

Sustento de la Regla 160-204 (3). Cuando las cargas del motor están combinadas con otras cargas, deben ser tratadas en forma separada y luego añadidas.

Propósito de la Regla 160-204(3). Se quiere seleccionar el dispositivo de sobrecorriente usando primero las cargas del motor y luego añadiendo las corrientes de plena carga de las otras cargas.

Sustento de la Regla l60-204(4). Como un factor de demanda puede reducir el tamaño del conductor, el valor o ajuste del dispositivo de sobrecorriente debe estar limitado a la capacidad de corriente del conductor.

Propósito de la Regla 160-204(4). Se requiere limitar la capacidad o ajuste del dispositivo de sobrecorriente cuando se ha seleccionado al alimentador usando un factor de demanda del valor del alimentador, excepto lo que se ha permitido en la Regla 080-104 y en la Tabla 13.

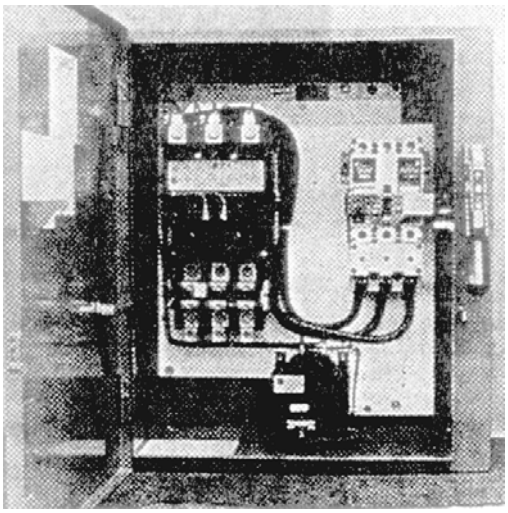
Sustento y Propósito de la Regla 160-206. Se reconoce que el agrupamiento de motores es seguro bajo ciertas condiciones, por ejemplo, en un circuito de 15 A, el uso del equipo de control aprobado por un grupo de fusibles, el uso de equipo eléctrico construido para suprimir una falla y cuando se permite una desviación de acuerdo a la Regla 020-030, para el agrupamiento de motores para una marcha coordinada en una sola máquina. Se permite el agrupamiento bajo la protección de un juego único de dispositivos de sobrecorriente del circuito derivado, siempre y cuando se den las condiciones señaladas.

Sustento y Propósito de la Regla 160-208. Se requieren portafusibles para acomodar los fusibles permitidos en la Tabla 29, excepto cuando los portafusibles pequeños pueden ser usados como se ha indicado.

Sustento y Propósito de la Regla 160-210. (Véase la Figura 160-210). Los interruptores automáticos de disparo instantáneo no tienen una característica de sobrecarga; por lo tanto se requiere que estos interruptores se usen solamente como una parte de una combinación aprobada de arrancador o controlador que incluye un dispositivo de sobrecarga. Se requiere que este dispositivo proteja al motor hasta 10 veces la carga de la corriente a plena carga del motor, de manera que esté permitido

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ajustar el interruptor automático de disparo instantáneo hasta 13 veces la corriente del motor a plena carga o 2,15 veces la corriente del motor con rotor bloqueado. En el caso de un motor de corriente continua, se quiere que se ajuste el interruptor automático de disparo instantáneo, como se indica en el Párrafo (c).



Nota:
Combinación típica aprobada de arrancador con interruptor de disparo instantáneo y dispositivo de sobrecarga.

Figura 160-210
Combinación Típica de Arrancador

Protección contra sobrecarga y Sobrecalentamiento

Sustento y Propósito de la Regla 160-300. Los motores y conductores deben estar protegidos de una condición de sobrecarga continua, para evitar un incendio. Se requiere la condición de sobrecarga para conductores y motores, excepto por lo que se ha indicado en la Regla 160-308.

Sustento de la Regla 160-302. Los dispositivos de sobrecarga responden a la corriente del motor y operan a un valor predeterminado de corriente y tiempo.

Propósito de la Regla 160-302. (Véase la Figura 160-302). Se requiere que un dispositivo de sobrecarga integral con o separado de un motor, que responda a la corriente del motor, sea usado. Si se usan fusibles; se requiere que sean del tipo de tiempo retardado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

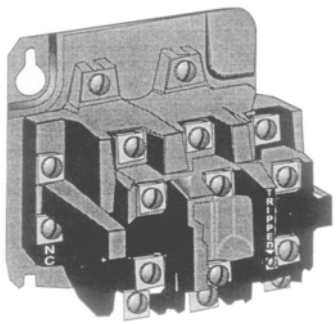
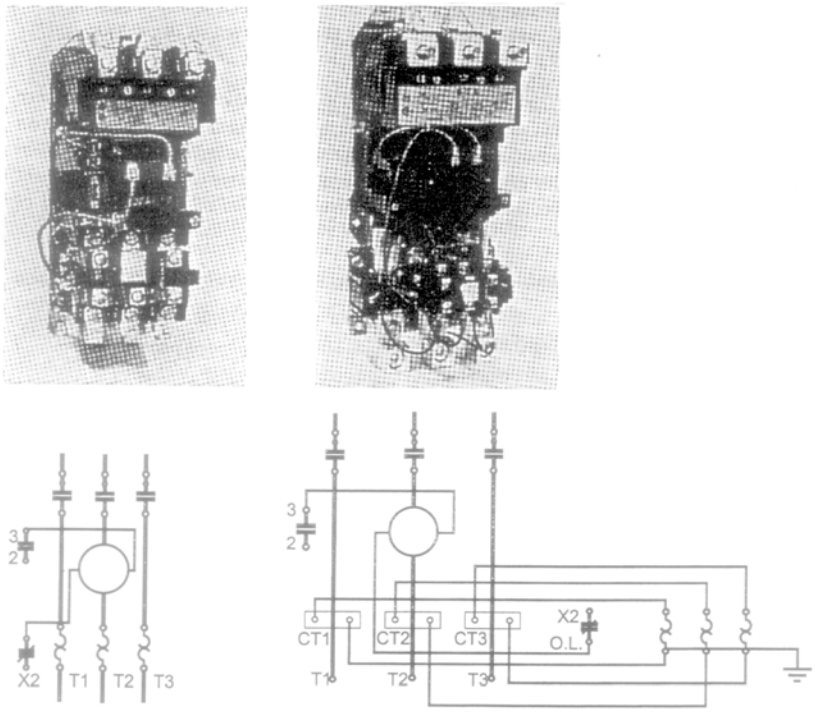


Figura 160-302
Dispositivo de Sobrecarga Típico

Sustento y Propósito de la Regla 160-304. (Véase la Figura 160-304). Para tener una apropiada protección, se requiere que los dispositivos de sobrecarga normalmente estén en todos los conductores no puestos a tierra de un motor, excepto en los motores de una fase donde la corriente en cada conductor es siempre la misma. Las ubicaciones específicas de los dispositivos de sobrecorriente se indican en la Subregla (1)(a) y (b).



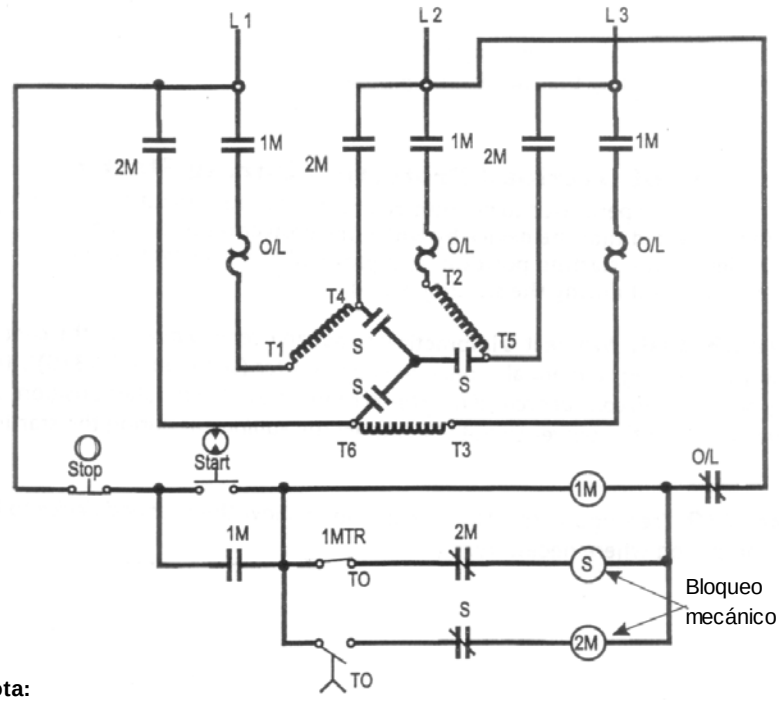
Nota:
El arrancador de la izquierda tiene tres dispositivos de sobrecarga conectados directamente en el circuito del motro. El de la derecha tiene los tres dispositivos de sobrecorriente conectados a tres transformadores de corriente ubicados detrás del dispositivo de sobrecarga.

Figura 160-304
Arrancadores Típicos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 160-306. El ajuste de sobrecarga depende del factor del servicio del motor, de la misma forma cuando la sobrecarga está ubicada en el circuito derivado. Como la tolerancia de las posiciones de sobrecarga es 10%, el ajuste disponible es 10% sobre el factor del servicio del motor. Para un motor de tipo estrella-delta, los dispositivos de sobrecarga se ubican normalmente en los conductores de fases, son calculados entonces por la corriente de línea dividida por el cuadrado de la raíz cuadrada de 3 (1,73).

Propósito de la Regla 160-306. (Véase la Figura 160-306). Se requiere que el dispositivo de sobrecarga, ya sea del tipo fijo o el ajustable, se ajuste para el disparo a un valor apropiado, dependiendo del factor de servicio del motor o del porcentaje de la corriente del motor llevada por el dispositivo de sobrecarga, arranque estrella-delta.



Nota:
Se muestra un diagrama de alambrado típico de un arrancador estrella-delta, donde los dispositivos de sobrecarga están en la delta. La capacidad nominal de los dispositivos de sobrecarga se obtiene dividiendo la corriente de línea entre 1,73.

Figura 160-306
Arrancador Estrella-Delta Típico

Sustento y Propósito de la Regla 160-308. Algunos motores están construidos de manera que no pueden ser sobrecargados, algunos no pueden ser protegidos por el tipo de carga o régimen y algunos forman parte de un ensamblaje que protege satisfactoriamente al motor. No se requiere un dispositivo de sobrecorriente cuando no es necesario por la construcción del motor, por los requerimientos de operación o cuando el motor tiene la capacidad nominal de 1 HP o menos y es parte de un ensamblaje que lo protege satisfactoriamente.

Sustento de la Regla 160-310. Cuando no es práctico poner un dispositivo de sobrecorriente en el circuito de control durante el periodo de arranque (por ejemplo, un arrancador manual de tensión reducida (Véase la Figura 160-310), el dispositivo de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

sobrecorriente sólo puede estar en el circuito de control si el arrancador no puede dejarse en la posición de arranque. Como un apoyo, el dispositivo de sobrecorriente en el circuito de potencia va a proteger el equipo durante el periodo de arranque.

Propósito de la Regla 160-310. (Véase la Figura 160-310). Se permite que se deje fuera al dispositivo de sobrecarga durante el periodo de arranque cuando sea necesario.

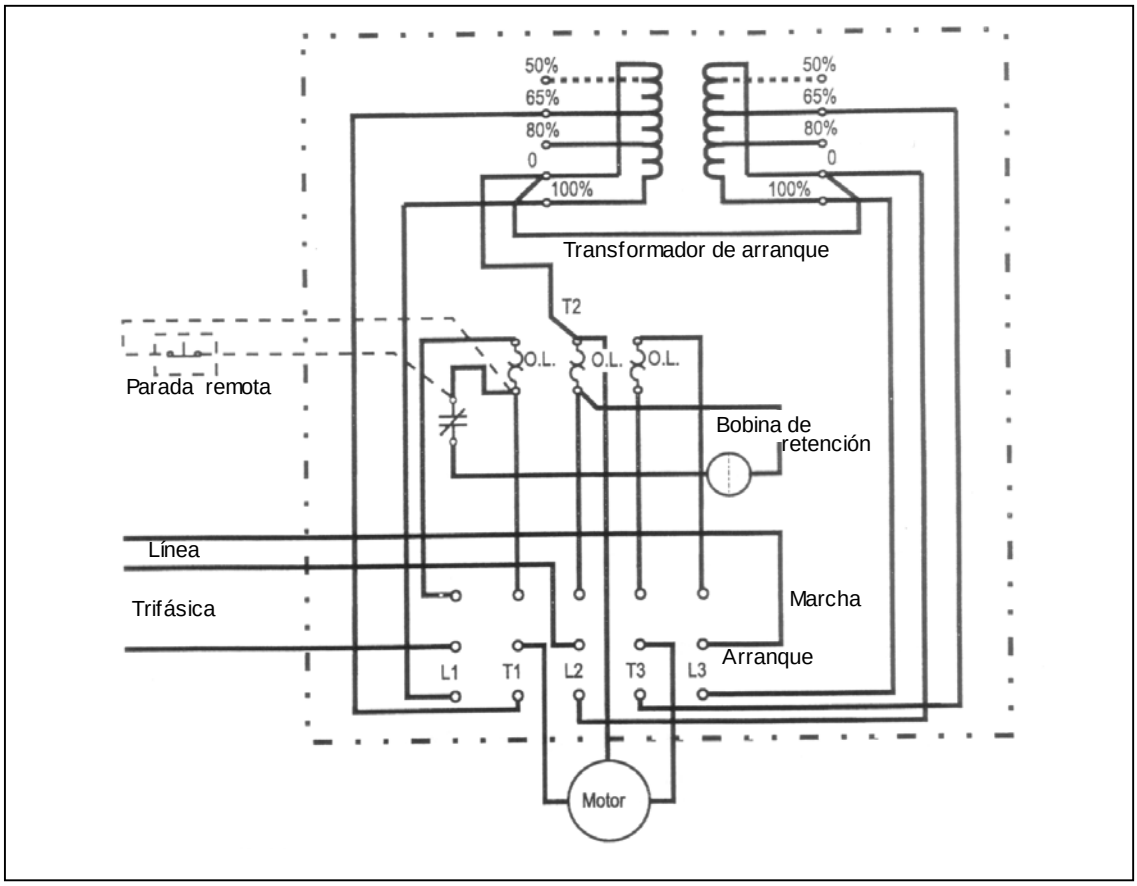


Figura 160-310
Arrancador con Reducción Manual de la Tensión

Sustento de la Regla 160-312. Cuando un motor se puede volver a arrancar automáticamente después de que se haya restablecido el dispositivo de sobrecarga y el motor o la maquinaria operada por el motor pueden causar daño al personal, se debe bloquear esta característica automática para evitar un rearranque del motor y daño al personal.

Propósito de la Regla 160-312. Se requiere que el dispositivo de sobrecarga de rearranque automático en el circuito de control sea bloqueado, de manera que no pueda darse el rearranque del motor cuando esto pueda causar daño a las personas.

Sustento y Propósito de la Regla 160-314. Un motor sobrecalentado puede producir fuego o riesgo de descarga eléctrica. Se requiere una protección contra el sobrecalentamiento cuando sea necesario.
Sustento de la Regla 160-316. Para sentir la temperatura del motor, los sensores deben formar parte del motor; estos son los motores termalmente protegidos. Algunos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

motores tienen suficiente impedancia para proteger al motor de sobrecalentamiento; estos son los motores protegidos con impedancia.

Propósito de la Regla 160-316. Se requiere que los motores termalmente protegidos estén preparados para cortar el suministro de energía al motor o, cuando se ha permitido una desviación en la Regla 020-030, para activar una señal de advertencia. Normalmente los motores van a estar marcados con “TP” para los motores termalmente protegidos y con “ZP’ para la impedancia protegida. Ver la Nota en el Anexo B.

Sustento y Propósito de la Regla 160-318. Los dispositivos de sobrecorriente no son requeridos para algunas aplicaciones específicas o cuando se obtiene la protección por otros medios. Se requiere que los dispositivos de sobrecarga protejan a un motor del sobrecalentamiento, si los dispositivos de sobrecarga están ubicados donde la temperatura ambiente en el motor no sea 10º C más alta o cuando las condiciones ambientales alrededor del motor no van a interferir con la disipación del calor. Cuando no se requiere la protección contra sobrecarga, no se requiere la protección contra sobrecalentamiento.

Sustento de la Regla 160-400. La baja tensión puede producir el sobrecalentamiento de un motor y éste puede parar cuando se da la situación. El rearranque automático al retorno de una tensión segura, puede causar daño a la maquinaria o al personal.

Propósito de la Regla 160-400. (Véase la Figura 160-400). Se requiere que el motor sea parado por la falla o reducción de la tensión, a menos que no haya peligro. La protección contra la baja tensión va a requerir de un rearranque manual y el restablecimiento de la tensión le va a permitir al motor reiniciar automáticamente cuando la tensión retorne a un valor de operación segura.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

La diferencia principal entre estos dos tipos de control estriba en que:

a) Liberación por tensión baja: la bobina del circuito se mantiene a través del contacto del dispositivo piloto y,
b) Con protección por baja tensión: es mantenida por el contacto de PARADA de la botonera, como por el contacto auxiliar del arrancador. Se usan las designaciones de 2 hilis y 3 hilos, sólo porque describen más simplemente la aplicación de los dos tipos. En otros sistemas puede haber realmente más hilos entre el dispositivo piloto y el arrancador, pero el principio del control de 2 y 3 hilos aún se aplica.

Liberación por tensión baja (control de 2 hilos)

El arrancador se desactiva en caso de falla de la tensión y se activa tan pronto la tensión regresa. El diagrama de abajo muestra como ocurre. El dispositivo piloto no es afectado por la pérdida de la tensión y su contacto permanece cerrado, listo para conducir corriente tan protno cmo se recupere la tensión de línea.

Existen 2 hilos entre el dispositivo piloto y el arracador. La función del dipositivo piloto es abrir y cerrar automáticamente, el circuito de control por medio de un contacto único. Ejemplos: un termostato, el contacto de un flotador, concontacto de un interruptor de fin de carrera

Protección contra tensión baja
(control de 3 hilos)

El arrancador se desactiva en caso de falla de la tensión, pero no se activa automáticamente cuando la tensión regresa. El circuito de control incluye al botón de PARADA y un contacto de retención (2-3) en el arrancador, el que abre al desactivarse el arrancador, cuya reactivación requiere pulsar el botón de ARRANQUE.

Existen 3 hilos entre el dispositivo piloto y el arracador.
Recordar la necesidad de una botonera de ARRANQUE-PARADA, que es el medio más común en este tipo de control.

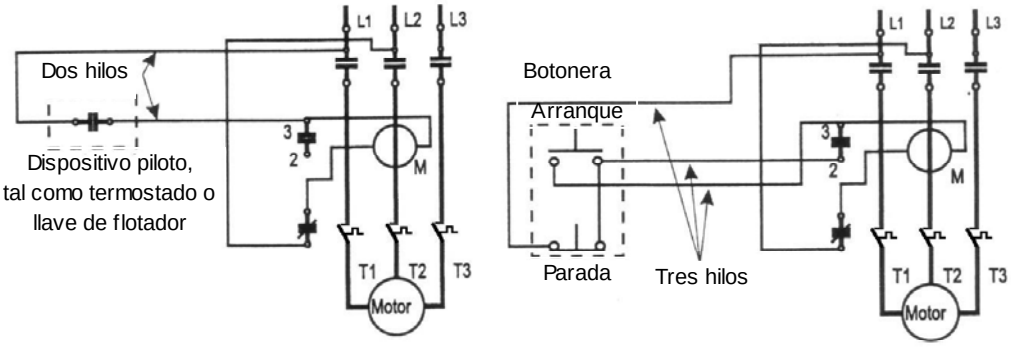


Figura 160-400
Baja Tensión

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Control

Sustento de la Regla 160-500. Para controlar en forma segura al motor, debido a la alta corriente del arranque de un motor, el arrancador o el controlador, deben tener una potencia nominal en HP por lo menos igual al del motor que sirve. No se necesita abrir todos los conductores no conectados a tierra para realizar esta función, a menos que el arrancador sea también el medio de desconexión. En algunas aplicaciones, cuando ya está aprobado, no se requiere un valor en HP.

Propósito de la Regla 160-500. (Véase la Figura 160-500). Excepto por lo permitido en la Subregla (3), se requiere que cada motor esté controlado por un arrancador o controlador con una capacidad nominal no menor que la del motor. No es necesario que el arrancador o controlador abra todos los conductores no puestos a tierra, a menos que sirvan también como medio de desconexión.

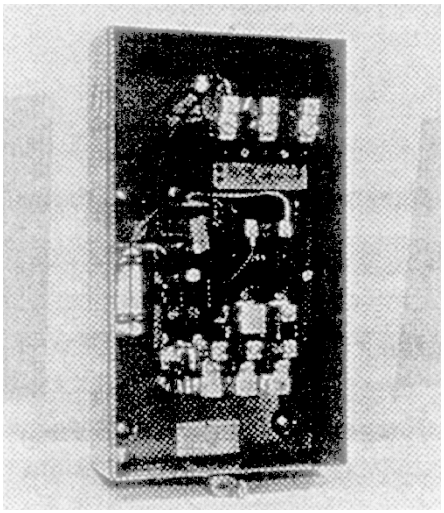


Figura 160-500
Típico Arrancador Magnético de Motor Conectado entre Fases

Sustento de la Regla 160-502. Las partes vivas y expuestas pueden ser inseguras para el personal.

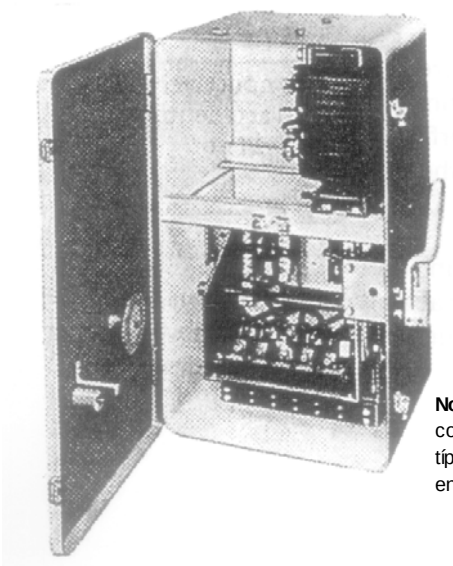
Propósito de la Regla 160-502. Cuando no se puede asegurar una operación segura del motor y maquinaria por la ubicación del equipo de control, se requiere que las partes vivas expuestas o en movimiento estén protegidas contra el contacto del personal. Si esto no es posible, se requiere que sean provistos los dispositivos de control en cada punto de peligro, para permitir parar el motor o maquinaria en una emergencia.

Sustento de la Regla 160-504. Los arrancadores dejados en la posición de arranque pueden dañar al arrancador, al motor o a ambos.

Propósito de la Regla 160-504. (Véanse las Figuras 160-504(1) y (2)). No se permite un arrancador manual o magnético que tenga diferentes posiciones de arranque y

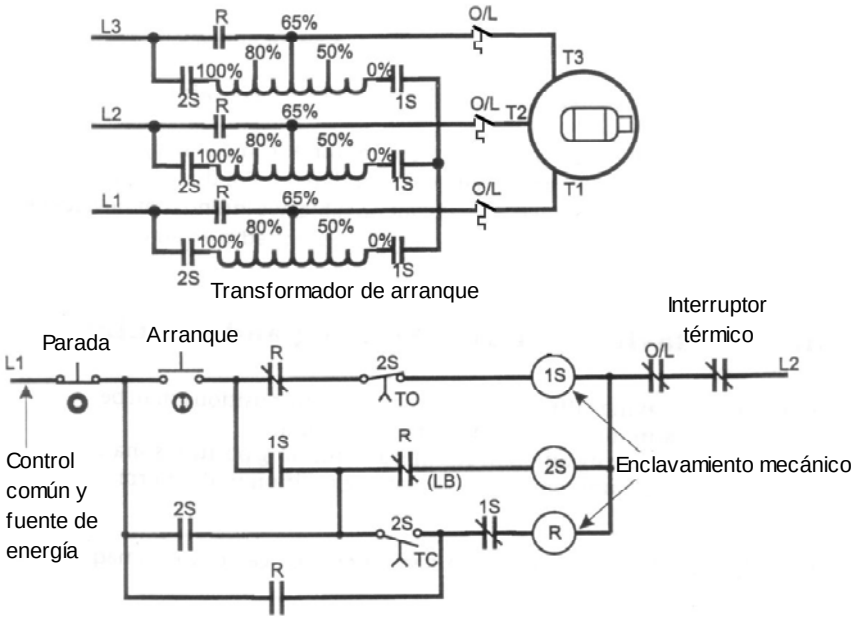
DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

operación que se dejen en la posición de arranque, bajo condiciones normales de operación.



Nota: Un arrancador a tensión reducida con autotransformador manual us un caso típico de arrancador que no puede dejarse en la posición de arranque.

Figura 160-504 (1)
Autotransformador Manual



Nota: Un arrancador del tipo con autotransformador magnético se protege contra la posibilidad de quedar en posición de arranque, por medio de enclavamientos mecánicos y condiciones especiales de alambrado.

Figura 160-504 (2)
Autotransformador Magnético

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 160-506. En un circuito de control donde la potencia se obtiene de un sistema puesto a tierra, es posible que una falla pueda provocar que el alambrado del circuito de control vaya al potencial de tierra, dando así una falsa señal en el circuito de control que puede provocar que el motor arranque o puede suprimir o cortocircuitar a un dispositivo de seguridad y no permitirle operar.

Propósito de la Regla 160-506. (Véase la Figura 160-506). Cuando un circuito de control usa un sistema puesto a tierra, se quiere asegurar que los dispositivos de seguridad no vayan a ser anulados por una tierra accidental en el circuito, para los dispositivos remotos y/o de señal ubicados fuera del controlador, que puede arrancar al motor o evitar que éste pare.

Consideraciones de Campo de la Regla 160-506. Los circuitos de control para los dispositivos remotos y/o de señal instalados fuera del controlador, generalmente se clasifican en uno de dos tipos: (1) circuitos de control puestos a tierra o (2) circuitos de control no puestos a tierra.

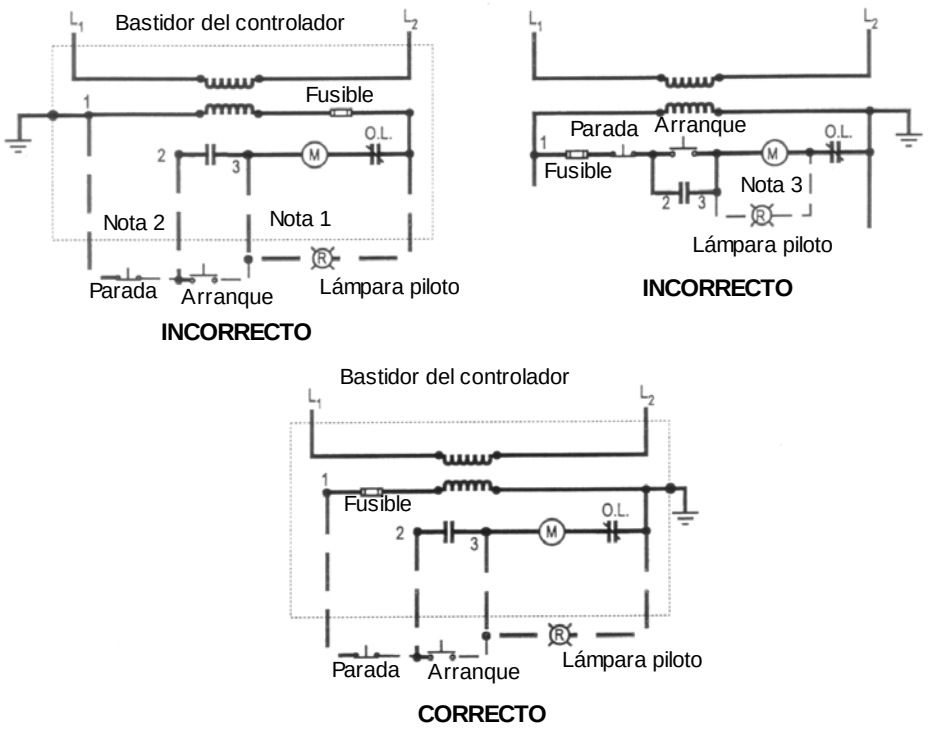
(1) Circuitos de Control Puestos a Tierra

Los circuitos de control puestos a tierra tienen una línea puesta a tierra y la otra línea protegida por un dispositivo de sobrecorriente dimensionado por la Regla 080-100(e) o por la Sección 190. El dispositivo de sobrecorriente puede ser omitido cuando se cumplen los requerimientos de la Regla 080-100(e). Se debe tener cuidado para asegurar que ningún dispositivo remoto y/o de señal instalado fuera de los controladores esté conectado en el lado no puesto a tierra de la bobina (Véase la Figura 160-506).

(2) Circuitos de Control no Puestos a Tierra

Los circuitos de control no puestos a tierra tienen ambas líneas protegidas por un dispositivo de sobrecorriente dimensionado por la Regla 080-100(e) o por la Sección 150. Puede omitirse el dispositivo de sobrecorriente cuando se cumplen con los requerimientos de la Regla 080-100(e). Este tipo de circuito de control debe permitir que el dispositivo remoto y/o de señal sea conectado a cualquier lado de la bobina sin provocar que el motor arranque o evitar que el motor pare debido a una tierra accidental en uno de los conductores del circuito de control.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Notas: (aplicables a métodos incorrectos)

(1) Si hubiese una tierra en el alambrado en obra, entre 3 y la lámpara piloto, no puede pararse el motor, o éste puede arrancar inesperadamente.
(2) Una tierra en el alambrado en obra, entre 2 y los botones de arranque o parada, impiden la parada del motor.
(3) Una tierra en este punto elimina el dispositivo de sobre carga.

Consideraciones de campo
Un cortocircuito de la lámpara piloto puede soldar los contactos de sobrecarga.

Figura 160-506
Alambrado de Dispositivo Remoto

Sustento de la Regla 160-600. Para la seguridad del personal, cuando están trabajando en el equipo eléctrico, es necesario poder aislar el equipo con un medio de desconexión para cortar toda la energía al equipo.

Propósito de la Regla 160-600. Se requiere que se provea un medio de desconexión para cada circuito derivado, arrancador, controlador o el motor. Se permite que un mecanismo de desconexión sirva a más de una función tal como desconexión del motor, controlador o circuito derivado del motor.

Sustento de la Regla 160-602(1). Para la seguridad eléctrica, un medio de desconexión puede abrir todos los conductores no puestos a tierra en forma simultánea y normalmente deben ser capaces de abrir en forma segura el motor bajo carga.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 160-602(1). (Véase la Figura 160-602). Se requiere que un mecanismo de desconexión abra simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra y si fuese necesario, que interrumpa la corriente, que tenga un valor nominal en HP o que sea capaz, en forma segura, de establecer y cortar la corriente del rotor bloqueado de la carga conectada.

Sustento de la Regla 160-602(2). Como un factor de seguridad, el medio de desconexión para un grupo de motores, debe tener una potencia nominal igual a la suma de la corriente a plena carga de todos los motores que pueden estar en operación al mismo tiempo más el 15% del motor más grande. Si se usa un interruptor para el circuito del motor, éste debe tener una potencia nominal en HP, al menos igual o mayor que el motor más grande del grupo.

Propósito de la Regla 160-602(2). Se requiere que el medio de desconexión para un grupo de motores, tenga una capacidad nominal igual a la suma del 115% de la corriente a plena carga del motor más grande en el grupo, más las corrientes a plena carga de todos los otros motores en el grupo que pueden estar en operación al mismo tiempo. Si se usa un interruptor para el circuito del motor, se requiere que éste tenga una capacidad nominal en HP igual o menor que el motor más grande del grupo.

Sustento y Propósito de la Regla 160-602(3). Se requiere que el medio de desconexión de un motor, arrancador o un controlador sea el mismo que para un circuito derivado, excepto por los diferentes requerimientos que puedan ser permitidos como se muestra en los Párrafos (a), (b), (c), (d), (e) y (f).

Sustento y Propósito de la Regla 160-602(4). No se permite que los medios de desconexión a ser usados operen eléctricamente, ya sea automáticamente o a control remoto; puesto que puede causar peligro.

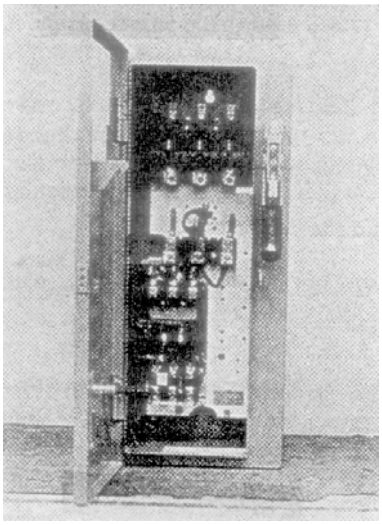


Figura 160-602
Combinación Típica de Arrancador con Interruptor Desconectador con Fusible de Potencia Nominal en HP

Sustento y Propósito de la Regla 160-604(1). Para obtener una protección apropiada del circuito derivado del motor, el mecanismo de desconexión debe estar

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

localizado en el centro de distribución. Si también sirve como mecanismo de desconexión para el motor y controlador o arrancador, debe tener provisiones aprobadas de bloqueo para ése propósito y estar rotulado para el uso propuesto.

Sustento de la Regla 160-604(2). Si el medio de desconexión del circuito derivado es del tipo extraíble de un arrancador o controlador de un motor de alta tensión, obviamente tiene más de una función y debe cumplir con la Subregla (3).

Propósito de la Regla 160-604(2). Se requiere que la ubicación indicada en la Subregla (3), sea usada cuando la función extraíble de un arrancador de alta tensión también sea usado como el mecanismo de desconexión del circuito derivado.

Sustento y Propósito de la Regla 160-604(3). Para una operación segura, se requiere que el medio de desconexión de un motor, arrancador o controlador esté a la vista y dentro de los 9 m del arrancador o controlador del motor que desconecta, excepto lo indicado en las Subreglas (4) y (5).

Sustento de la Regla 160-604(4). Hay muchos motores pequeños alimentados desde un panel de distribución donde los requerimientos de ubicación de los mecanismos de desconexión de las Subreglas (1), (2) y (3) no se pueden cumplir. Esta Subregla permite requerimientos especiales cuando los medios de desconexión para el motor no pueden ser ubicados de acuerdo a la Subregla (3).

Propósito de la Regla 160-604(4). Cuando se puede demostrar que los mecanismos de desconexión para el motor o motores no pueden ser ubicados de acuerdo a la Subregla (3) y los medios de desconexión del circuito derivado no pueden ser bloqueados en la posición de “abierto”, se debe instalar un arrancador manual del motor del tipo a plena tensión fuera de la vista y más allá de los 9 m del motor o motores, siempre y cuando el arrancador manual sea capaz de interrumpir la corriente del rotor bloqueado en las cargas conectadas y que pueda ser bloqueado en la posición “abierto”.

Sustento de la Regla 160-604(5). Muchos tipos de refrigerantes usados en el equipo de aire acondicionado y de refrigeración, son dañinos para el ambiente si se escapan del equipo, de manera que es necesario que el equipo pueda ser desconectado tan pronto como sea posible.

El equipo de aire acondicionado en la mayoría de las instalaciones está ubicado en las azoteas o en ubicaciones difíciles de alcanzar. La gente que trabaja dando servicio al aire acondicionado, necesita tener el equipo energizado o desenergizado para probarlo, darle servicio y hacerle reparaciones. Cuando los mecanismos de desconexión están ubicados fuera de vista y a una considerable distancia del equipo, se puede crear una situación de peligro para el personal de servicio.

Propósito de la Regla 160-604(5). Se requiere que los mecanismos de desconexión del motor y el arrancador o controlador estén ubicados a la vista y dentro de los 3 m del equipo de aire acondicionado y refrigeración. Note que la distancia máxima en la que pueden estar ubicados los medios de desconexión del equipo se ha reducido a 3 m .

Sustento y Propósito de la Regla 160-604(6). Como el mecanismo de desconexión actúa como un dispositivo de seguridad, se requiere que esté fácilmente accesible o

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

que sea operable mediante el uso de un mecanismo externo (por ejemplo, un bastón) que esté fácilmente accesible.

Sustento y Propósito de la Regla 160-604(7). Para el servicio seguro de la maquinaria portátil, se requiere que el mecanismo de desconexión esté ubicado en la maquinaria portátil y que sea accesible al operador.

Sustento y Propósito de la Regla 160-700. Estos motores usan el refrigerante del compresor para enfriar al motor y así poder tener una potencia nominal en HP más alta que la normal. Se necesitan reglas especiales para cuidar de esto.

Sustento de la Regla 160-702. Como los motores normalmente no tienen su potencia nominal expresada en HP, se necesita hacer el rotulado correspondiente.

Propósito de la Regla 160-702. Se requiere tener a los motores rotulados con su potencia nominal como se requiere en la Regla 160-100, especialmente la corriente de carga y la corriente del rotor bloqueado.

Sustento de la Regla 160-704. Como algunas veces se usa la potencia nominal de los motores en HP, ésta debe estar relacionada con la corriente de carga nominal y la corriente de rotor bloqueado. Se usan las Tablas 44 y 45 para obtener la corriente a plena carga, que es usada como la corriente de carga nominal. Como el motor estándar tiene la corriente de rotor bloqueado de seis veces la corriente a plena carga, se usa este valor para determinar la corriente equivalente del rotor bloqueado.

Propósito de la Regla 160-704. Se requiere que las Tablas 44 o 45 sean usadas para seleccionar la corriente del rotor bloqueado al multiplicar la corriente nominal a plena carga por seis, cuando no está rotulado en el equipo eléctrico.

Sustento de la Regla 160-706. Estos requerimientos son similares a los de los motores estándar.

Propósito de la Regla 160-706. Se requiere que la capacidad de corriente de los conductores se base en la corriente nominal de carga del motor y que se calcule como dice la Regla 160-106 (1,25 veces la potencia nominal de la corriente de carga).

Sustento de la Regla 160-708. Para un motocompresor, se permite que la protección contra sobrecorriente sea del 300% de la corriente del motor a plena carga, que es el 50% de la corriente del rotor bloqueado. Este mismo valor puede elevarse a 65% de la corriente del rotor bloqueado si el dispositivo de sobrecorriente que está dimensionado a 50%, no permite que arranque el motocompresor.

Propósito de la Regla 160-708. Se requiere que el mismo método de selección de protección contra sobrecorriente sea usado como para un motor estándar, pero basado en la corriente del rotor bloqueado.

Sustento de la Regla 160-710. Los motocompresores no tiene factores de servicio como los motores normales y están diseñados para ser protegidos por un dispositivo de sobrecarga ajustado a no más del 140% de la potencia nominal de su corriente de carga. Los ensamblajes aprobados que tienen protección contra sobrecarga incluida, han sido probados y no necesitan protección contra sobrecarga adicional.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 160-710. Se requiere que la protección contra sobrecarga de los motocompresores sea similar a la de los motores estándar (Véanse las Reglas 160-302 a 306 inclusive), pero que se permite que el dispositivo de sobrecarga se establezca a no más de 140% de la potencia de la corriente del motocompresor. Se requiere que los otros dispositivos de sobrecorriente como fusibles, no tengan una potencia nominal o una especificación mayor que el 125% de la potencia nominal de la corriente de carga.

Sustento de la Regla 160-712. Las corrientes nominales del equipo de control deben ser convenientes para usarlas con el motocompresor y también deben tener una capacidad de interrupción o el equivalente a la corriente del rotor bloqueado, de manera que éste pueda abrir los conductores del circuito del motor en forma segura.

Propósito de la Regla 160-712. Se requiere que el equipo de control sea rotulado con su corriente a plena carga y con la corriente del rotor bloqueado, o con los valores de amperes determinados de la Regla 160-704. Se requiere que el equipo de control también cumpla con los requerimientos de las Reglas 160-500, 160-502 y 160-506 que compete a los motores estándar.

Sustento de la Regla 160-714. La corriente nominal de los medios de desconexión debe ser igual que la de los motores estándares y cargas.

Propósito de la Regla 160-714. Se requiere que la corriente nominal a plena carga del medio de desconexión de un motor o motores sea el mismo que el del motor o motores estándares. Se requiere que éste también tenga una capacidad de interrupción o el equivalente a la corriente de un rotor bloqueado, igual a la corriente del rotor bloqueado del motor más grande en el grupo, mas la suma de las corrientes nominales a plena carga de todas las otras cargas que pueden estar en operación al mismo tiempo.

Motores con Arranque de Bobinado Múltiple y Bobinado Partido

Sustento y Propósito de la Regla 160-800. Los motores con bobinado múltiple y bobinado partido tienen especiales configuraciones de bobinado y necesitan reglas separadas que se encarguen de ellos.

Sustento y Propósito de la Regla 160-802. Un motor de bobinado múltiple, debe ser tratado como un motor estándar si las configuraciones del bobinado son fijas y se aplican en este caso las reglas para un motor estándar.

Sustento de la Regla 160-804. Los motores de bobinado múltiple van a tener diferentes corrientes a plena carga, dependiendo de la configuración del bobinado y el tipo de motor usado. Los motores con devanado de arranque partido tienen ambos bobinados conectados en paralelo en la posición de funcionamiento.

Propósito de la Regla 160-804. Se requiere que los conductores del circuito en el lado del suministro del controlador, deben estar dimensionados para la corriente a plena carga más grande de una configuración de bobinado que va a ser usado por un motor de bobinado múltiple y para la suma de los bobinados de arranque y funcionamiento de un motor con devanado de arranque partido. Los conductores del

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

motor sólo necesitan ser apropiados para las corrientes correspondientes de cada configuración de bobinado.

Sustento de la Regla 160-806. Motores con múltiple bobinado tendrán diferentes corrientes a plena carga, dependiendo de la configuración del bobinado y del tipo de motor usado. Los motores con devanado de arranque partido tienen ambos bobinados conectados en paralelo en la posición de funcionamiento.

Propósito de la Regla 160-806. Cuando los conductores entre el controlador y el motor son más pequeños que los requeridos en el lado del suministro del controlador, se requiere que se use un dispositivo de sobrecorriente separado para proteger a estos conductores más pequeños.

Se requiere también que se permita que un motor de bobinado partido para el arranque, pueda tener la protección contra sobrecorriente ubicada en el lado del suministro del controlador. Si la protección contra sobrecorriente son unos fusibles con retardo de tiempo, se requiere que la corriente nominal máxima de los fusibles sea de 150% de la corriente a plena carga.

Sustento de la Regla 160-808. Cada configuración de bobinado de un motor de bobinado múltiple, puede tener diferentes corrientes a plena carga y cada una va a tener una protección contra sobrecorriente apropiada. Un motor con bobinado partido de arranque tiene la corriente total del motor, partida en 50-50 en los bobinados de arranque y funcionamiento.

Propósito de la Regla 160-808. Se requiere la protección contra sobrecarga separada para la configuración de cada bobinado, excepto para un motor con bobinado partido para el arranque que necesita protección en el bobinado de arranque solamente, se requiere que se use la recomendación del fabricante, sólo si un dispositivo de sobrecorriente en ese bobinado va a desenergizar los bobinados que tiene un motor de bobinado partido en el arranque y funciona con la corriente partida en forma diferente que la corriente partida usual de 50-50.

Sustento y Propósito de la Regla 160-810(a). (Véase la Figura 160-810(a)). Como los motores de bobinado múltiple y los motores con bobinado de arranque partido requieren de consideraciones especiales de control, se requiere el uso de un controlador especialmente aprobado para ser usado con un motor de bobinado múltiple o con bobinado partido en el arranque.

Sustento de la Regla 160-810(b). Como cada configuración de bobinado de un motor de bobinado múltiple puede tener diferentes corrientes a plena carga, es necesario que el arrancador del motor sea lo suficientemente grande para la potencia nominal en HP de la configuración del bobinado. Se debe tener cuidado al añadir bloqueos para evitar la operación simultánea de los controladores que no se espera que operen, para no crear daño al motor o a los controladores.

Propósito de la Regla 160-810(b). Si se provee un equipo de control separado para cada bobinado, se requiere que cada controlador tenga al menos una potencia nominal en HP igual que el de la bobina que controla y que bloquee cuando se requiera para evitar la operación simultánea de un controlador que no se espera sea operado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 160-810(c). Hay una división incierta de corriente entre el arranque y funcionamiento de los bobinados de un motor con bobinado partido para el arranque. Por lo tanto, se requiere separar los controladores usados para controlar el arranque y funcionamiento de estos bobinados o tener una potencia nominal en HP al menos igual que el de ese motor, a menos que esté específicamente aprobado para el uso con ese motor.

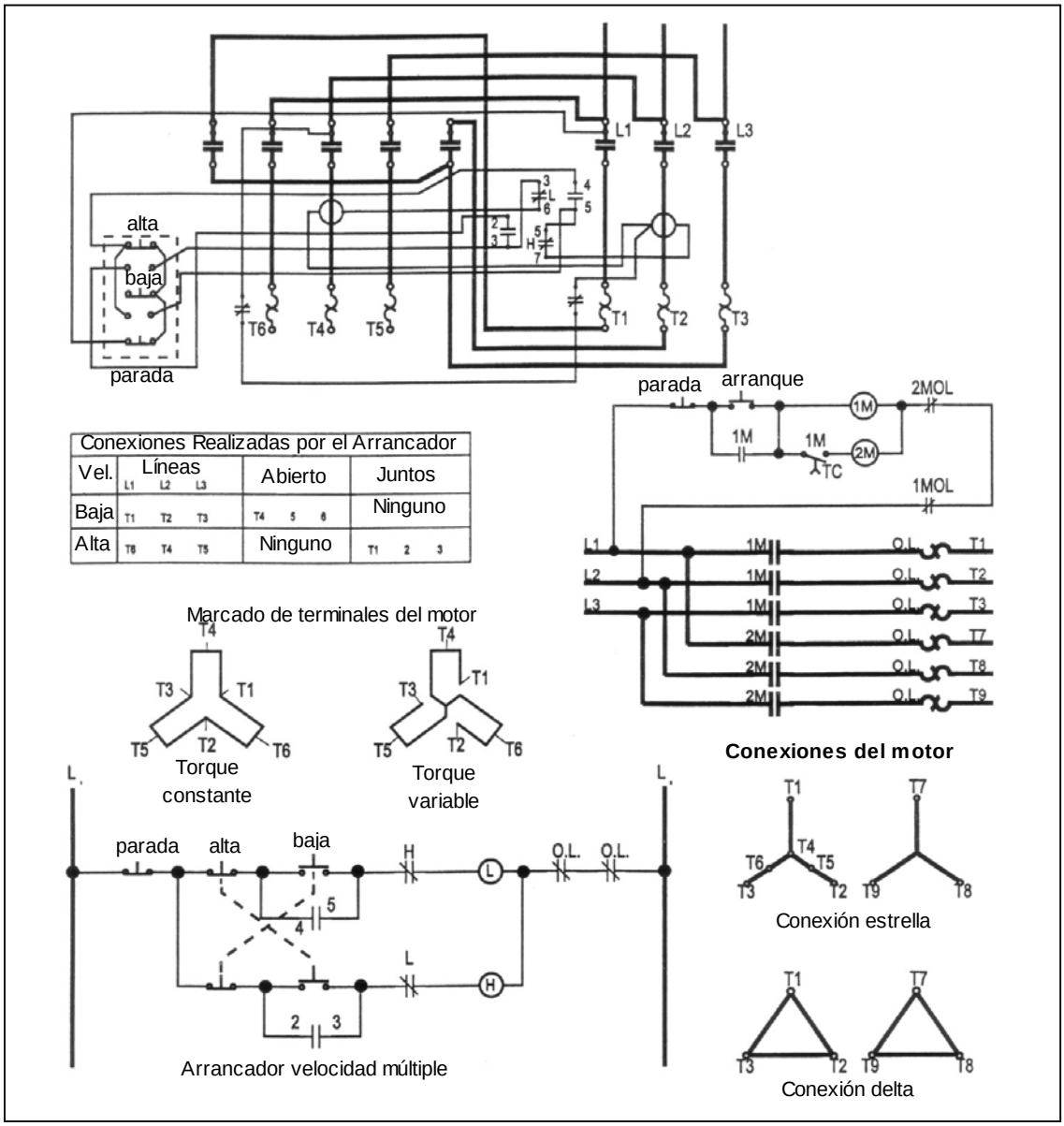


Figura 160-810 (a)
Arrancador Típico Velocidad Múltiple / Bobinado Partido

Sustento de la Regla 160-812. Como cada configuración de bobinado de un motor de bobinado múltiple puede tener diferentes corrientes a plena carga, es necesario que el mecanismo de desconexión sea lo suficientemente grande para la configuración del bobinado del motor que tenga la corriente y potencia nominal en HP más grande.

Propósito de la Regla 160-812. Se requiere que el medio de desconexión esté de acuerdo con las Reglas 160-660 a 160-604. Se requiere que los medios de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

desconexión también sean apropiados para la configuración del bobinado, en HP y corriente, más grandes para el motor.

Sustento de la Regla 160-900. Normalmente se debe poder parar los circuitos alimentados por un generador.

Propósito de la Regla 160-900. Se requiere que se provea un medio de aislamiento para desconectar los circuitos alimentados por el generador, excepto cuando éste pueda ser fácilmente parado y que no haya otro generador o fuente de tensión en paralelo con él.

Sustento de la Regla 160-902. Los generadores de tensión constante van a enviar toda la corriente demandada y aún así van a mantener la tensión constante. Para limitar la corriente y por lo tanto el aumento de temperatura del generador, se debe añadir protección para limitar la corriente. La protección puede ser omitida si el tipo de instalación eléctrica indica que no es requerida o si el generador es un excitador que alimenta a una carga fija al circuito de campo de un motor sincrónico o generador.

Propósito de la Regla 160-902. Se requieren dispositivos de protección contra sobrecorriente en la salida del generador de tensión constante, a menos que el aislamiento eléctrico muestre que esto no es necesario.

Sustento de la Regla 160-904. Estos generadores normalmente son portátiles y cuando el dispositivo de seguridad opera, se tiene que abrir ambas líneas para la seguridad del equipo eléctrico y del personal.

Propósito de la Regla 160-904. Se requiere que ambas líneas de un sistema puesto a tierra de dos cables, alimentado por un generador no accionado por electricidad, sean abiertas por el dispositivo de protección.

Sustento de la Regla 160-906. Un sistema de corriente continua de 3 hilos puede ser operado conjuntamente con un juego de compensación para obtener un sistema de tres hilos. Si hay un desbalance en la carga, es el juego de compensación el que debe estar sobrecargado y no el generador principal. Es importante que los dispositivos de protección sean instalados, para desconectar todo el sistema en el caso de un severo desbalance.

Propósito de la Regla 160-906. Se requiere que los dispositivos de protección sean instalados en sistemas de corriente continua de 3 hilos alimentados por generadores de 2 hilos y un juego de compensación para desconectar el sistema en el caso de un desbalance excesivo de la tensión.

Sustento de la Regla 160-908. Como un generador de 3 hilos puede tener un desbalance en la carga entre el neutro y cualquier lado de la línea, es necesario que tenga un elemento de disparo del interruptor automático en cada lado de la línea o la armadura principal, para detectar la máxima corriente disponible. Un interruptor automático de 2 polos desconectaría cada conductor de la armadura y un interruptor automático de 4 polos desconectaría los conductores tanto de la armadura como del compensador.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 160-908. Se requiere que un interruptor automático de 2 polos o de 4 polos, detecte la corriente en cada conductor de la armadura y desconecte el generador de la línea.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 170

INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE ALUMBRADO

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 170-000. Esta regla es de mayor importancia ya que identifica los equipos eléctricos de edificaciones, estructuras o locales a los cuales se aplican los requerimientos de la Sección 170. Ésta establece que también se aplican las Reglas generales del Código, es decir, las Secciones 010 a 090 y 150, pero que, cuando sea necesario, los requerimientos de la Sección 170 pueden modificar estas secciones o complementar a éstas u otras.

Resulta necesario que requerimientos especiales para instalaciones eléctricas sean aplicados a los equipos de alumbrado.

Propósito de la Regla 170-000. Las Reglas 170-000 a 170-822 se aplican a los equipos de alumbrado para interiores. Éstas son complementarias a los requerimientos especificados en las Secciones generales del Código o pueden ser modificaciones de los mismos.

Las Reglas 170-900 a 170-1122 se aplican a los equipos de alumbrado para exteriores y también son complementarias a los requerimientos especificados en las Secciones generales del Código o pueden ser modificatorias de los mismos.

Equipos de Alumbrado para Interiores
Generalidades

Sustento de la Regla 170-100. Existe una necesidad de que las reglas generales se apliquen a la instalación eléctrica de todos los tipos de equipos de alumbrado aludidos.

Propósito de la Regla 170-100. Se requiere que las Reglas 170-100 a 170-822 se apliquen a la instalación eléctrica y alambrado de luminarias, portalámparas, aparatos colgantes, lámparas incandescentes y lámparas de descarga eléctrica, salvo modificaciones de las Reglas 170-700 a 170-822.

Sustento de la Regla 170-102. Esta regla es necesaria para proteger a los habitantes de las unidades de vivienda para que no se vean expuestos a tensiones que excedan de 250 V a tierra, cuando se cambien lámparas, se realice limpieza o se ejecute cualquier otro tipo de mantenimiento a los equipos de alumbrado en los locales.

Propósito de la Regla 170-102. Se requiere que los equipos de alumbrado de las viviendas sean conectados a circuitos derivados suministrados de sistemas monofásicos de 220 V . Sin embargo, se estipula que los equipos de alumbrado que no sean los de las unidades de vivienda se conecten a circuitos suministrados de sistemas tetrafilares trifásicos de 220/380 V .

Sustento de la Regla 170-104. Debe ser necesario una protección de sobrecorriente adecuada a fin de salvaguardar los diversos tipos de equipos de alumbrado y las

diferentes potencias de los portalámparas. La máxima protección de sobrecorriente para los circuitos derivados que alimentan a las luminarias, portalámparas y los rieles de alumbrado en las unidades de vivienda es 15 A . En las instalaciones que no se realicen en unidades de vivienda, la protección de sobrecorriente depende de la tensión aplicada o del tipo de luminaria, portalámpara o de los rieles de alumbrado.

Propósito de la Regla 170-104 (Véase la Figura 170-104). Se requiere reducir el daño en caso de falla del circuito derivado del alumbrado disminuyendo la dimensión de la protección de sobrecorriente para las luminarias, portalámparas y las rieles de alumbrado de las unidades de vivienda a 15 A . En las instalaciones que no se realicen en unidades de vivienda, la protección de sobrecorriente puede variar de 15 a 40 A según la tensión de entrada.

La Nota del Anexo B señala que para la aplicación de esta regla, la base mogul incluye base tipo casquillo roscado, espiga terminal, espiga terminal extendida, espiga lateral, de dos bornes y el casquillo tipo prefocus.

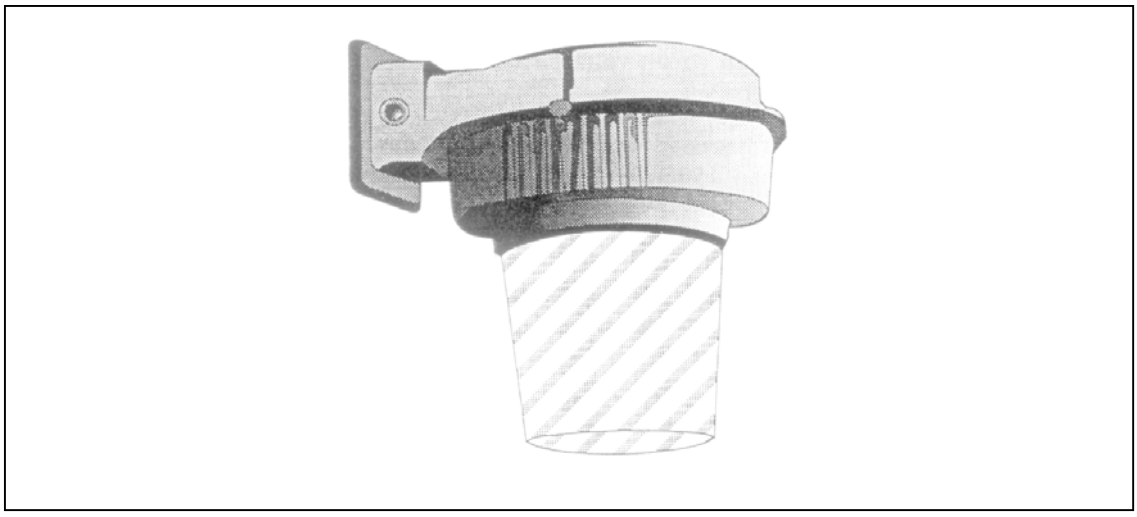


Figura 170-104
Luminaria de Descarga de Alta Intensidad (HID)

Ubicación de los Equipos de Alumbrado

Sustento de la Regla 170-200. Se puede producir un peligro de incendio si es que se almacena material combustible muy cerca de ciertos tipos de luminarias. Asimismo, los materiales almacenados pueden obstruir el acceso o interferir de alguna otra manera la operación de los interruptores incorporadas de las luminarias o portalámparas.

Propósito de la Regla 170-200. (Véase la Figura 170-200). Se requiere que las luminarias instaladas en lugares donde sea probable que se almacene material combustible estén provistas de pantallas o guardas de un tipo que prevenga que el material combustible se vea expuesto a una temperatura que exceda de 90 ºC . El equipo eléctrico no debe de estar provisto de interruptores incorporados y cada luminaria o portalámpara debe de ser controlado mediante un interruptor de pared. Sin embargo, cuando las luminarias o portalámparas se encuentren como mínimo a 2,5 m sobre el nivel del piso, o estén ubicados o protegidos con guardas a fin de que la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

lámpara no pueda ser fácilmente dañada o retirada, un interruptor de pared puede controlar varias luminarias o portalámparas. Los interruptores y los portalámparas no pueden tener ningún conductor expuesto.

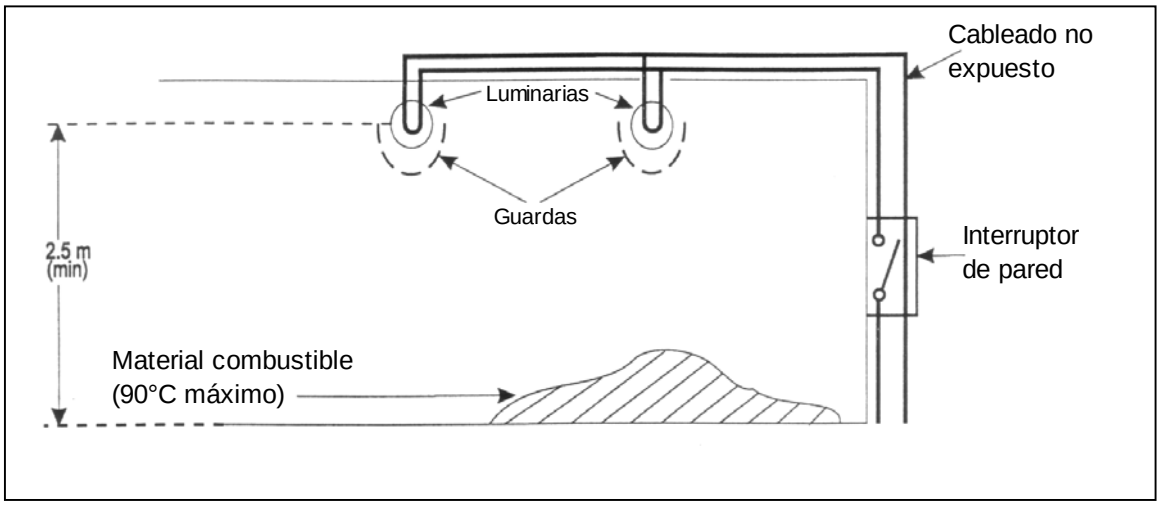


Figura 170-200
Iluminación Sobre Material Combustible

Sustento de la Regla 170-202. A menudo se exhibe mercadería combustible en escaparates y vitrinas. En vista de la temperatura ambiente incrementada debido a la intensidad de la iluminación utilizada, se deben tomar precauciones a fin de asegurar que la falla que puede ocurrir en la luminaria o portalámpara no permita que partículas calientes caigan sobre los materiales combustibles.

Propósito de la Regla 170-202. Se requiere que todos los alambres del artefacto, que no sean los que se utilizan para las luminarias de tipo suspensión en cadena, estén ocultos y que los portalámparas no tengan pelusas de papel o fibra. Los cordones flexibles y los alambres del equipo que suministran en forma permanente a las luminarias instaladas en las vitrinas también deben de estar ocultos en canalizaciones o recintos de protección adecuados.

Sustento de la Regla 170-204. Puede presentarse un peligro de incendio si es que los materiales combustibles de las repisas de un ropero empotrado estuvieran amontonados muy cerca de una luminaria o portalámpara del ropero.

Propósito de la Regla 170-204. Se requiere que la luminaria o portalámpara de un ropero empotrado, se encuentre ubicada en el techo o en la pared frontal encima de la puerta. Éste no debe de ser ubicada encima de una repisa. Cuando una luminaria esté ubicada en el contramarco o la pared lateral de la entrada, ésta debe de ser aprobada para dicha aplicación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Instalación de Equipos Eléctricos

Sustento y Propósito de la Regla 170-300. Las partes vivas expuestas deben de ser adecuadamente cubiertas a fin de prevenir un peligro de electrocución. Se requiere que las luminarias, portalámparas y el equipo asociado sean instalados de tal modo que no haya partes vivas expuestas.

Sustento de la Regla 170-302. A fin de asegurar que las luminarias estén correctamente fijadas, es necesario especificar los diferentes métodos de fijación, los cuales dependen del peso de la luminaria.

Propósito de la Regla 170-302. (Véanse las Figuras 170-302(3) y 170-302(4)). Se requiere que todas las luminarias y portalámparas sean fijados de una manera segura. Una luminaria que pesa más de 2,7 kilogramos, o exceda de 400 mm en toda su dimensión, no puede ser fijada por el casquillo de rosca del portalámpara. Una luminaria que pesa 11,4 kilogramos o menos puede ser fijada directamente en una caja de salida, pero una que pese más de 11,4 kilogramos no debe de ser fijada -ésta debe de ser fijada independiente de la caja o mediante un soporte colgante para artefactos con un caja de salida incorporada.

Sólo se permiten las cajas rígidas de PVC señaladas como adecuadas para la fijación de una luminaria, en los casos antes mencionados. El material de PVC se ablanda cuando está expuesto a altas temperaturas generadas por los artefactos de alumbrado y la experiencia ha demostrado que los terminales de tornillo o los accesorios de inserción que sostienen los tornillos se aflojan y pueden salirse, dejando caer los artefactos. Existen artefactos de alumbrado con una caja integral construida de un material polímero que no es el PVC y con embocaduras diseñadas para recibir la tubería pesada de PVC.

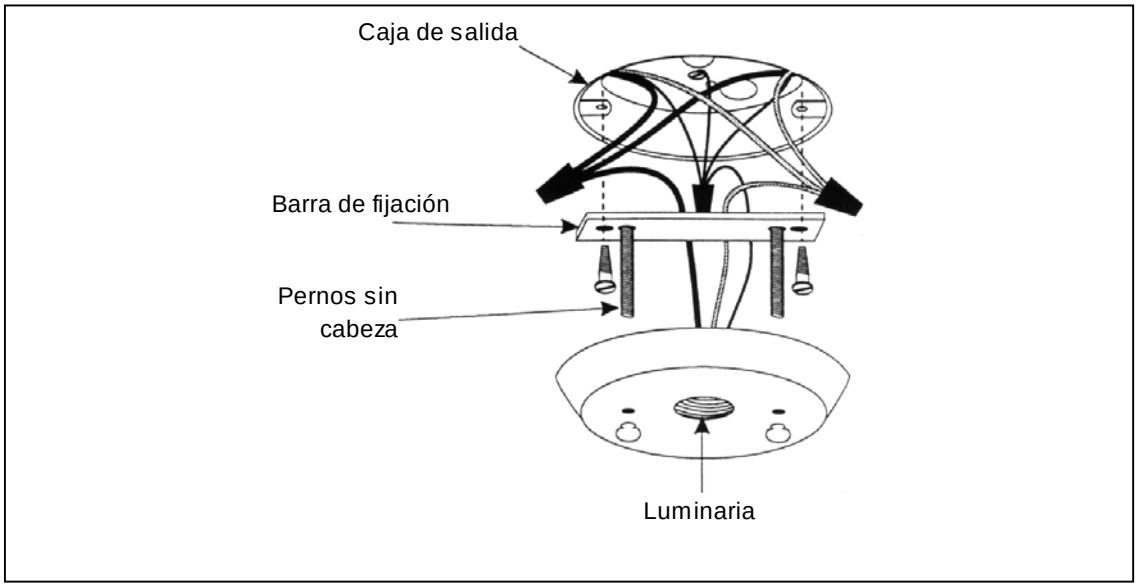


Figura 170-302 (3)
Montaje Típico de Luminaria con Peso de 11,4 kilogramos o Menos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

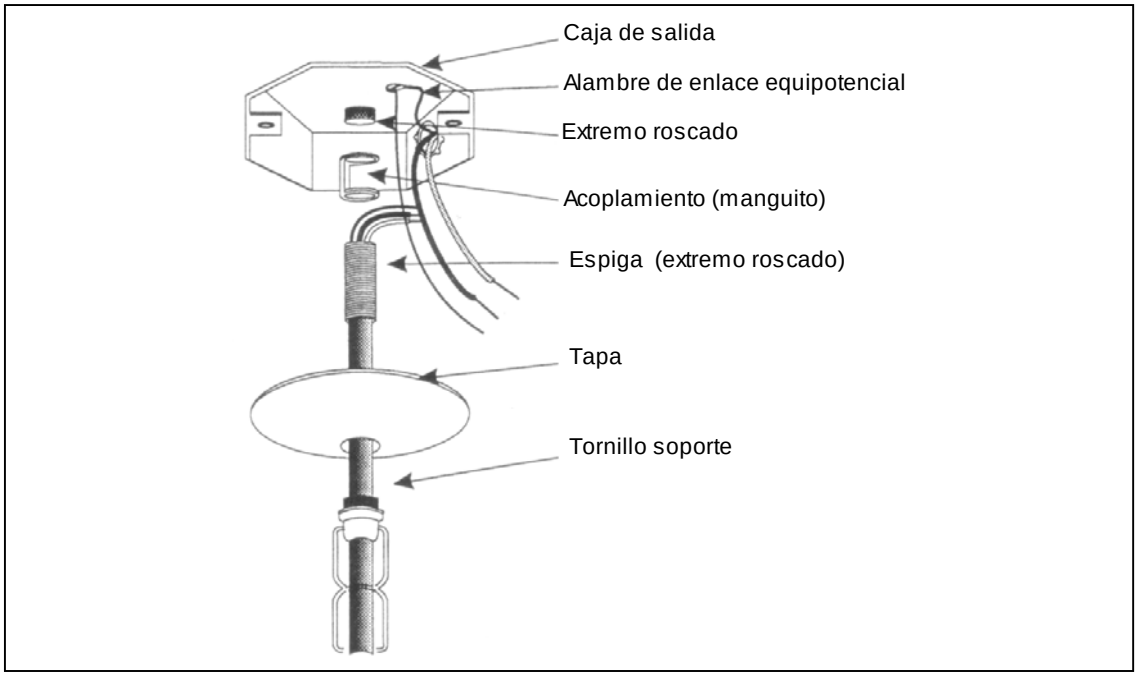


Figura 170-302 (4)
Montaje Típico de Luminaria con Peso Mayor a 11,4 kilogramos

Sustento de la Regla 170-304. Las juntas, empalmes y conexiones de los conductores están sujetos a falla. Por lo tanto, éstos deben de estar contenidos en recintos de protección adecuados a fin de prevenir que cualquier partícula derretida produzca ignición del material combustible en caso de falla.

Propósito de la Regla 170-304. Se requiere mantener la integridad de una caja de salida utilizada con el equipo de alumbrado, usando una cubierta para caja de salida, tapa ornamental de luminaria, portalámpara, u otros dispositivos apropiados.

Sustento de la Regla 170-306. Es necesario guardar un espacio adecuado para los conductores en una tapa ornamental de luminaria y en la caja de salida a fin de prevenir daños mecánicos durante la instalación eléctrica o el mantenimiento de las luminarias. Asimismo, se deben tomar precauciones para asegurar que el calor generado por la luminaria no ocasione recalentamiento de los conductores en la caja de salida.

Propósito de la Regla 170-306. Se requiere que la luminaria esté provista de una tapa ornamental de luminaria o una caja de salida de un tamaño adecuado para que se adapte a los conductores. La luminaria debe de ser diseñada e instalada de tal manera que el calor generado por la misma no exceda la temperatura máxima nominal de los conductores.

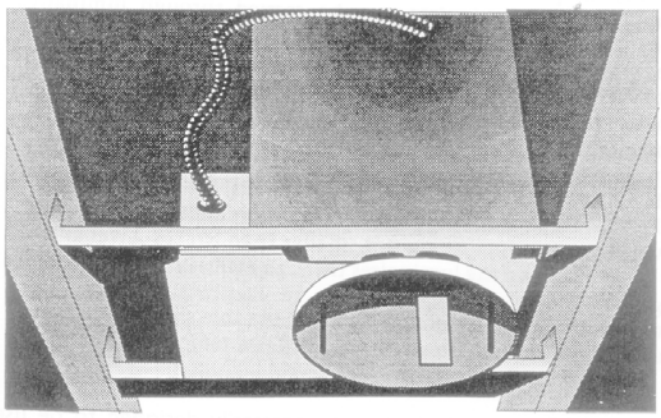
Sustento de la Regla 170-308. Puede ocurrir peligro de incendio, cuando el recinto de protección de una luminaria empotrada que excede de 90 ºC esté en contacto con material combustible un poco más del área pequeña de contacto necesaria para fijar la luminaria. En una edificación de construcción incombustible, esta temperatura puede incrementarse a 150 ºC, pero la luminaria debe ser diseñada para funcionar de manera segura a tal temperatura incrementada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Probablemente las luminarias empotradas se recalienten cuando estén cubiertas con una manta de aislamiento térmico. Sin embargo, las luminarias empotradas aprobadas para dicha aplicación han sido diseñadas y sometidas a prueba para una operación segura cuando son cubiertas con una manta de aislamiento térmico. La mayoría de las luminarias aprobadas para esta aplicación, en la actualidad, incluyen un dispositivo de protección térmica que asegura que la máxima temperatura permitida no debe exceder debido al uso indebido (por ejemplo, debido a una sobrecarga de lámparas de la luminaria).

Propósito de la Regla 170-308. (Véase la Figura 170-308(4)) Se requiere que todos los recintos de protección de las luminarias empotradas sean instalados de tal manera que mantengan como mínimo una distancia de seguridad de 12,5 mm en relación al material combustible, a excepción de los puntos de fijación. El material combustible adyacente a la luminaria no debe estar expuesto a una temperatura de más de 90 ºC . Una luminaria empotrada del tipo que puede exponerse al material incombustible en una edificación de construcción incombustible a una temperatura no mayor de 150 ºC debe ser aprobada para ser utilizada en una construcción incombustible y debe de ser así señalada.

Se requiere que las luminarias empotradas utilizadas cuando pueden ser cubiertas con una manta de aislamiento térmico sean específicamente aprobadas para esta aplicación y marcadas para dichos efectos.



Nota: Luminaria empotrada térmicamente protegida para uso donde se recubra con aislamiento térmico (lámparas tipo 75 W máximo)

Figura 170-308 (4)
Luminaria Empotrada

Sustento de la Regla 170-310. Las conexiones entre los conductores de la luminaria y el circuito derivado, así como las conexiones de enlace equipotencial, están sujetas a inspección a fin de asegurar que han sido realizadas correctamente. No se puede esperar que una luminaria que pese más de 4,5 kilogramos sea retirada para poder inspeccionar las conexiones. Los conductores del circuito derivado que se extiendan hasta un compartimento con un balasto están expuestos a temperaturas incrementadas generadas por el balasto y deben ser apropiados para ser utilizados a la temperatura involucrada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 170-310. Se requiere que las luminarias sean instaladas de tal manera que las conexiones hacia el circuito derivado y las conexiones de enlace equipotencial puedan ser inspeccionadas sin necesidad de desconectar el alambrado. Las luminarias que pesen más de 4,5 kilogramos deben ser instaladas de tal manera que no tengan que ser retiradas para su inspección.

Sustento de la Regla 170-312. No necesariamente una luminaria es diseñada para ser utilizada como canalización, no obstante se establece que se incorpore al diseño de una luminaria, una canalización para el artefacto de alumbrado. Asimismo, se estipula que los conductores de suministro de una luminaria recorran a través de las luminarias que han sido aprobadas para un montaje en hilera continua. Al seleccionar el tipo de conductores que se va a utilizar se debe tener en cuenta el calor generado por los balastos.

Propósito de la Regla 170-312 (Véase la Figura 170-312). Se requiere que los conductores del circuito derivado recorran sólo a través de aquellas luminarias que tengan una canalización para artefactos de alumbrado incorporada como parte de la luminaria. Sin embargo, los conductores de un circuito derivado bifilar, trifilar o tetrafilar que suministren las luminarias implicadas pueden recorrer a través de las luminarias que han sido aprobadas para montaje en hilera continua y sean así identificadas.

Los balastos que se encuentran dentro de las luminarias son una fuente de calor y los conductores que suministran las luminarias que utilizan los métodos antes descritos deben de ser especificados para una capacidad mínima de 600 V y una temperatura mínima de 90 ºC . Asimismo, en la Tabla 19 se señalan los conductores que son apropiados para ser utilizados en canalizaciones. Cuando las canalizaciones no excedan de 2 m entre las luminarias, se pueden utilizar alambres para equipos de los tipos que se muestran en la Tabla 11 como apropiados para estos efectos, siempre que los conductores no sean menos de 2,5 mm^2 .

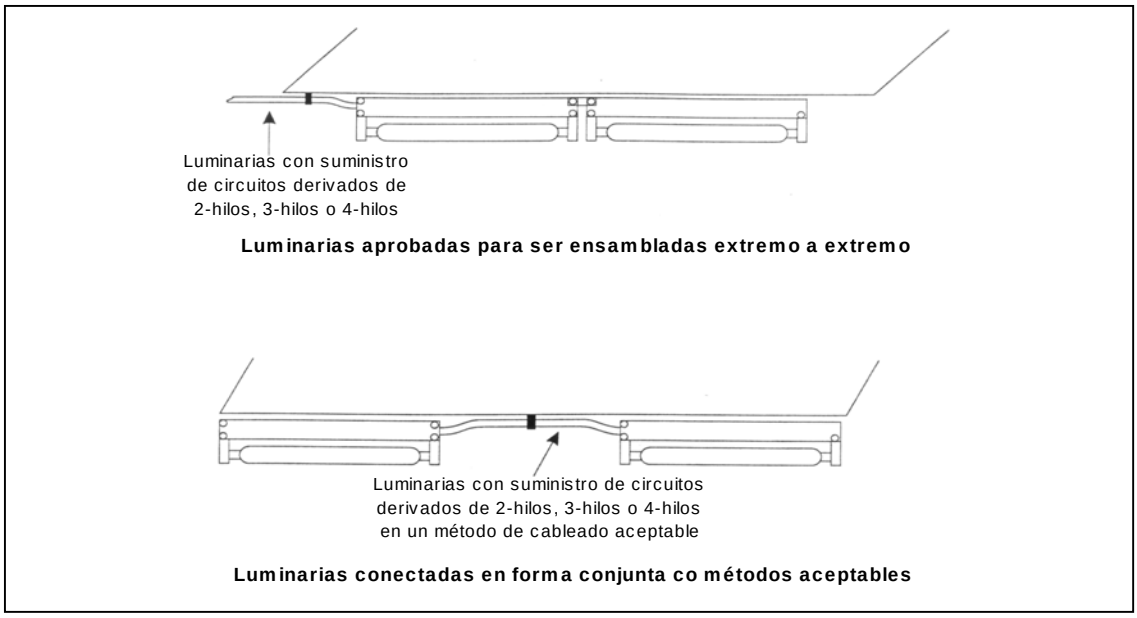


Figura 170-312
Luminarias como Canalizaciones

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 170-314. El casquillo de rosca de una lámpara, así como el del portalámpara, pueden ser fácilmente alcanzados por una persona que cambia las lámparas. Cuando el casquillo de rosca de un portalámpara no se encuentra conectado al conductor del circuito derivado puesto a tierra de un balasto tipo autotransformador o reactor, o no está enlazado a tierra, el casquillo de rosca presenta una tensión a tierra existiendo una peligro de electrocución. Esto también puede ocurrir en condiciones de falla cuando el casquillo de rosca no esta puesto a tierra individualmente cuando es alimentado desde un transformador o balasto del tipo aislante (de 2 devanados).

Propósito de la Regla 170-314. (Véanse las Figuras 170-314(1) y 170-314(2)) Se requiere que los casquillos de rosca de los portalámparas de una luminaria sean conectados al mismo conductor de la luminaria. A menos que una luminaria esté provista de una guarda u otros medios para la prevención de contactos accidentales con las partes vivas desnudas al insertar o retirar lámparas, las luminarias que cuentan con balastos tipo autotransformador o reactor, sólo son permitidas cuando estén conectadas a circuitos de suministro tales como de 220 V, que presenten un conductor de circuito derivado puesto a tierra. El conductor puesto a tierra debe de ser identificado y conectado a los casquillos de rosca de los portalámparas.

Cuando las luminarias son alimentadas por circuitos de 380 V, que normalmente no tienen un conductor de circuito puesto a tierra, se debe utilizar un transformador o balasto (de 2 devanados) del tipo aislante y los casquillos de rosca de los portalámparas deben de ser enlazados equipotencialmente a tierra en forma individual. Una excepción a esto es cuando el reactor de una lámpara de descarga de alta intensidad (HID) suministra a dos lámparas en serie. No es necesario que el casquillo de rosca de una portalámpara sea enlazado a tierra, siempre que el retiro de su lámpara aísle el casquillo de rosca.

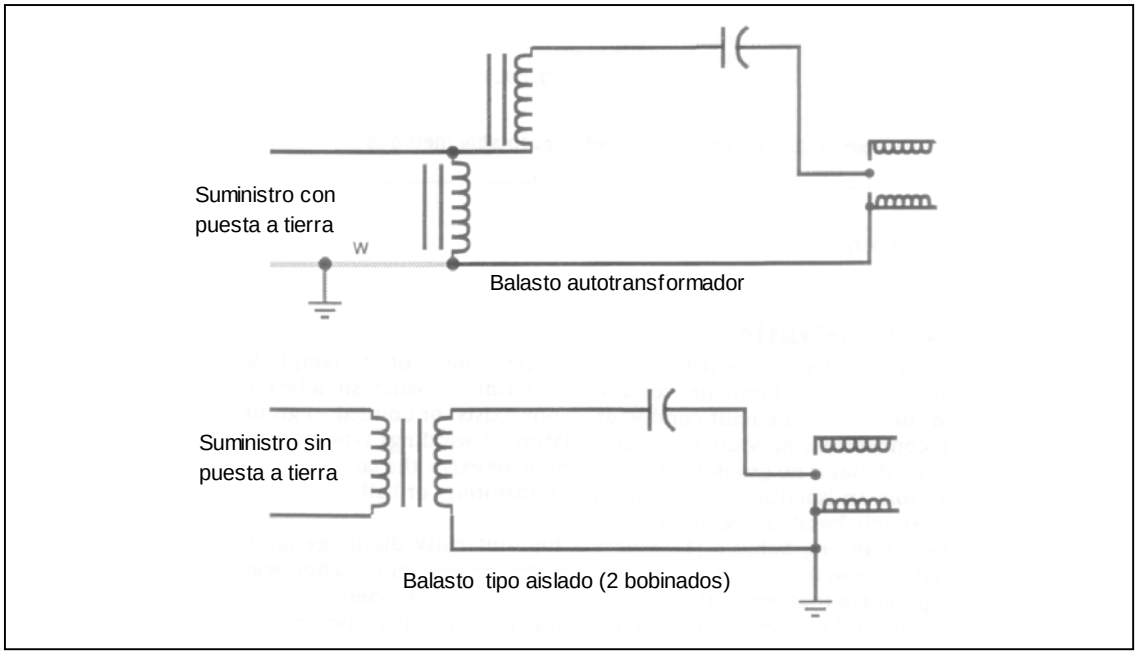


Figura 170-314 (1)
Polarización de Luminarias

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

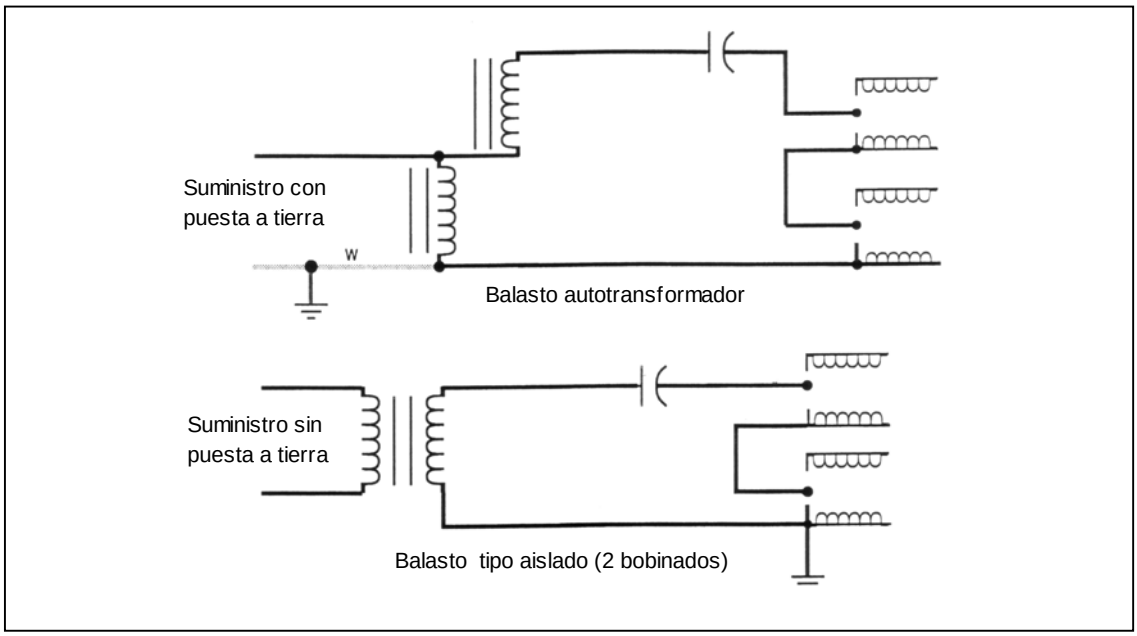


Figura 170-314 (2)
Polarización de Luminarias de Doble Lámpara

Sustento de la Regla 170-316. Una pantalla o recinto de protección combustibles que se encuentren muy cerca de la lámpara pueden crear un peligro de incendio.

Propósito de la Regla 170-316. Se requiere que la pantalla o recinto de protección combustibles de una luminaria sean instalados de tal manera que exista suficiente espacio de aire entre las lámparas y la pantalla o recinto de protección combustibles a fin de asegurar que no se produzca un peligro de incendio.

Sustento de la Regla 170-318. Los daños ocasionados a una luminaria o portalámpara pueden exponer los filamentos de la lámpara u otras partes vivas, provocando un peligro de electrocución o incendio.

Propósito de la Regla 170-318. Se requiere que una luminaria o portalámpara fácilmente accesible ubicados a menos de 2,1 m sobre el nivel piso sean protegidos contra daños mecánicos, a menos que se encuentren en un lugar que no estén expuestos a daños. Se puede utilizar una luminaria corta flexible en lugar de una luminaria rígida.

Sustento de la Regla 170-320. Es necesaria una protección para las luminarias en estos lugares a fin de prevenir que las lámparas se dañen debido a objetos voladores (por ejemplo, las pelotas de baloncesto).

Propósito de la Regla 170-320. Se requiere que las luminarias instaladas en gimnasios o locales similares sean protegidas con reflectores metálicos diseñados para la protección de lámparas, o con pantallas metálicas, vidrios blindados o material plástico adecuado. Los reflectores o guardas utilizados deben de ser suficientemente resistentes para soportar el impacto de los objetos utilizados en el área y no deben obstruir la ventilación de la luminaria.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 170-322. Algunas luminarias y tapas ornamentales de luminarias pueden no tener suficiente resistencia o espacio para alojar la instalación eléctrica de una interruptor accionado directamente, o por medio de una cadenilla en la tapa ornamental.

Propósito de la Regla 170-322. Se requiere que los interruptores en tapas ornamentales sean instalados sólo en las luminarias y tapas ornamentales de luminarias que hayan sido aprobados con agujeros ciegos adecuados para estos efectos. Cuando los interruptores de una tapa ornamental están ubicados en una cadena de luminaria, éstos deben ser instalados en un accesorio diseñado para este propósito.

Sustento de la Regla 170- 324. Las luminarias en estos tipos de lugares se encuentran sometidas a efectos desfavorables debido a la humedad y puede ser necesario que tengan características especiales para funcionar en forma satisfactoria.

Propósito de la Regla 170-324. Se requiere que las luminarias instaladas en lugares húmedos o mojados sean aprobadas e identificadas para este tipo de ambientes. Las luminarias identificadas para ser utilizadas en lugares mojados también pueden ser utilizadas en lugares húmedos.

Sustento de la Regla 170-326. Existe un alto riesgo de que una persona reciba una fuerte descarga eléctrica al tocar un portalámpara o luminaria defectuosos cuando se encuentre en un lugar húmedo o esté en contacto con un equipo puesto a tierra o una superficie puesta a tierra. Cuando se utilice un interruptor integral, se deben tomar precauciones a fin de asegurar que en caso de falla, la tensión no sea transferida a los medios de operación del interruptor.

Propósito de la Regla 170-326. Se requiere que los portalámparas o luminarias instalados en lugares húmedos y cerca de equipos o superficies puestos a tierra, tal como se describe en esta regla, sean controlados mediante un interruptor de pared. Un portalámpara con una cubierta exterior de material no metálico o una luminaria pueden tener una interruptor integral, siempre que la manija o cadenilla de tiro de operación estén adecuadamente aislados de las partes vivas, a menos que se utilice un portalámpara que haya sido aprobado para ser utilizado sin conexiones aislantes en la cadenilla de tiro de metal.

La Nota del Anexo B proporciona una interpretación de la afirmación "dentro del alcance de una persona en la ducha o bañera", tal como se aplica para la ubicación del interruptor en la Subregla (3), como "no a 1 m de la ducha o bañera"

Sustento de la Regla 170-328. El alumbrado de las escaleras de un sótano es necesario para la seguridad de las personas que las utilizan.

Propósito de la Regla 170-328. Se requiere que todas las escaleras de una unidad de vivienda sean iluminadas. Cuando la escalera, a excepción del sótano, tenga cuatro o más escalones, el alumbrado debe ser controlado mediante interruptores de pared de tres direcciones, o dispositivos que realicen la misma función, ubicadas en la parte superior e inferior de las escaleras.

El alumbrado de escaleras de sótanos o bodegas que no tengan un área terminada o que no conduzcan a una entrada exterior o garaje anexo o no que no sirvan más que a

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

la unidad de vivienda, puede ser controlado por una interruptor simple ubicado en la parte superior de las escaleras.

Sustento de la Regla 170-330. Las luminarias totalmente cerradas guarnecidas con empaquetaduras pueden funcionar a temperaturas más altas que las luminarias del tipo ventiladas. Éstas pueden presentar a un peligro de incendio cuando se encuentran montadas en cielo rasos combustibles.

Propósito de la Regla 170-330. Se requiere que las luminarias totalmente cerradas guarnecidas con empaquetaduras montadas en cielo rasos de material combustible sean del tipo que hayan sido aprobadas e identificadas a estos efectos.

Alambrado de Equipos de Alumbrado

Sustento de la Regla 170-400. Es necesario tomar precauciones para el montaje de alambrado de luminarias a fin de asegurar un funcionamiento seguro y reducir el peligro de fallas.

Propósito de la Regla 170-400. Se requiere que el alambrado sobre una luminaria y dentro de la misma sea instalado y montado con mucho cuidado a fin de que no esté expuesto a daños provenientes de las partes móviles o sujetos a temperaturas más altas que para la cual han sido especificados los conductores.

Sustento de la Regla 170-402. Es necesario realizar una codificación de colores para los conductores que alimentan a una luminaria a fin de asegurar la adecuada polarización de los portalámparas. Para facilitar esta identificación en un conductor trenzado, se puede utilizar un hilo identificador coloreado.

Propósito de la Regla 170-402. Cuando los conductores trenzados individuales son utilizados para suministrar a una luminaria, se requiere que el conductor con un hilo identificador color negro sea conectado a un conductor de circuito derivado no puesto a tierra, aquél con un hilo identificador de color blanco al conductor identificado y aquél con un hilo identificador de color verde al conductor de enlace equipotencial o al terminal de enlace equipotencial de la caja de salida.

Sustento de la Regla 170-404. El alambrado de luminarias debe contar con una suficiente capacidad de corriente para soportar la carga y debe ser especificado para la tensión de suministro y temperatura implicados.

Propósito de la Regla 170-404. Se requiere que los conductores utilizados para el alambrado de luminarias tengan como mínimo una sección transversal de 1 mm^2, tengan por lo menos especificaciones para la tensión involucrada, y que tengan una capacidad nominal de temperatura no menor que la máxima temperatura de funcionamiento de la luminaria.

Sustento de la Regla 170-406. Debe ser necesario aplicar requerimientos especiales a los conductores de una luminaria tipo cadena y a las partes móviles del equipo de alumbrado, a fin de asegurar que los conductores no sufran daños.

Propósito de la Regla 170-406. Se requiere que se utilicen conductores trenzados en las luminarias suspendidas en cadenas y en cualquier parte móvil del equipo de alumbrado. Los conductores deben de ser montados de tal manera que el peso de la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

luminaria o el movimiento de las partes móviles no provoquen demasiada tensión a los conductores y los dañen.

Sustento de la Regla 170-408. El calor no se disipa de las luminarias empotradas tan rápidamente como de otros tipos de luminarias, lo que da como resultado altas temperaturas de funcionamiento. Para permitir esto, es necesario asegurar que los conductores utilizados sean los adecuados para las temperaturas implicadas y que el método de instalación eléctrica deje que el calor se disipe a lo largo de los conductores de altas temperaturas antes del punto en el cual éstos han sido conectados a los conductores del circuito derivado.

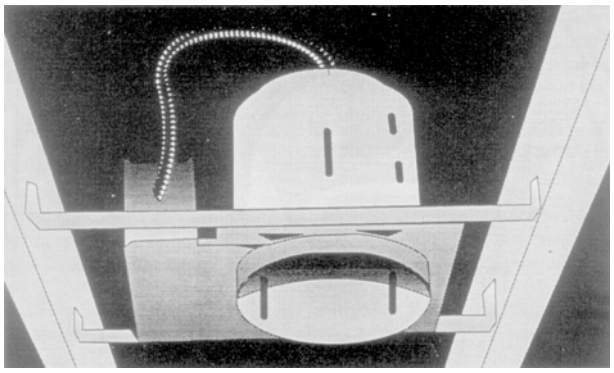
Propósito de la Regla 170-408. (Véanse las Figuras 170-408 y 170-408(5)) Se requiere que los conductores utilizados para el alambrado de luminarias empotradas sean especificados por lo menos para la temperatura implicada. Cuando los conductores del circuito derivado cumplan con este requerimiento, pueden ser instalados directamente hacia la luminaria.

El tramo de los conductores de conexión de derivación en una canalización instalada en fábrica no debe tener una sección transversal menor de 1 mm^2, pero cuando la canalización ha sido provista, pero no ensamblada a la luminaria en fábrica, los conductores no deben tener un corte transversal menor de 2,5 mm^2 . Se requiere que estos conductores se extiendan como mínimo a 150 mm de la canalización, la cual se extenderá por lo menos a 450 mm, pero no más de 2 m, de la luminaria y terminar en una caja de salida ubicada a una distancia no menor de 300 mm de la luminaria. Esta caja de salida debe de estar ubicada donde haya un espacio vertical de por lo menos 900 mm a fin de proporcionar un acceso rápido, a menos que sea accesible a través de la abertura para el montaje de la luminaria o a través de alguna otra abertura del cielo raso. Cuando el acceso sea a través de la abertura de la luminaria o por alguna otra abertura del cielo raso, esta abertura debe medir por lo menos 32 000 mm^2 con una dimensión no menor de 200 mm, y la caja de salida debe ser montada a lo más a 350 mm de la abertura.

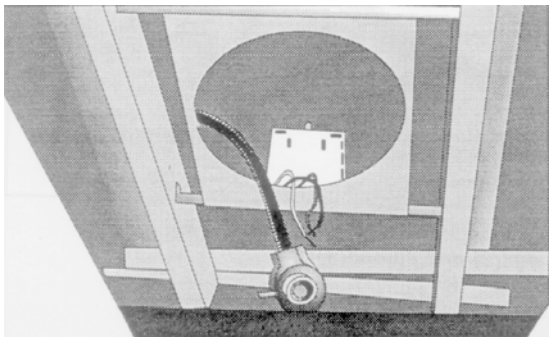
La caja de conexión de suministro que es parte integrante de una luminaria aprobada debe tener un espacio vertical de 900 mm o más por encima de ésta a fin de disponer de una acceso rápido tal como se especifica en la Regla 070-3016. Sin embargo, se puede tener acceso a través de la abertura para el montaje de la luminaria, siempre que la cubierta de la caja pueda ser retirada mediante una herramienta manual sostenida por debajo del cielo raso, las conexiones del conductor puedan estar al alcance y el portalámpara de la luminaria así como los conductores del portalámpara puedan ser extraídos a través de la abertura para realizar cualquier tipo de mantenimiento requerido.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Figura 170-408
Cableado de Luminarias Empotradas. Véase la Regla 170-408(3) y (4)



Acceso requerido tal como se especifica en la Regla 070-3016



Acceso permitido solo desde el lado de la habitación

Figura 170-408 (5)
Ensambles de Luminarias

Sustento de la Regla 170-410. Los conductores en una caja de salida, ubicados en el cielo raso, están sometidos a una temperatura de operación incrementada debido al calor de la luminaria montada sobre la caja. Esto puede deteriorar el aislamiento de los conductores.

Propósito de la Regla 170-410. Se requiere que todos los conductores de circuitos derivados, instalados en una caja de salida ubicada en el cielo raso, sobre la que haya, o pueda haber una luminaria, tengan una temperatura nominal de al menos 90 ºC, a no ser que la caja se instale en un lugar mojado y se utilice cables con

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

chaqueta no metálica (RHW o similar). La capacidad nominal de conducción de estos conductores no debe ser mayor que la permitida para conductores para 60 ºC .

Sustento de la Regla 170-412. Cuando las luminarias se ubican muy juntas para lograr una iluminación de alta intensidad en un espacio restringido tal como una vitrina, la temperatura de operación se incrementa excesivamente. Por lo tanto, los conductores deben de ser especificados para la temperatura implicada.

Propósito de la Regla 170-412. Cuando sea necesario, debido a que las luminarias están ubicadas muy juntas en una vitrina, se permite que las luminarias sean conectadas con los conductores que son adecuados para estos efectos tal como se señala en la Tabla 11 y tengan una capacidad de temperatura nominal no menor de 125 ºC . Los conductores deben de ser conectados a los conductores del circuito derivado en una caja de empalme ubicada en un lugar donde los conductores del circuito derivado no se encuentren expuestos a temperaturas que excedan su capacidad nominal

Sustento de la Regla 170-414. Por lo general, se puede reducir el calibre y capacidad de corriente de los conductores de cualquier sistema eléctrico, en la medida en que éstos avanzan “aguas abajo” de la fuente de energía eléctrica. Sin embargo, éstos deben de ser siempre suficientemente dimensionados como para conducir de manera segura la corriente requerida por la carga que alimentan. La disminución del calibre de los conductores de los sistemas de distribución por lo general se realiza en los tableros y paneles o en los divisores de fases y en general el dispositivo de sobrecorriente “aguas arriba” es demasiado grande como para proteger al conductor pequeño de la sobrecarga o cortocircuito. La solución más simple es proporcionar un fusible o interruptor de capacidad adecuada delante del conductor más pequeño, pero esto algunas veces resulta inconveniente o demasiado costoso. La experiencia ha demostrado que en ciertos casos el conductor más pequeño, o conductor de derivación, puede funcionar de manera segura cuando la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente que lo protege es mayor que la capacidad de corriente del conductor de derivación con una longitud y capacidad de corriente específicas en relación a la sobrecorriente de protección.

Propósito de la Regla 170-414. (Véase la Figura 170-414). En los circuitos derivados de alumbrado, se requiere que un conductor de derivación que tenga una sección transversal no menor de 2,5 mm^2 sea utilizado como conductor del circuito derivado de 20 A para la alimentación de luminarias simples o luminarias montadas de extremo a extremo. La longitud del conductor de derivación de 2,5 mm^2 no debe ser mayor de 7.5 m y debe tener una capacidad de corriente no menor que la capacidad nominal de las luminarias que alimenta el conductor de derivación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

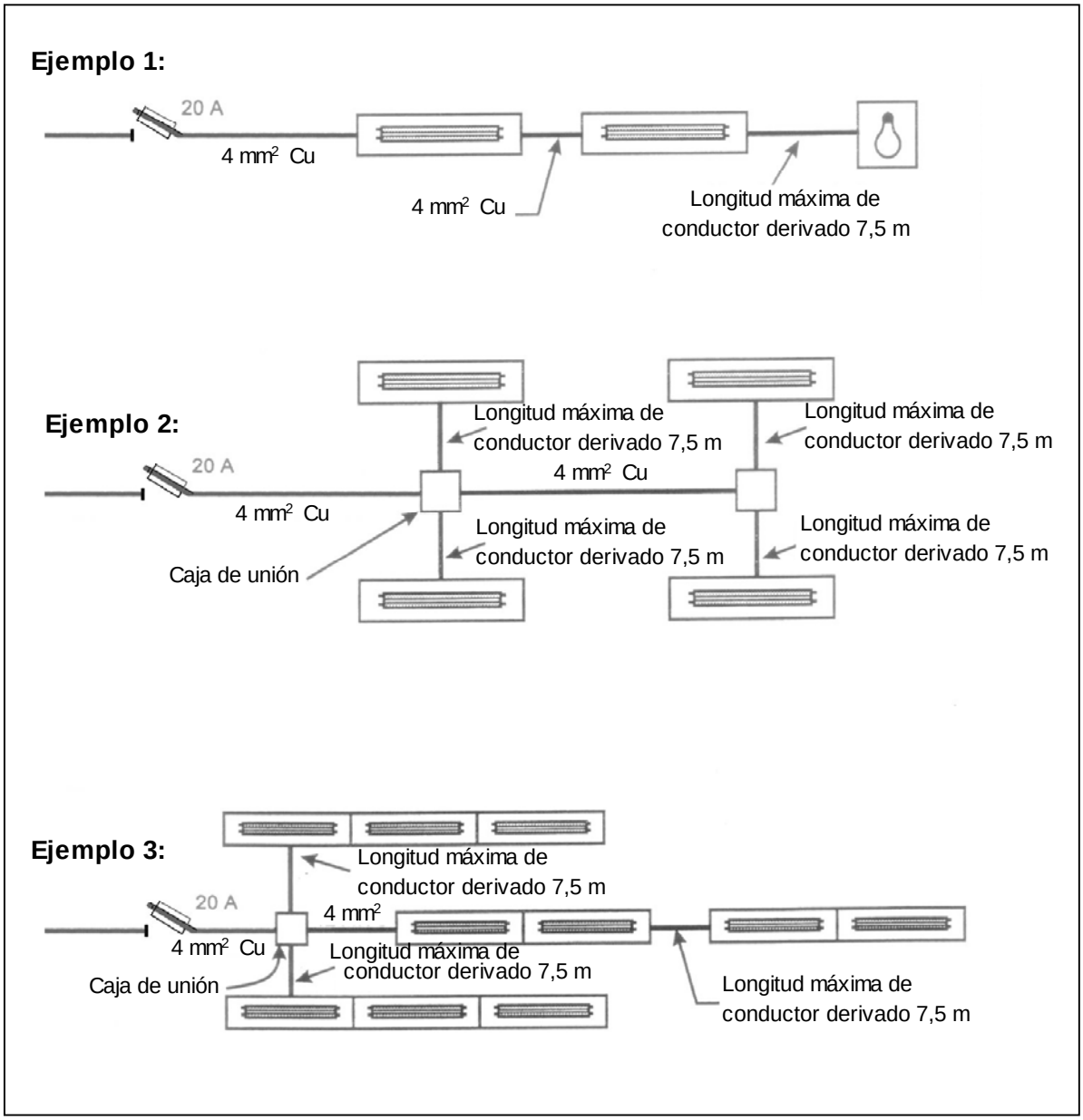


Figura 30-414
Ejemplos de Conductores Derivados

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

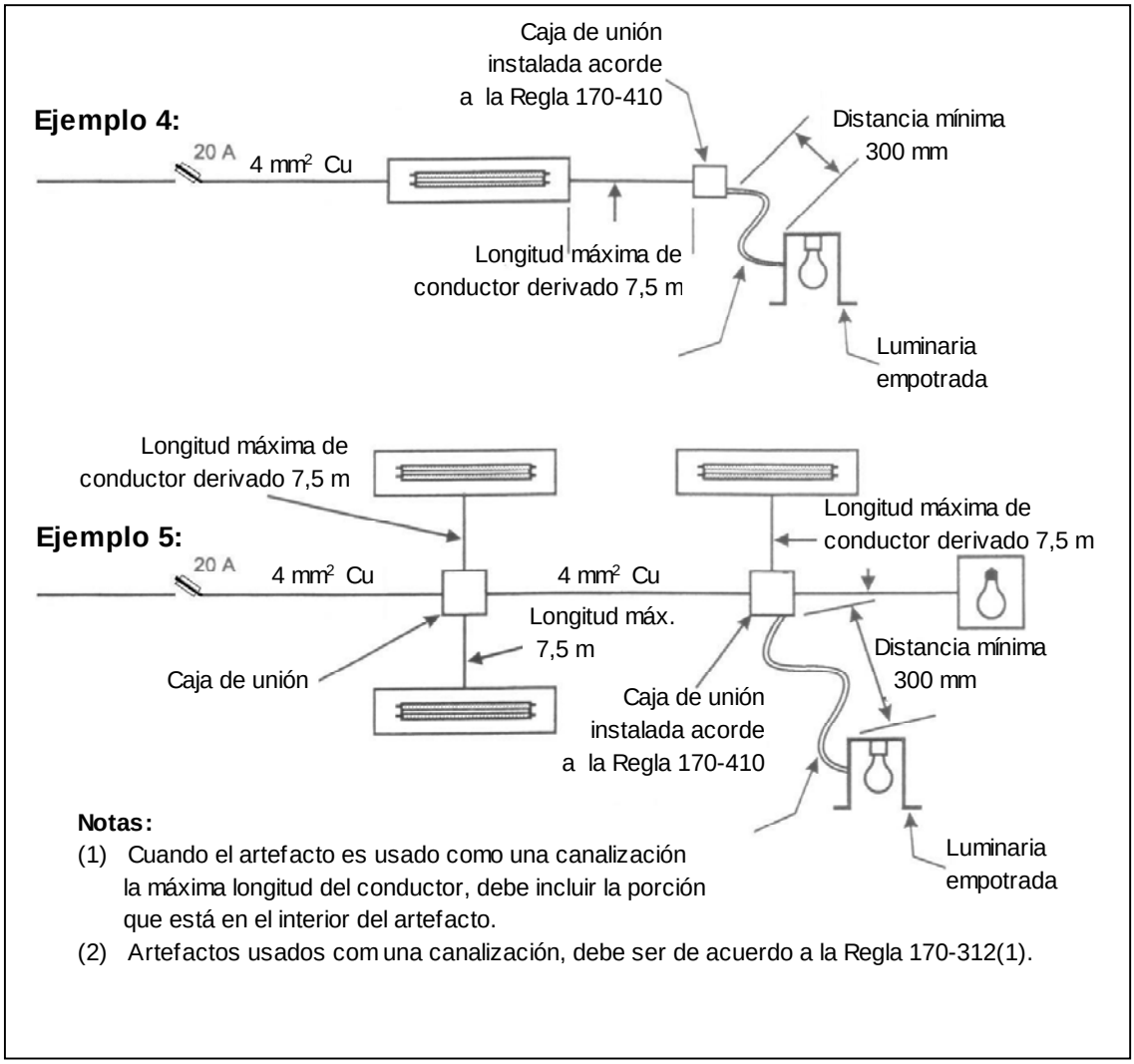


Figura 170-414 (Continuación)
Ejemplos de Conductores Derivados

Puesta a Tierra del Equipo de Alumbrado

Sustento de la Regla 170-500. Debe ser necesario el enlace equipotencial a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente de las luminarias, tal como se explica en la Sección 060.

Propósito de la Regla 170-500. Se requiere que las partes metálicas no conductoras de corriente de las luminarias y equipo eléctrico asociado sean enlazados equipotencialmente a tierra, tal como se especifica en la Sección 060.

Portalámparas

Sustento de la Regla 170-600. Los portalámparas están expuestos a un calentamiento considerable debido a las lámparas. Debe ser necesario que cuenten

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

con características especiales para que sean utilizadas con lámparas de potencia más alta a fin de asegurar que los portalámparas soporten la temperatura implicada.

Propósito de la Regla 170-600. La potencia máxima de las lámparas incandescentes para uso con portalámparas con base mogul o base tipo casquillo roscado es de 1 500 W .

Sustento de la Regla 170-602. El casquillo de rosca de una lámpara, así como el del portalámpara puede ser fácilmente accesible a una persona que cambia las lámparas. En un sistema puesto a tierra, es importante que el casquillo de rosca del portalámpara sea conectado a un conductor puesto a tierra a fin de evitar un peligro de electrocución.

Propósito de la Regla 602. Cuando esté presente un conductor identificado, tal como en un circuito derivado de suministro puesto a tierra, se requiere que el conductor identificado sea conectado al casquillo de rosca del portalámpara.

Sustento de la Regla 170-604. Cuando un portalámpara es alimentado por un circuito derivado bifilar en el cual ambos conductores no están puestos a tierra, ambos conductores deben de ser desconectados a fin de prevenir un peligro de electrocución cuando se toque el casquillo de rosca de la lámpara o del portalámpara.

Propósito de la Regla 170-604. Cuando se utilice un portalámpara con interruptor integral en un circuito derivado no puesto a tierra bifilar, se requiere que el interruptor sea del tipo bipolar, para que abran ambos conductores de manera simultánea.

Sustento de la Regla 170-606. En caso de que ocurra una falla en el interruptor integral de un portalámpara, existe la posibilidad de que la cadenilla de tiro se energice. Se deben tomar precauciones para disminuir la posibilidad de que una persona toque las partes metálicas que pueden estar energizadas debido a la falla. Esto se puede lograr utilizando cordones o cadenas de tiro aislantes, aislando las conexiones de la cadena de metal o mediante un diseño especial del mecanismo de maniobra del portalámpara.

Propósito de la Regla 170-606 (Véase la Figura 170-606). Se requiere que los medios de operación de un interruptor del tipo cadena de un portalámpara, sea un cordón hecho de material aislante o dicho cordón, o cadena, con una acoplamiento de material aislante, sean conectados a una cadena de metal tan cerca como sea posible hacia donde emerge la cadena del recinto de protección del portalámpara. Como alternativa, se puede utilizar un portalámpara que haya sido aprobado para no ser utilizado con un acoplamiento aislante en la cadena de metal.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

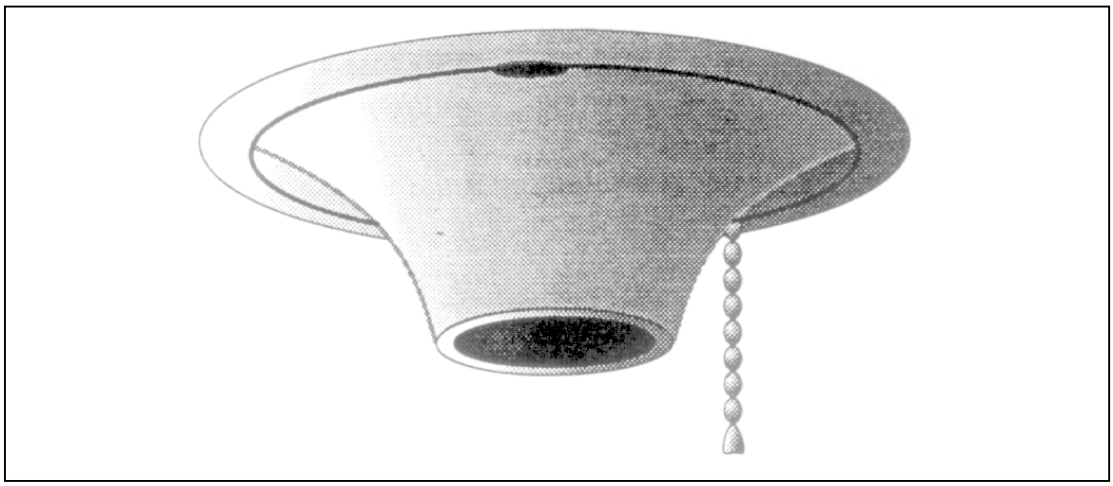


Figura 170-606
Soporte de Lámpara con Interruptor de Cadena

Sustento y Propósito de la Regla 170-608. Debe ser necesario diseños especiales de portalámparas a fin de asegurar que la humedad presente en los lugares húmedos o mojados no afecte de manera desfavorable el funcionamiento seguro del dispositivo.

Sustento de la Regla 170-610. Los portalámparas colgantes pueden estar expuestos a movimientos considerables durante un uso normal y durante la inserción y retiro de lámparas. Los conductores deben de ser capaces de soportar el peso del portalámpara y la lámpara y de resistir el movimiento a la temperatura implicada.

Propósito de la Regla 170-610. Se requiere que los portalámparas colgantes con conductores permanentemente conectados, que no sea el alambrado tipo colgante o tipo festón, sean colgados desde conductores aislados trenzados revestidos de caucho o termoplásticos individuales conectados directamente a los conductores del circuito derivado, pero los conductores deben de ser soportados en forma independiente a los conductores del circuito. En caso de que se utilicen conductores aislados con termoplástico donde la temperatura puede ser menor de –10 ºC, los conductores deben ser aprobados para ser utilizados por lo menos a la temperatura involucrada. Los conductores colgantes utilizados para portalámparas de casquillo de rosca, tipo casquillo goliat o casquillo mediano, deben tener una sección transversal no menor de 2,5 mm^2 . A excepción de los equipos de alumbrado decorativo y para árboles de Navidad aprobados, los conductores colgantes utilizados para portalámparas intermedios o de 25 mm no deben tener una sección transversal menor de 1 mm^2 .

Sistemas de Alumbrado de Descarga Eléctrica que Operan a No Más de 1 000 V

Sustento de la Regla 170-700. Resulta necesario aplicar requerimientos especiales para instalaciones eléctricas de los sistemas de alumbrado de descarga eléctrica que funcionan a 1000 V o menos.

Propósito de la Regla 170-700. Las Reglas 170-702 a 170-714 se aplican a la instalación eléctrica y al alambrado de equipos de alumbrado de descarga eléctrica.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Las reglas son adicionales o pueden variar los requerimientos especificados en las Secciones generales del Código, así como los requerimientos de las Reglas 170-100 a 170-610.

Sustento de la Regla 170-702. Los transformadores llenos de aceite están expuestos a fuga y en algunos casos pueden crear un peligro de incendio.

Propósito de la Regla 170-702. Los transformadores llenos de aceite no deben ser utilizados para los sistemas de alumbrado de descarga eléctrica que funcionan a 1 000 V o menos.

Sustento de la Regla 170-704. La conexión de este tipo de equipo eléctrico de corriente alterna a una fuente de energía de corriente continua puede ocasionar recalentamiento y dar como resultado un peligro de incendio.

Propósito de la Regla 170-704. Se requiere que las luminarias utilizadas con circuitos derivados de corriente continua sean aprobadas e identificadas a estos efectos.

Sustento de la Regla 170-708. Los equipos eléctricos auxiliares de los equipos de alumbrado de descarga eléctrica son una fuente de calor y pueden ocasionar un incendio si es que no son correctamente instalados. Los conductores secundarios a menudo son energizados a una tensión que es mayor que la tensión de suministro. Por lo tanto, se deben tomar precauciones a fin de prevenir una electrocución, así como también asegurar el adecuado funcionamiento de las lámparas.

Propósito de la Regla 170-708. Se requiere que los reactores, condensadores, resistencias y otros equipos eléctricos se encuentren cubiertos en la luminaria. Sin embargo, cuando el equipo se encuentre fuera de la luminaria, éste debe de ser aproximado tan cerca como sea posible de la luminaria y en una cabina metálica accesible permanentemente instalada, a menos que el equipo sea del tipo que es apropiado para ser utilizado sin un recinto de protección adicional. Se deben tomar medias para la disipación del calor del equipo auxiliar y los conductores de suministro.

Sustento de la Regla 170-710. Las luminarias de descarga eléctrica son una carga inductiva con un factor de potencia en retardo. Para asegurar un funcionamiento satisfactorio, los interruptores utilizados deben de ser capaces de interrumpir este tipo de carga.

Propósito de la Regla 170-710. Se requiere que el equipo de alumbrado de descarga eléctrica sea controlado mediante un interruptor, un interruptor automático o contactor. Cuando se utilice un interruptor, éste debe ya sea:

(a) tener una capacidad nominal de corriente no menor del doble de la capacidad nominal de la corriente de las lámparas o el transformador que la controla; o

(b) ser aprobado como parte del montaje de la luminaria, o

(c) ser una interruptor manual de aplicación general con consumo nominal no menor de 15 A, con una tensión nominal de 220 V, siempre que el valor nominal en amperes no sea menor que la capacidad nominal de corriente de la carga y la carga no tenga un factor de potencia en retardo menor del 75%.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cuando sólo se utilice un interruptor automático, éste debe de proteger adecuadamente a los conductores tal como se especifica en la Regla 080-104.

Cuando se utilice un contactor, éste debe tener una capacidad nominal de corriente no menor del doble de la capacidad de corriente de las lámparas o lo transformadores que éste controla, a no ser que sea aprobado e identificado para este fin.

Sustento de la Regla 170-712. El uso del valor nominal en amperes de las unidades para calcular la carga total de un interruptor que suministra a las luminarias con balastos y equipos eléctricos similares es más preciso que el uso de la potencia (watts) de la lámpara, debido al factor de potencia en retardo y a la potencia utilizada para operar los equipos eléctricos auxiliares. Existe un efecto de calentamiento mutuo de los conductores del circuito derivado y los dispositivos de sobrecorriente cuando son colocados en un panel que puede, en algunos casos, ocasionar una operación prematura de los dispositivos de sobrecorriente cuando tienen una carga que excede del 80% de la carga nominal.

Propósito de la Regla 170-712. Se requiere que la carga del circuito derivado que suministra a las luminarias con balastos, transformadores o autotransformadores sea calculada en base al valor nominal total en amperes de los balastos, transformadores o autotransformadores implicados. Esta carga no debe de exceder del 80% de la carga nominal del dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado.

Sustento de la Regla 170-714. El efecto de calentamiento mutuo combinado del balasto, los dispositivos de sobrecorriente y los conductores de suministro, puede afectar desfavorablemente la operación del equipo eléctrico. Se requiere de diseños especiales y pruebas de conjunto a fin de asegurar que los portafusibles cuentan con un espacio adecuado y que la capacidad nominal de la protección de sobrecorriente sea apropiadamente seleccionada.

Propósito de la Regla 170-714. Cuando exista una protección de sobrecorriente en la luminaria de descarga de alta intensidad o en una caja de balasto individual, se requiere que la combinación de la luminaria y los dispositivos de sobrecorriente, o la caja de balasto individual y los dispositivos de sobrecorriente, sean aprobados e identificados para tal fin.

Sistemas de Alumbrado de Descarga Eléctrica que Operan a Más de 1 000 V

Sustento de la Regla 170-800. Resulta necesario aplicar requerimientos especiales para instalaciones eléctricas de los sistemas de alumbrado de descarga eléctrica que funcionan a más de 1000 V .

Propósito de la Regla 170-800. Las Reglas 170-802 a 170-822 se aplican a la instalación eléctrica y alambrado de equipos de alumbrado de descarga eléctrica y son complementarias o pueden modificar los requerimientos especificados en las Secciones generales del Código, así como también de los requerimientos de las Reglas 170-100 a 170-610.

Sustento de la Regla 170-802. Los habitantes de una unidad de vivienda pueden no estar conscientes de los peligros que implica la operación y mantenimiento de los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

sistemas de alumbrado en los cuales la tensión de un circuito abierto excede de 1 000 V .

Propósito de la Regla 170-802. Se requiere que los sistemas de alumbrado de descarga eléctrica que cuentan con una tensión de circuito mayor de 1 000 V no deben ser instalados en las unidades de vivienda.

Sustento de la Regla 170-804. Así como asegurar que los interruptores sean capaces de interrumpir el tipo de carga del alumbrado implicado, también es importante asegurar que el equipo de alumbrado no sea energizado de forma inadvertida mientras alguna persona esté prestando servicio técnico al equipo eléctrico.

Propósito de la Regla 170-804. Se requiere que las luminarias de descarga eléctrica y las instalaciones de lámparas que funcionen con equipos eléctricos que presentan una tensión de circuito abierto mayor de 1000 V sean controladas ya sea individualmente o en grupos, mediante un interruptor operado externamente o un interruptor automático que abra todos los conductores de alimentación no puestos a tierra.

El interruptor o interruptor automático deben estar ubicados cerca y a la vista de las luminarias o lámparas que éstos controlan, a menos que se haya previsto que sean bloqueados en posición abierta. Cuando se utiliza un interruptor, éste debe ya sea:

(a) tener una capacidad nominal de corriente no menor del doble de la capacidad nominal de corriente de las lámparas o los transformadores que las controla; o

(b) ser del tipo aprobado e identificado para tal fin; o

(c) ser un interruptor manual de aplicación general con consumo nominal no menor de 15 A, con una valor nominal de tensión de 220 V, siempre que el valor nominal en amperes no sea menor del de la capacidad nominal de corriente de la carga y la carga no tenga un factor de potencia en retardo menor del 75%.

Cuando sólo se utiliza un interruptor automático, éste debe proteger adecuadamente a los conductores tal como se especifica en la Regla 080-104.

Sustento de la Regla 170-806. El limitar la tensión y la corriente nominal de salida reduce los peligros de incendio y electrocución.

Propósito de la Regla 170-806. Se requiere que los transformadores y reactores utilizados para los sistemas de alumbrado de descarga eléctrica no tengan una tensión secundaria de circuito abierto mayor de 15 000 V y una capacidad nominal de corriente secundaria mayor de 120 mA . Sin embargo, cuando los transformadores y reactores sean del tipo bobina y núcleo abierto, se requiere que éstos tengan una tensión secundaria de circuito abierto no mayor de 7 500 V y una capacidad nominal de corriente secundaria no mayor de 240 mA .

Sustento de la Regla 170-808. Los transformadores llenos de aceite están expuestos a fuga, y en algunas condiciones un líquido inflamable puede provocar un peligro de incendio.

Propósito de la Regla 170-808. Se requiere que los transformadores llenos de aceite no sean utilizados salvo que estén llenos de un líquido no inflamable.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 170-810. A fin de asegurar que la tensión a tierra no exceda de 15 000 V y que la máxima salida de corriente admitida no sea excedida, no se permite que los transformadores sean conectados en serie o en paralelo.

Propósito de la Regla 170-810. Los devanados de alta tensión de los transformadores que funcionan a más de 1000 V no deben de ser conectados en serie o en paralelo, a excepción de que se pueden conectar en serie dos transformadores, siempre que el punto donde los dos transformadores han sido conectados esté puesto a tierra para establecer el equivalente de un transformador puesto a tierra en el punto medio.

Cuando se conecte en serie dos transformadores, el extremo puesto a tierra de cada devanado de alta tensión deben de ser conectados juntos y a tierra con un conductor trenzado de cobre aislado que tenga una sección no menor de 2,5 mm^2 .

Sustento de la Regla 170-812. De vez en cuando, los transformadores requieren servicio técnico o cambio. Asimismo, se deben tomar medidas para asegurar que el calor producido no origine peligros de incendio.

Propósito de la Regla 170-812. Se requiere que los transformadores que funcionan a más de 1 000 V sean accesibles para su reparación o cambio, estén lo más cerca posible de las lámparas, y estén ubicados de tal forma que el material combustible adyacente no esté expuesto a temperaturas que excedan de 90 ºC .

Sustento de la Regla 170-814. Un conductor de alta tensión funciona igual que un lado del condensador. A medida que la longitud del conductor aumenta, en particular en una canalización metálica, se puede acumular excesiva tensión y puede perforarse el aislamiento del conductor.

Propósito de la Regla 170-814. Se requiere que los conductores secundarios sean cables de señal de tubo luminoso aprobados para tal fin y sean especificados por lo menos para la tensión del circuito. La longitud total del tramo del cable desde el transformador hasta la lámpara no debe exceder de 6 m cuando recorra en una canalización metálica y no debe de exceder de 16 m cuando recorra en una canalización no metálica.

Los conductores no deben de ser tendidos de alguna otra forma que no sea según los requerimientos de la Sección 180.

Sustento de la Regla 170-816. La longitud y el diámetro de las lámparas de descarga eléctrica afectan las características de la carga. Ya que la carga del transformador del tipo reactancia de alto grado de fuga utilizado para este tipo de alumbrado se incrementa, la tensión secundaria también se incrementa. Por lo tanto, la sobrecarga del transformador ocasiona una sobretensión.

Propósito de la Regla 170-816. Se requiere que las lámparas sean diseñadas con tal longitud y diámetro que no ocasionen una sobretensión continua al transformador.

Sustento de la Regla 170-818. Para realizar una operación segura y confiable, las lámparas deben ser adecuadamente fijadas.

Propósito de la Regla 170-818. Se requiere que las lámparas que funcionan a más de 1 000 V sean fijadas sobre un material aislante apropiado que mantenga una

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

distancia de seguridad suficiente entre las lámparas y las partes metálicas puestas a tierra. Para mayores detalles, consultar la Sección 180.

Las lámparas no deben de ser instaladas en lugares dónde estén expuestas a daños.

Sustento de la Regla 170-820. Se deben tomar precauciones para proteger a las personas no autorizadas para que no se pongan en contacto con las partes vivas y asegurar que las partes que deben ser retiradas para el cambio de lámparas permanezcan unidas al montaje.

Propósito de la Regla 170-820. Se requiere que las partes que deben ser retiradas para el cambio de lámparas sean abisagradas o fijadas de alguna otra manera como parte de un montaje aprobado. Los terminales de las lámparas y los portalámparas deben de ser diseñados de tal modo que exista una exposición muy pequeña de las partes vivas cuando se realice el reemplazo de lámparas.

El diseño no requiere proveer protección contra la electrocución por "descarga espacial", ya que los tubos deben ser cambiados por personal de mantenimiento calificado.

Sustento de la Regla 170-822. Debe ser necesario colocar avisos advirtiendo a las personas sobre el peligro de electrocución asociado con las luminarias y tuberías aislantes energizadas a más de 1000 V .

Propósito de la Regla 170-822. Se requiere que cada luminaria y cada circuito secundario de la tubería aislante que funcionen con una tensión de circuito abierto de más de 1 000 V sean identificados con letreros y figuras como mínimo de 25 mm de altura indicando: "PELIGRO...V". (En el espacio en blanco se debe escribir la tensión de circuito abierto especificada).

Equipos de Alumbrado para Exteriores
Generalidades

Sustento de la Regla 170-900. Resulta necesario modificar algunos de los requerimientos generales para los equipos de alumbrado ubicados en la parte externa de las edificaciones, cuando se considere que el peligro potencial de incendio no es primordialmente importante.

Propósito de la Regla 170-900. Se requiere que las Reglas 170-900 a 170-1122 se apliquen a aquella parte de las instalaciones de alumbrado ubicadas en exteriores ya sea para alumbrado decorativo o iluminación de las áreas externas, donde la protección de las instalaciones eléctricas y la seguridad contra peligros de electrocución son de interés principal y la posibilidad de peligro de incendio es un asunto secundario. Estas reglas son complementarias o pueden modificar los requerimientos de las Secciones generales del Código.

Sustento de la Regla 170-902. Una persona que cambia lámparas puede tocar el casquillo de rosca de la lámpara y el portalámpara. Cuando el casquillo de rosca de un portalámpara no está conectado al conductor del circuito derivado puesto a tierra de un balasto del tipo autotransformador o reactor, o no está enlazado equipotencialmente a tierra, el casquillo de rosca tendrá una tensión a tierra y existirá

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

un peligro de electrocución. Esto también puede ocurrir en condiciones de falla cuando el casquillo de rosca no está enlazado equipotencialmente a tierra individualmente cuando es alimentado de un transformador o balasto del tipo aislado (con 2 devanados).

Propósito de la Regla 170-902 (Véanse las Figuras 170-314(1) y 170-314(2). Se requiere que los casquillos de rosca de los portalámparas de una luminaria sean conectados al mismo conductor de la luminaria. A no ser que se utilice una luminaria protegida con guardas u otros medios para evitar un contacto accidental con las partes vivas descubiertas mientras se inserte o retire lámparas, sólo se permite el uso de luminarias que cuenten con balastos tipo autotransformador o reactor cuando estén conectadas a los circuitos derivados de alimentación, tales como de 220 V, que tenga un conductor de circuito puesto a tierra. El conductor puesto a tierra debe de ser identificado y conectado a los casquillos de rosca de los portalámparas.

Cuando las luminarias son alimentadas por circuitos de 380 V, los cuales por lo general no cuentan con un conductor de circuito puesto a tierra, se debe utilizar un transformador o balasto del tipo aislante (con 2 devanados) y los casquillos de rosca deben de ser enlazados equipotencialmente a tierra en forma individual. Una excepción de esto es cuando un balasto de lámpara de descarga de alta intensidad alimenta a dos lámparas en serie. No es necesario enlazar equipotencialmente a tierra el casquillo de rosca de un portalámpara, siempre que el retiro de su lámpara aísle al casquillo de rosca.

Sustento de la Regla 170-904. El efecto de calentamiento mutuo combinado del balasto, los dispositivos de sobrecorriente y los conductores de alimentación puede afectar desfavorablemente la operación de los equipos eléctricos. Se requiere de diseños y pruebas especiales para asegurar que los portafusibles cuenten con un espacio adecuado y que la capacidad nominal de la protección de sobrecorriente sea adecuadamente seleccionada.

Propósito de la Regla 170-904. Cuando exista una protección de sobrecorriente en la luminaria de descarga de alta intensidad (HID) o en una caja de balastos individual, se requiere que la combinación de la luminaria de alta intensidad (HID) y los dispositivos de sobrecorriente, o la caja de balasto individual y los dispositivos de sobrecorriente, sean aprobados e identificados para tal fin.

Instalaciones Permanentes de Alumbrado con Reflectores en Exteriores

Sustento y Propósito de la Regla 170-1000. Resulta necesario modificar algunos de los requerimientos generales para las instalaciones permanentes de alumbrado con proyectores en exteriores cuando el alumbrado con reflectores se monte en postes o torres.

Se requiere que las Reglas 170-1002 a 170-1036 se apliquen a las instalaciones permanentes de alumbrado con reflectores en exteriores cuando el alumbrado con reflectores se monte en postes o torres. Asimismo, se requiere que el reemplazo de lámparas sea realizado por personas autorizadas y que todos los demás servicios de mantenimiento lo realicen personas calificadas. Estas reglas son complementarias a

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

los requerimientos de las Secciones generales del Código o pueden ser modificatorias de los mismos.

Sustento de la Regla 170-1002. El equipo de conexión para las instalaciones de alumbrado con reflectores en exteriores, es similar al equipo de conexión de otras instalaciones eléctricas. Por lo tanto, se aplican los mismos requerimientos de instalación.

Propósito de la Regla 170-1002. Se requiere que el equipo de conexión para las instalaciones de alumbrado con reflectores cumpla con los requerimientos de la Sección 040 para las instalaciones eléctricas de baja tensión y con la Sección 190 para instalaciones de alta tensión. Cuando el equipo eléctrico sea instalado en exteriores y no sea del tipo adecuado para uso en exteriores, éste debe de ser instalado dentro de un recinto de protección a prueba de intemperie.

Sustento de la Regla 170-1004. Se deben aplicar requerimientos especiales para el método de alambrado y el tipo de tendido de conductores bajo tierra.

Propósito de la Regla 170-1004. Se requiere que el tendido de alambres bajo tierra sea en una tubería pesada rígida de aluminio o acero o en una tubería pesada rígida no metálica, o como cable blindado con chaqueta de plomo, cable con aislamiento mineral, cable con chaqueta de aluminio o como conductores o montajes de cables que se indican en la Tabla 19 como adecuados para ser enterrados directamente. Donde se permite una excepción según la Regla 020-030, se pueden utilizar los conductores y cables que se señalan en la Tabla 19 para la entrada de la acometida bajo tierra.

En la Tabla 19 se indican los conductores en tubería pesada como los adecuados para ser utilizados en lugares mojados. Los conductores de entierro directo deben ser instalados de acuerdo con la Regla 070-012.

Se debe proveer una protección adecuada resistente a la corrosión para el cable con chaqueta de aluminio y para la tubería pesada de aluminio y asimismo, para el cable con aislamiento mineral si es que son utilizados donde los materiales que están en contacto con el cable puedan tener un efecto de deterioración sobre la chaqueta.

Sustento de la Regla 170-1006. Se deben tomar medidas para permitir que los trabajadores trepen los postes para realizar mantenimiento y reemplazo de lámparas de los reflectores sin ningún riesgo de contacto con las partes vivas expuestas.

Propósito de la Regla 170-1006. Se requiere que todo el alambrado eléctrico y los equipos eléctricos del poste sean controlados mediante un interruptor que puede bloquearse en la posición "abierto" (Off). Se debe colocar un letrero destacado en el poste para prohibir su ascenso hasta que el interruptor esté en la posición "abierto", a menos que todos los conductores y partes vivas, a excepción del alambrado superior del poste, estén protegidos de una de las siguientes maneras:

(a) los conductores están tendidos en tuberías metálicas rígidas o flexibles o como cables con aislamiento mineral o corren por la parte central de los postes huecos de concreto, acero o aluminio;

(b) los conductores y las partes vivas mantienen una distancia de por lo menos 1 m en relación a la escalera o las escalinatas;

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(c) se ha provisto barreras entre la escalera y los conductores o partes vivas, a fin de prevenir la posibilidad de contacto con el escalador.

Los conductores que corren por la parte central de los postes deben ser fijados, a fin de prevenir daños a los conductores dentro del poste y evitar esfuerzos mecánicos indebidos cuando salgan del poste.

Cuando los conductores, cables y conductores de puesta a tierra corren verticalmente, a 3,0 m de los lugares accesibles a las personas no autorizadas, deben estar provistos de una cubierta que les proporcione protección mecánica. Cuando los conductores de puesta a tierra del pararrayos sean instalados en postes de madera, la cubierta de protección debe ser moldeada en madera o en otro material aislante que proporcione una protección equivalente.

Sustento de la Regla 170-1008. En los postes individuales con sólo dos fusibles en un sistema monofásico y tres fusibles en un sistema trifásico, las instalaciones de las empresas de servicio público no cuentan con medios de desconexión delante del portafusibles de los postes. En lo que respecta a las cajas de protección de la Regla 080-108 no se impone a las instalaciones efectuadas por las empresas de servicios.

Propósito de la Regla 170-1008. Los medios de desconexión establecidos por la Regla 080-402 pueden ser omitidos donde se utilicen portafusibles en serie a prueba de intemperie con capacidad de ruptura de carga y ninguna parte viva esté expuesta cuando el portafusible esté abierto. A fin de prevenir un peligro de electrocución de retroalimentación, la carga debe ser conectada entre la línea y el neutro.

Sustento de la Regla 170-1010. La protección contra sobrecorriente para las instalaciones de alumbrado con reflectores en exteriores puede ser mucho mayor que por lo general se permite para los equipos de alumbrado, ya que ésta se requiere sólo en caso de falla severa, y no para proteger las luminarias individuales y sus conductores de alimentación.

Propósito de la Regla 170-1010. Se requiere que el circuito derivado de la parte superior del poste esté provisto de un dispositivo de protección contra corriente especificado o establecido en no más de 100 A .

Sustento de la Regla 170-1012. Cuando el método de alambrado utilizado no proporcione protección contra contacto con las partes vivas, se deben tomar otras medidas para permitir que los trabajadores trepen los postes sin riesgo de contacto con las partes vivas expuestas.

Propósito de la Regla 170-1012. A excepción de los conductores de la luminaria con reflectores, se requiere que el alambrado del circuito derivado de la parte superior de un poste corra como cable con chaqueta de plomo, o caucho, o sean conductores del tipo termoplásticos resistentes instalados en una tubería pesada, o como cable con aislamiento mineral, o cable con chaqueta de aluminio.

El alambrado puede, cuando una la excepción se permita según la Regla 020-030, ser tendido como alambrado expuesto aislado o no aislado, siempre que el alambrado sea fijado sobre aisladores adecuados y sea controlado por un interruptor que pueda ser bloqueado en posición "abierto" (Off) y se coloque un letrero que destaque en el poste, a fin de advertir que el poste sólo puede ser escalado cuando el interruptor esté en posición “abierto”.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 170-1014. Las derivaciones y juntas expuestas deben de ser aisladas como mínimo al mismo nivel de los conductores implicados, pero las juntas y empalmes deben de estar de alguna otra forma accesibles para su mantenimiento e inspección.

Propósito de la Regla 170-1014. Se requiere que las derivaciones y juntas efectuadas en el alambrado expuesto de la parte superior de los postes sean aisladas como mínimo al mismo nivel de los conductores empalmados. Sin embargo, las juntas y los empalmes no deben de estar ocultos dentro del recorrido de la tubería pesada.

Sustento de la Regla 170-1016. Los transformadores deben de estar ubicados de tal manera que las partes vivas expuestas sólo sean accesibles a personas autorizadas.

Propósito de la Regla 170-1016. Cuando los transformadores se monten sobre los postes de reflectores, se requiere que todas las partes vivas estén protegidas con guardas tal como se especifica en la Regla 170-1006 y cuando se ubiquen sobre postes, la parte inferior del transformador debe estar como mínimo a 5 m sobre los lugares accesibles a personas no autorizadas. Cuando los transformadores se ubiquen en plataformas sobre el piso, éstos deben de estar completamente cubiertos a fin de prevenir el acceso de personas no autorizadas, o deben ser rodeados con cercos que cumplan con los requerimientos de las Reglas 150-300 a 150-324.

Sustento de la Regla 170-1018. Es necesario utilizar un dispositivo de sobrecorriente para proteger a los transformadores a fin de reducir la posibilidad de falla del equipo eléctrico, así como también para disminuir el peligro de incendio en caso de que ocurra dicha falla.

Propósito de la Regla 170-1018. Se requiere que los transformadores estén provistos de dispositivos de protección contra sobrecorriente tal como se especifica en las Reglas 150-240 a 150-266.

Sustento de la Regla 170-1020. Los interruptores deben de tener la capacidad de ser operados de una manera segura y de interrumpir la corriente implicada.

Propósito de la Regla 170-1020. Se requiere que los interruptores sean del tipo que puedan ser operados con medios de control remoto, o sean protegidas con guardas a fin de prevenir una exposición al contacto con las partes vivas y puedan ser bloqueadas en posición "abierto" (Off). Cuando el interruptor se encuentra en el lado primario del transformador, ésta debe de ser especificada como mínimo para la carga plena del transformador. Sin embargo, cuando ésta se encuentre en el lado secundario del transformador, ésta debe de ser especificada para una carga no menor del 125% de la carga de los reflectores controlados.

Sustento de la Regla 170-1022. La puesta a tierra es necesaria para limitar la tensión a tierra y reducir la posibilidad de que ocurran accidentes en caso que se produzcan descargas atmosféricas y falla de algunos tipos de equipos eléctricos.

Propósito de la Regla 170-1022. Se requiere que los circuitos derivados que funcionan a tensiones de 400 V o menos sean puestos a tierra.

Sustento de la Regla 170-1024. La puesta a tierra de este tipo de sistemas puede limitar la tensión a tierra, pero ésta depende del tipo de sistema estipulado por la empresa concesionaria o suministrador de energía.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 170-1024. Se requiere que se consulte al suministrador de energía a fin de determinar si los circuitos derivados que operan a más de 400 V deben ser puestos a tierra.

Sustento de la Regla 170-1026. El material que se emplee para poner a tierra los conductores deben ser apropiados para estos efectos.

Propósito de la Regla 170-1026. Se requiere que el conductor del sistema de puesta a tierra sea un conductor de cobre desnudo o aislado, tal como se especifica en la Regla 060-802. El material de los conductores utilizados para poner a tierra los equipos eléctricos debe ser el especificado en la Regla 060-804.

Sustento de la Regla 170-1028. Los métodos de puesta a tierra deben asegurar una puesta a tierra efectiva a fin de limitar la tensión a tierra y facilitar la operación del dispositivo de protección contra sobrecorriente en condiciones de falla.

Propósito de la Regla 170-1028. Se requiere que un circuito secundario puesto a tierra, sea puesto a tierra tal como se especifica en la Sección 060. El conductor de puesta a tierra secundario, puede ser conectado a tierra mediante su interconexión con el conductor primario del circuito derivado puesto a tierra en el transformador, siempre que el primario sea puesto a tierra en el transformador y la interconexión se realice únicamente en el transformador.

Sustento de la Regla 170-1030. Cuando ocurre una falla en las instalaciones permanentes de alumbrado con reflectores en exteriores que están montadas en postes o torres, las partes metálicas no conductoras de corriente pueden energizarse. Esto puede representar un peligro de electrocución para las personas no autorizadas si es que se ponen en contacto con estas partes metálicas no conductoras de corriente.

Propósito de la Regla 170-1030. Se requiere que todas las partes metálicas no conductoras de corriente ubicadas a menos de 2,5 m del nivel del piso o en lugares accesibles a personas no autorizadas sean enlazadas equipotencialmente a tierra mediante un conductor de enlace equipotencial individual especificado en la Tabla 16. Ver la Nota del Anexo B a la Regla 170-1000 para mayor información sobre la puesta a tierra de postes según los expertos de las empresas de servicio público de electricidad y comunicaciones.

Sustento de la Regla 170-1032. Se puede proveer protección contra descargas atmosféricas a las instalaciones de alumbrado con reflectores utilizando métodos similares a aquellos empleados para otras instalaciones eléctricas.

Propósito de la Regla 170-1032. Cuando se instalen pararrayos, se requiere que éstos sean instalados tal como se especifica en las Reglas 060-1000 y 060-1002. Sin embargo, se puede utilizar un conductor común de puesta a tierra y un electrodo de puesta a tierra para poner a tierra los conductores neutros primarios y secundarios así como también los pararrayos.

Sustento de la Regla 170-1034. No es conveniente exigir que los equipos eléctricos de un tipo comúnmente utilizado para los sistemas de distribución de las empresas de servicio y los cuales son sólo accesibles a personas autorizadas, sean aprobados.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 170-1034. Se requiere que los reflectores de alumbrado, el alambrado secundario, la tubería pesada, los accesorios de la tubería pesada y los tableros de distribución sean aprobados a estos efectos. Sin embargo, otros tipos de equipos eléctricos ubicados en la parte superior de un poste sólo necesitan ser apropiados para dicho fin.

Sustento de la Regla 170-1036. Las escalinatas permanentes de escalamiento son necesarias para los fines de mantenimiento pero no deben de estar ubicadas tan cerca del piso que las personas no autorizadas se vean tentadas a escalar los postes.

Propósito de la Regla 170-1036. Cuando sea necesario cambiar lámparas, se requiere que los postes dispongan de escalinatas permanentes, pero que el escalón permanente más bajo no debe de estar ubicado a menos de 3,7 m sobre cualquier lugar accesible a personas no autorizadas.

Alambrado Expuesto para Alumbrado Permanente en Exteriores

Sustento de la Regla 170-1100. Resulta necesario aplicar requerimientos especiales para instalaciones eléctricas al alambrado expuesto del alumbrado permanente en exteriores cuando los circuitos son tendidos entre estructuras.

Propósito de la Regla 170-1100. Se requiere que las Reglas 170-1102 a 170-1122 se apliquen al alumbrado permanente en exteriores, que no sea el alumbrado con reflectores, cuando los circuitos son tendidos entre edificaciones, entre postes, o entres edificaciones y postes. Estas reglas son complementarias a los requerimientos de las Secciones generales del Código o pueden ser modificatorias de las mismas.

Sustento de la Regla 170-1102. Los conductores utilizados deben de ser adecuados para las condiciones ambientales implicadas.

Propósito de la Regla 170-1102. Se requiere que los conductores sean de cobre trenzado, con una sección transversal no menor de 4 mm^2 y que cumplan con uno de los siguientes requisitos:

(a) los conductores deben ser del tipo que se señala en la Tabla 19 como adecuados para alambrados expuestos cuando se encuentren expuestos a la intemperie;

(b) cuando se utilicen portalámparas del tipo que perforan el aislamiento, los conductores deben ser del tipo con aislamiento de caucho señalados en la Tabla 19 como adecuado para alambrados expuestos cuando se encuentren expuestos a la intemperie;

(c) cuando los conductores se cableen en conjunto y sean utilizados con cables portantes, deben de ser del tipo con aislamiento de caucho resistente a la humedad señalados en la Tabla 19 como adecuados para alambrados expuestos, cuando se encuentren expuestos a la intemperie.

Sustento de la Regla 170-1104. Es necesario contar con un soporte adecuado que resista el peso de los conductores y los portalámparas así como también aísle los conductores de superficies conductoras.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 170-1104. Cuando no se utilizan los cables portantes, se requiere que los conductores sean fijados de una manera segura a aisladores de tensión mecánica cada extremo. Asimismo, los conductores deben de ser asegurados a aisladores en los puntos intermedios cuando sea posible. Los aisladores de perilla partida no son aceptables para este fin.

Sustento de la Regla 170-1106. A fin de prevenir daños a las instalaciones eléctricas, los conductores y las lámparas deben de ser ubicados a una altura conveniente sobre el piso terminado.

Propósito de la Regla 170-1106. Se requiere que la parte más baja de ya sea el conductor o las lámparas en las zonas de estacionamiento, zonas de parqueo de autos usados, establecimientos de servicio al auto y áreas comerciales similares mantengan una distancia como mínimo de 4 m sobre el piso terminado. Sin embargo, cuando los conductores o lámparas se encuentren sobre una vía de acceso o vías públicas, esta distancia de seguridad debe ser cómo mínimo 5,5 m al cruce y 5,0 m a lo largo.

Sustento de la Regla 170-1108. Se debe mantener una distancia de seguridad en relación a los materiales combustibles, a fin de reducir el riesgo de que ocurra un peligro de incendio.

Propósito de la Regla 170-1108. Se requiere que dichos conductores y portalámparas mantengan una distancia mínima de 1 m de cualquier material combustible, a excepción del punto donde han sido conectados a los conductores del circuito derivado en las edificaciones o postes.

Sustento de la Regla 170-1110. Es necesario que exista un espacio entre los conductores a fin de prevenir la abrasión y daños posteriores, a menos que éstos estén asegurados a un cable portante.

Propósito de la Regla 170-1110. Cuando los conductores no se encuentren asegurados a un cable portante y no estén soportados por éste, se requiere que sean separados uno de otro como mínimo a 300 mm mediante piezas de separación aislantes ubicadas a no más de 4,5 m de distancia.

Sustento de la Regla 170-1112. Los portalámparas deben ser diseñados para ser expuestos a la intemperie y deben ser conectados de tal manera que proporcionen una operación segura y satisfactoria.

Propósito de la Regla 170-1112. Se requiere que los portalámparas sean del tipo a prueba de intemperie con conductores permanentemente fijos, o tengan terminales de un tipo que perfore el aislamiento para hacer contacto con los conductores. Los portalámparas con conductores permanentemente fijos deben tener las conexiones escalonadas a los alambres del circuito derivado en zigzag cuando se utilice un cable.

Sustento de la Regla 170-1114. Es necesario contar con un dispositivo de sobrecorriente para la protección de los portalámparas en caso de que ocurra una falla. Sin embargo, este dispositivo de protección tiene una capacidad mayor que para los portalámparas similares utilizados en interiores, cuando la posibilidad de peligro de incendio sea el asunto de mayor importancia.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 170-1114. Se requiere que los portalámparas del tipo que no cuentan con un interruptor especificados como mínimo para 660 W y sean utilizados para lámparas incandescentes, deben conectarse a circuitos derivados protegidos con dispositivos de sobrecorriente con una capacidad nominal o ajustados a no más de 30 A .

Sustento de la Regla 170-1116. Es necesario contar con medios adicionales de soporte que resistan el peso de los conductores y los portalámparas sin una flecha excesiva cuando el vano exceda de 12 m . Asimismo es necesario contar con soportes adicionales para reducir el movimiento del montaje donde los terminales del portalámpara perforen el aislamiento.

Propósito de la Regla 170-1116. Se requiere que los cables portantes sean utilizados para soportar los conductores cuando el vano exceda de 12 m y cuando se utilicen portalámparas con conductores permanentemente fijos. Asimismo, se debe proporcionar cables portantes para todos los casos, sin considerar la longitud del vano, en que se utilicen portalámparas con terminales que perforen el aislamiento.

Sustento de la Regla 170-1118. El cable portante debe de tener suficiente resistencia mecánica como para soportar el peso de los conductores y los portalámparas a una flecha determinada y debe ser resistente a las condiciones ambientales.

Propósito de la Regla 170-1118. Se requiere que los cables guía sean de acero galvanizado, acero con un revestimiento de cobre no menor de 0,395 gr/m^2 o de acero inoxidable y trenzados con no menos de 7 hilos. Los cables portantes deben tener una resistencia real no menor del triple de la máxima carga de trabajo calculada, incluyendo la carga debida al hielo y la carga debida al viento, pero en ningún caso el diámetro de los hilos individuales puede medir menos de 1,2 mm para el alambre con recubrimiento de cobre o galvanizado; o un diámetro de 1,15 mm para el alambre de acero inoxidable.

Sustento de la Regla 170-1120. La carga soportada por los portalámparas no debe de exceder de su capacidad nominal. Al limitar la máxima capacidad de las lámparas se tenderá a igualar la distribución del calor de las lámparas.

Propósito de la Regla 170-1120. Se requiere utilizar lámparas que no excedan de la capacidad nominal de los portalámparas, pero en ningún caso con capacidades mayores de 150 W .

Sustento de la Regla 170-1122. Es necesario contar con dispositivos de sobrecorriente para la protección de los portalámparas en caso de que ocurra una falla. La carga total de un circuito derivado es limitada a un 80% de la capacidad o especificación nominal de los dispositivos de sobrecorriente, ya que el efecto de calentamiento mutuo de los conductores del circuito derivado y los dispositivos de sobrecorriente de un tablero de mandos puede, en algunas condiciones, ocasionar una operación prematura de los dispositivos de sobrecorriente cuando su carga sea superior a ésta.

Propósito de la Regla 170-1122. Se requiere que el alambrado del circuito derivado sea protegido mediante dispositivos de sobrecorriente con un consumo nominal no mayor de 30 A . La carga total del circuito derivado no debe exceder del 80% de la capacidad nominal de los dispositivos de sobrecorriente.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sistemas de Alumbrado de Extra Baja Tensión

Sustento y Propósito de la Regla 170-1202. Por lo general las definiciones se dan en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o término o sus derivados, que se aplican sólo a una Sección o parte de la misma se definen en dicha Sección.

Sustento de la Regla 170-1204. Los sistemas de alumbrado que funcionan a 30 V o menos pueden ocasionar un peligro de electrocución si es que ocurre una falla en el aislamiento eléctrico concebido para prevenir una peligro de electrocución. Los sistemas aislados proporcionan protección contra electrocución sin que se interrumpa la alimentación de un sistema puesto a tierra.

Propósito de la Regla 170-1204. A fin de eliminar los peligros de electrocución, se requiere que la parte de extra baja tensión de los sistemas de alumbrado de jardines y alumbrado tipo trapecio (trapeze lighting systems) sea alimentada por el secundario de un transformador de aislamiento aprobado, conectado a un circuito derivado que no exceda de 15 V a tierra y 15 A . El transformador de aislamiento no debe tener una conexión directa entre los devanados primarios y secundarios. Asimismo, no se requiere que exista tierra en la parte de extra baja tensión del sistema.

Sustento de la Regla 170-1206. Por lo general, los sistemas de alumbrado de jardines han sido diseñados para ser utilizados en lugares húmedos o mojados. El asegurar los cordones flexibles a los miembros estructurales de una edificación proporciona una adecuada protección mecánica y previene de daños al cordón.

Propósito de la Regla 170-1206. Se permite el uso de cordones flexibles para las partes de extra baja tensión de los sistemas de alumbrado de jardines y deben ser asegurados a los miembros estructurales, sean tendidos a través de huecos y no tengan conexiones con ningún recinto de protección. Asimismo, para prevenir un peligro de electrocución, se requiere que los sistemas de alumbrado de jardines instalados en lugares mojados sean protegidos por un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A.

Sustento y Propósito de la Regla 170-1208. Ya que se puede utilizar conductores aislados o desnudos en la parte de extra baja tensión de los sistemas de alumbrado con cable, se requiere que, para prevenir peligros de electrocución los sistemas de alumbrado con cable no sean instalados en baños, sólo en lugares secos. Asimismo, a fin de eliminar cualquier peligro de incendio y electrocución, se requiere que los conductores de la parte de extra baja tensión:

(1) no estén en contacto con materiales combustibles; y

(2) no corran a través de paredes, cielo rasos, pisos o tabiques; y

(3) sean rígidamente soportados; y

(4) cuando se utilicen conductores desnudos éstos deben de ser instalados a más de 2,2 m sobre el nivel del piso.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cuando los conductores de los circuitos de extra baja tensión forman parte de un sistema aprobado, los requerimientos para la distancia mínima y soporte de los conductores son proporcionados por el fabricante.

Consideraciones de Aplicación de la Regla 170-1208. Los requerimientos para las distancias de un conductor suministrado como parte de un sistema certificado se detallan en las instrucciones del fabricante.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCION 180

AVISOS LUMINOSOS

Sustento de la Regla 180-000. Esta regla es de lo más importante porque identifica al equipo eléctrico de un edificio, estructura o instalaciones en el que se aplican los requerimientos de la Sección 180. Indica que también se aplican las reglas generales del Código, Secciones 010 a 090 además de la 150, pero hay requerimientos de la Sección 180 que pueden modificarlas o ser añadidas a ellas u otras cuando fuese necesario. Se deben considera las características especiales de los avisos luminosos, además de los requerimientos generales del Código.

Propósito de la Regla 180-000. (Véase la Figura 180-000(3)). Las reglas de la Sección 180 se aplican a los avisos luminosos cuando las fuentes de luz son lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes, tubos de descarga de alta tensión, incluyendo a los tubos de neón y lámparas de descarga de alta intensidad.

Figura 180-000(3)
Instalación de Aviso Tipo "A Través de la Pared" (Véase también la Regla 180-024)

Sustento de la Regla 180-002. Generalmente las definiciones están ubicadas en la Sección 010. Sin embargo, una palabra, término o su derivado que se aplica a una sola Sección, se define en esa Sección.

Propósito de la Regla 180-002. La intención es que la denominación tubería no metálica flexible para avisos luminosos sea específicamente aprobado para su uso en tubos luminosos de descarga de alta tensión para avisos luminosos, diseñados para contener cables de señales luminosas a una tensión a tierra máxima de 7 500V .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Requerimientos Generales

Sustento de la Regla 180-010. El equipo de los avisos luminosos, debe ser construido con los mismos estándares de seguridad, sin importar donde.

Propósito de la Regla 180-010. (Véase la Figura 180-010). El equipo de los avisos luminosos debe ser construido parcial o completamente en el campo, de acuerdo a los requerimientos especificados en un Estándar aprobado.

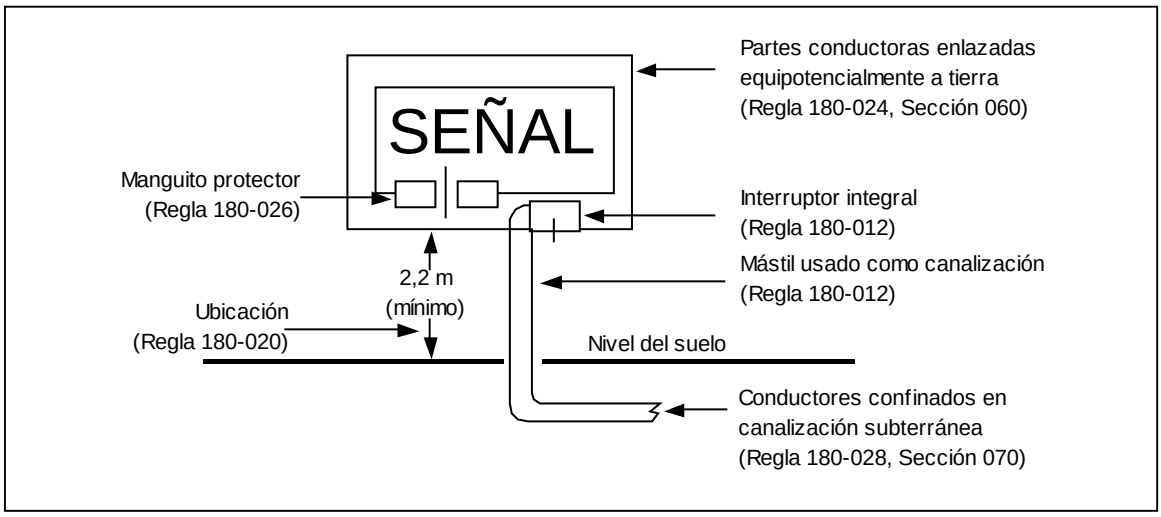


Figura 180-010
Instalación Típica

Sustento de la Regla 180-012. Los mecanismos de desconexión deben ser parte de la instalación de los avisos luminosos para reducir el riesgo del trabajo de mantenimiento que se debe hacer antes de que se abra el interruptor de desconexión.

Propósito de la Regla 180-012. Se requiere que cada instalación de avisos luminosos y cada alumbrado de realce, excepto el del tipo portátil, sean provistos con medios de desconexión integral que deben abrir todos los conductores no conectados a. Además el interruptor debe ser apropiado para las condiciones ambientales (por ejemplo, exposición al clima).

Sustento de la Regla 180-014. Los interruptores y controles deben ser capaces de interrumpir la carga inductiva de los transformadores o balastos.

Propósito de la Regla 180-014. Se requiere que todos los *interruptores*, interruptores intermitentes y todos los dispositivos de control similares, sean específicamente aprobados para el propósito o que tengan una capacidad nominal de corriente no menor a dos veces la capacidad nominal de corriente de los transformadores o balastos que están controlando.

Sustento de la Regla 180-016. Con excepción del tipo de reactancia simple, los balastos de las lámparas fluorescentes, están sujetos a sobrecalentamiento bajo ciertas condiciones de falla y pueden provocar fuego.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 180-016. Se requiere que los balastos térmicamente protegidos sean usados para todos los avisos luminosos con lámparas fluorescentes, a menos que los balastos sean del tipo de reactancia simple.

Sustento de la Regla 180-018. El efecto de calor mutuo de los conductores del circuito derivado y los dispositivos de sobrecorriente cuando están colocados en un panel pueden, bajo algunas condiciones, causar una operación prematura de los dispositivos de sobrecorriente si la carga excede al 80% de la capacidad nominal. Los avisos luminosos están clasificados como de carga continua, por lo tanto, la carga del circuito derivado debe limitarse al 80% de la capacidad del circuito derivado o al 80% de la protección de sobrecorriente (Véase también la Regla 050-104(5)).

Propósito de la Regla 180-018. Toda la carga en un circuito derivado que está alimentando a los avisos luminosos, no debe exceder al 80% de la capacidad nominal de la protección de sobrecorriente.

Sustento de la Regla 180-020. Los avisos luminosos y alumbrado de realce en exteriores deben estar ubicados donde no vayan a interferir con la operación o mantenimiento de líneas eléctricas aéreas o de las líneas de comunicación y donde pueda hacérseles el mantenimiento sin someter a los trabajadores al contacto con conductores de líneas aéreas. Los avisos luminosos deben ser montados lo suficientemente alto o tener suficiente protección mecánica que no sea probable que las personas no autorizadas tengan contacto con los componentes eléctricos.

Las instalaciones de los avisos luminosos en interiores se pueden dañar por la gente, el movimiento o materiales, etc., dentro de un edificio, en vidrieras de exhibición o ubicaciones similares, exponiendo las partes vivas a un contacto accidental.

Propósito de la Regla 180-020. Se requiere que los avisos luminosos y alumbrado de realce sean ubicados de tal manera que no sea posible que cualquier persona que trabaje en el equipo eléctrico tenga contacto con cualquier conductor general. Además ninguna parte del aviso luminoso o alumbrado de realce o su soporte, debe interferir con las operaciones normales de trabajo de la compañía de servicio público de electricidad y comunicación o que estén ubicadas tan cerca como para que sean un peligro.

Excepto por el soporte, se requiere que los avisos no sean ubicados con parte alguna menor a 2,2 m sobre el nivel del suelo, a menos que se provea protección mecánica para evitar que las personas o vehículos tengan contacto con los componentes eléctricos del aviso.

Se requiere que la instalación de los avisos luminosos dentro de los edificios, vidrieras de exhibición u otras ubicaciones internas similares, no esté expuesta a daño mecánico.

Sustento de la Regla 180-022. No se necesita aprobar los soportes a menos que también sean usados como canalizaciones en cuyo caso deben estar aprobados para este propósito.

Propósito de la Regla 180-022. Los postes, mástiles, estándares u otros dispositivos usados como soporte solamente, no necesitan ser aprobados, pero la resistencia mecánica debe ser apropiada. Sin embargo cuando también son usados como canalizaciones, requieren que sean aprobados para este fin.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 180-024. Las partes conductoras para avisos luminosos que no llevan corriente, deben estar enlazados a tierra como se explicó en la Sección 060. Es poco probable que las partes conductoras de letreros fijados a un edificio e iluminado desde la parte posterior puedan llegar a energizarse.

Propósito de la Regla 180-024. Se requiere que todas las partes conductoras que no llevan corrientes de la instalación de un aviso luminoso o alumbrado de realce, sean enlazadas a tierra de acuerdo a la Sección 060, excepto las partes conductoras de los letreros fijados al edificio e iluminadas desde la parte posterior.

Sustento de la Regla 180-026. Los cables de conexión, para evitar dañar el aislamiento, requieren protección cuando pasan a través de las paredes o estructuras del aviso luminoso.

Propósito de la Regla 180-026. Se requiere que se provean manguitos incombustibles y resistentes a la absorción de humedad para proteger a los conductores de los avisos luminosos cuando pasan a través de las paredes o tabiques de la estructura del aviso luminoso.

Sustento de la Regla 180-028. Los principios implicados son los mismos que los de los métodos de alambrado de la Sección 070.

Propósito de la Regla 180-028. El propósito es que los conductores para avisos luminosos sean instalados con el método de conductores apropiado, establecido en la Sección 070.

Sustento de la Regla 180-030. Las cubiertas metálicas son necesarias para retener las partículas de metal fundido que se produzcan en el evento de una falla, pero los portafusibles e interruptores intermitentes deben estar accesibles para el reemplazo de fusibles o los componentes relacionados.

Propósito de la Regla 180-030. Se requiere que los portafusibles, interruptores intermitentes y otros componentes estén contenidos en cubiertas metálicas y sean accesibles sin que para ello sea necesario remover obstáculos ni desmontar el aviso luminoso.

Tubos de Descarga Luminosa de Alta Tensión en Avisos Luminosos y Alumbrado de Realce

Sustento de la Regla 180-200. Son necesarias las cubiertas hechas de metal o de material incombustible resistente al calor y a la humedad para evitar un peligro de fuego en el evento de una condición de falla de cualquiera de los componentes.

Propósito de la Regla 180-200. Las cubiertas para los transformadores, llaves, temporizadores, relés, unidades de secuencia y otros dispositivos similares deben ser metálicas o de un material incombustible resistente al calor y a la humedad y que estén construidas para evitar el escape de llamas, cualquier material en llamas o partículas de material. Además las aberturas de ventilación deben estar dispuestas para evitar el escape de las llamas, etc., y deben estar por lo menos a 100 mm de las partes vivas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Las cubiertas metálicas no deben ser menores de 0,76 mm, pero que en el punto diseñado para efectuar las conexiones, el metal no debe ser menor de 1,5 mm .

Las cubiertas del transformador deben estar rotuladas como se especifica en la Sección 020.

Sustento de la Regla 180-202. Se requieren provisiones en el tipo de construcción usada para evitar que las personas no autorizadas tengan contacto con las partes vivas.

Propósito de la Regla 180-202. Las puertas o cubiertas que dan acceso a las partes sin aislamiento de avisos luminosos interiores o alumbrado de realce, deben estar provistas con llaves de enclavamiento para desconectar el circuito primario cuando éstas son abiertas. Como una alternativa, las puertas o cubiertas pueden estar cerradas con dispositivos que no pueden ser abiertos con herramientas de uso común.

Sustento de la Regla 180-204. Se especifica la tensión nominal secundaria máxima a circuito abierto y la tensión a tierra máxima de cualquier terminal de salida de transformadores tipo núcleo y bobina o alimentación de potencia permitida, para limitar el peligro de choque eléctrico y los métodos especiales de aislamiento que necesariamente podrían estar a tensiones mayores.

Propósito de la Regla 180-204. Se requiere que la tensión nominal secundaria a circuito abierto de los transformadores tipo núcleo y bobina no excedan los 15 000 V . También que se conecte a tierra un punto de la bobina de salida de un transformador tipo núcleo y bobina y que la tensión nominal secundaria a circuito abierto no debe exceder de 7 500 V .

Cuando los transformadores electrónicos o las fuentes de energía tienen salidas puestas a tierra, se requiere que la tensión nominal secundaria a circuito abierto y la tensión pico se limite por los requerimientos de las Subregla (4). La Subregla(5) da los requerimientos de la tensión a tierra y el pico de tensión a tierra, la Subregla (6) da los requerimientos de la tensión a tierra y el pico de tensión a tierra cuando los otros terminales de salida están puestos a tierra involuntariamente.

Cuando los transformadores electrónicos o las fuentes de energía no tienen salidas puestas a tierra, se requiere que la tensión nominal secundaria a circuito abierto y la tensión pico se limite por los requerimientos de la Subregla (7). También se requiere que se instale un dispositivo de detección a tierra aceptable que va a desenergizar el circuito secundario en el caso de una falla a tierra.

Sustento de la Regla 180-206. Los bobinados abiertos de tipo bobina y núcleo no están protegidos contra la absorción de la humedad causada por los cambios de temperatura, alta humedad y condiciones exteriores similares.

Propósito de la Regla 180-206. Se requiere que los transformadores abiertos de tipo bobina y núcleo sean usados solamente en lugares interiores.

Sustento de la Regla 180-208. Los transformadores usados en exteriores deben estar diseñados para soportar las condiciones ambientales, a menos que se instalen en una cubierta que los proteja de la intemperie.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 180-208. Se requiere que los transformadores usados en cubiertas exteriores sean aprobados y rotulados como “IP54” de la Publicación IEC Cubiertas 529 o que sea contenido en el cuerpo del aviso luminoso o instalado en una cubierta separada a prueba de la intemperie.

Sustento de la Regla 180-210. Los transformadores ocasionalmente necesitan reemplazo. El movimiento de un transformador dentro de una cubierta puede reducir el espacio entre los terminales vivos y las partes conductivas no conductoras de corriente del aviso luminoso.

Propósito de la Regla 180-210. Se requiere que se instalen los transformadores en partes accesibles y en una forma que se les permita ser retirados y reemplazados. También que sean fijados a la cubierta en la que están alojados con por lo menos dos tornillos o pernos de sujeción.

Sustento de la Regla 180-212. Se debe poner un dispositivo de sobrecorriente para cada transformador, excepto cuando dos o más transformadores con una carga combinada de 12 A o menos puedan estar protegidos por un dispositivo de sobrecorriente para limitar el daño al equipo eléctrico y el posible peligro de fuego en el caso de una falla.

Propósito de la Regla 180-212. (Véase la Figura 180-212). Se deben colocar los dispositivos adicionales de sobrecorriente para la protección individual de los transformadores, dentro o fuera de la estructura del aviso luminoso, pero cuando están expuestos a la intemperie, se quiere que sean del tipo a prueba de intemperie.

Sustento de la Regla 180-214. No están permitidas las conexiones en serie y paralelo de los transformadores, excepto cuando dos transformadores están conectados en serie y el punto medio está puesto a tierra para limitar la tensión a tierra.

Propósito de la Regla 180-214. (Véase la Figura 180-214(2)). Los bobinados de alta tensión no se deben conectar en paralelo o en serie, excepto cuando dos transformadores puedan estar conectados en serie, siempre y cuando el punto en el que los dos transformadores están conectados juntos, esté puesto a tierra para formar el equivalente de un transformador de punto medio puesto a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

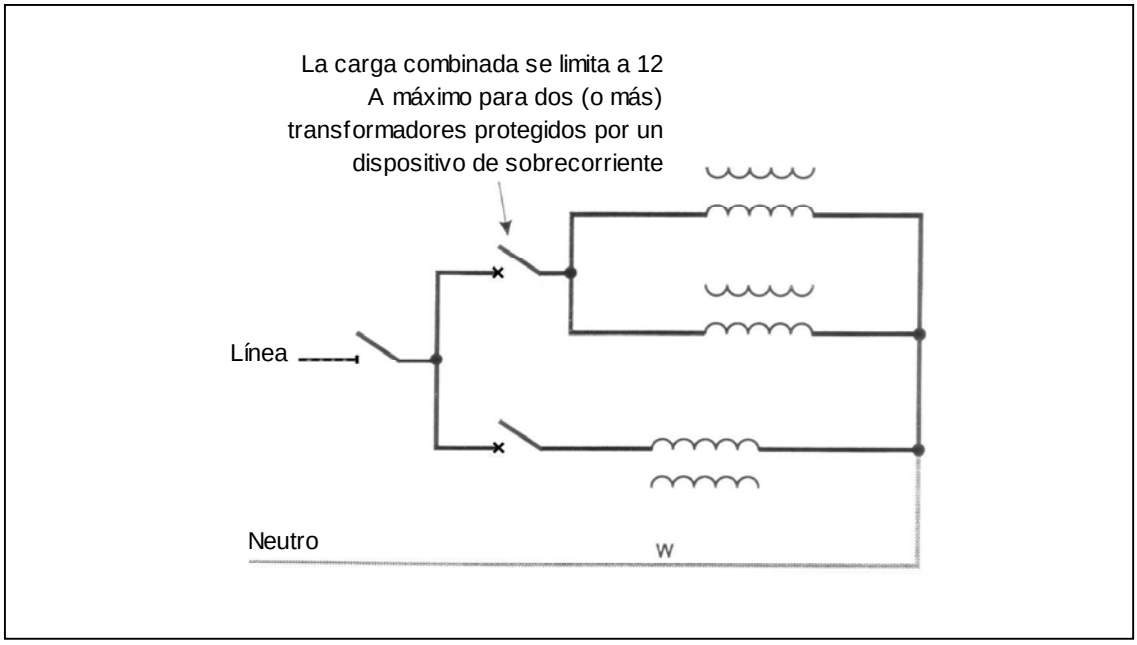


Figura 180-212
Protección de Sobrecorriente de Transformador

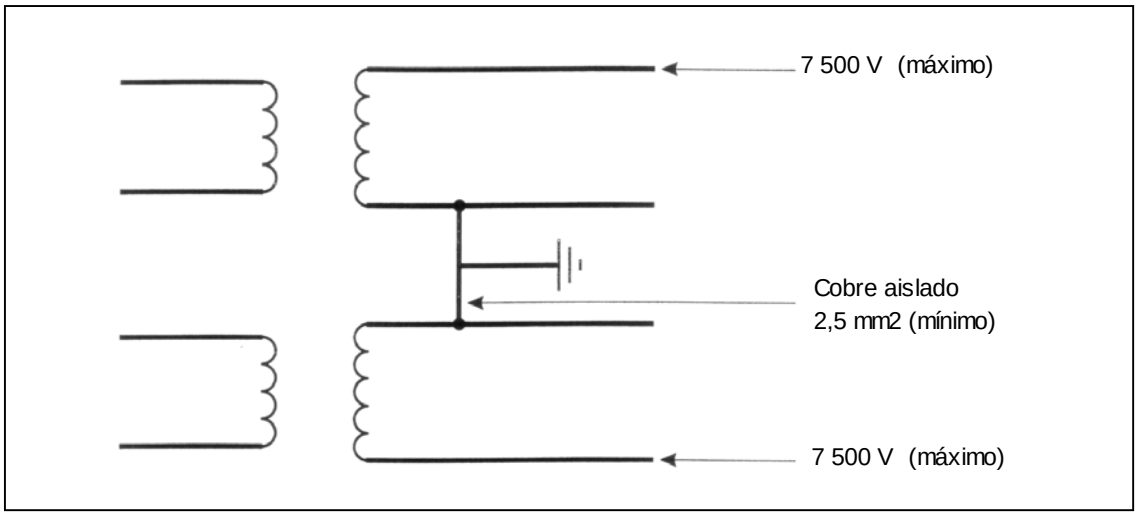


Figura 180-214 (2)
Conexión Secundaria del Transformador

Sustento de la Regla 180-216. Los cables de alta tensión deben ser aprobados para ese propósito, protegidos de daño mecánico e instalados de manera que no cause excesiva tensión en el aislamiento.

El efecto corona puede provocar que el cable tipo GTO (cable especial para alambrado de alta tensión de avisos con tubos luminosos) se vuelva peligroso cuando está instalado sobre, en o a través de las particiones, paredes, pisos, cielos rasos o en tubos flexibles no metálicos de avisos luminosos en contacto con material conductor o combustible.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 180-216. (Véase la Figura 180-216). Se requiere que los cables de alta tensión sean instalados en las cubiertas de los transformadores, en las cubiertas de los avisos luminosos, en las tuberías metálicas flexibles, rígidas u otros tipos de canalizaciones permitidas para estos lugares, excepto las canalizaciones de superficie. Se permite también el uso de tubería pesada flexible de 15mm en longitudes mayores de 1,5 m pero sin exceder los 6 m .

Los cables de alta tensión pueden ser tendidos desde los terminales de los tubos de gas al punto medio conectado a tierra de los transformadores que tienen terminales para este propósito, pero los cables deben ser tan cortos como sea posible.

No deben haber curvas muy agudas en cables de alta tensión.

Se requiere que todos los cables de alta tensión instalados dentro de cubiertas metálicas de avisos luminosos sean del tipo listado en la Tabla 19 como apropiado para el propósito.

El cable de tipo GTO debe estar contenido en una canalización metálica que esté enlazada a tierra cuando el cable esté tendido sobre, en o a través de las paredes, pisos, cielos rasos y similares.

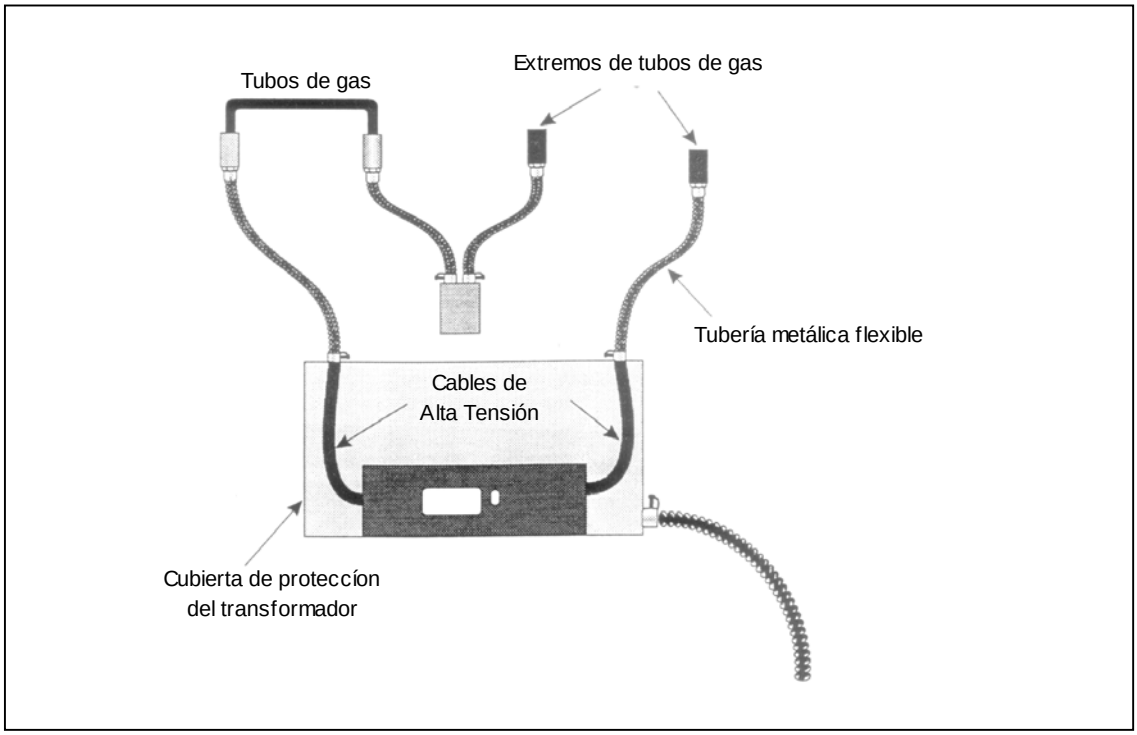


Figura 180-216
Cableado de Alta Tensión para Aviso Tipo "A Través de la Pared"

Sustento de la Regla 180-218. Se necesita tomar provisiones especiales para la instalación eléctrica de cables que alimentan a los avisos luminosos en vitrinas y lugares similares para permitir la apariencia y efectos especiales deseados.

Propósito de la Regla 180-218. (Véase la Figura 180-218). A pesar de la Regla 180-216, se permiten cables de alta tensión usados para alimentar a los avisos luminosos en vitrinas y lugares similares para colgar libremente en el aire sin el uso de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

canalizaciones, siempre y cuando sean los cables de tipo GTO (cable especial para alambrado de alta tensión de avisos con tubos luminosos), o que estén contenidos en fundas o tubos aislantes incombustibles y que estén localizados lejos de material combustible y conductor, además que no estén sujetos a daño mecánico y que no soporten parte alguna del aviso luminoso.

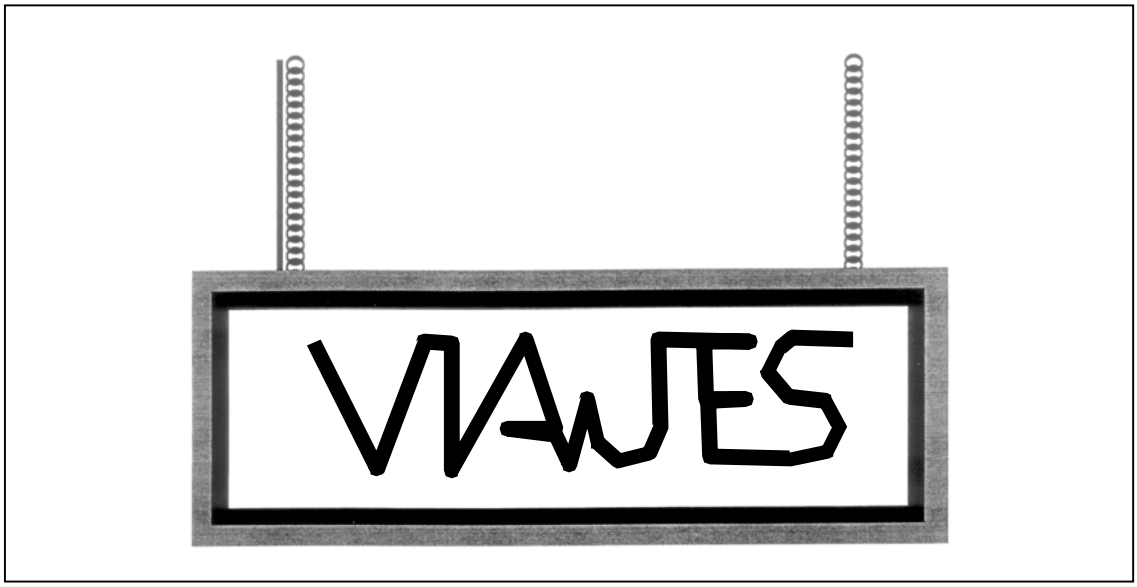


Figura 180-218
Aviso de Ventad de Exposición (Conductor de Alta Tensión No Expuesto)

Sustento de la Regla 180-220. Un cable de alta tensión actúa como un lado de un condensador. Conforme se incrementa la longitud del cable, particularmente en una canalización metálica, se puede acumular una tensión excesiva y hacer colapsar el aislamiento del cable.

Propósito de la Regla 180-220. Se requiere que la longitud total de un cable de alta tensión tendido desde el transformador a otras partes del aviso luminoso no exceda los 6 m cuando está tendido en una canalización metálica y que no exceda los 16 m cuando está tendido en una canalización no metálica o en un tubo flexible no metálico del aviso luminoso.

Sustento de la Regla 180-222. Para acomodar las diferentes configuraciones de los tubos de neón para los avisos luminosos, se debe hacer una provisión para los métodos alternativos de conexión de los cables de alta tensión.

Propósito de la Regla 180-222. Los cables de alta tensión deben ser conectados a los tubos de neón fuera de un edificio o estructura por medio de un receptáculo para electrodo o por una conexión directa al tubo de neón en el exterior del edificio o en la pared de la estructura, siempre y cuando el cable de alta tensión no se extienda más de 100 mm del final de la canalización.

Cuando el cable de alta tensión está conectado directamente al tubo de neón, como se describió arriba, se requiere que el cable que se extiende más allá de la canalización se cubra en una manga aislante adecuada desde un punto ubicado 50

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

mm dentro de la canalización hasta la conexión con el tubo de neón inclusive. La manga aislante debe ser mantenida en su lugar y que la conexión al tubo de neón sea eléctricamente segura y provista de un recubrimiento adecuado de cinta aislante.

Sustento de la Regla 180-224. La corriente de corto circuito en el secundario del transformador de un aviso luminoso está limitada por su diseño y así la corriente de falla máxima se limita a no más que la corriente del corto circuito. Este raramente excede los 100 m A y nunca excede a 1 A .

Propósito de la Regla 180-224. A pesar de la Regla 060-510(3), cuando el cable de alta tensión se tiende en un conducto o tubería metálica pesada flexible entre el transformador y una base (receptáculo) para electrodo y desde el receptáculo para el electrodo a otro, se requiere que toda la tubería metálica flexible sirva como un medio de enlace equipotencial para la caja de ensamblaje del electrodo metálico, siempre y cuando la tubería pesada metálica flexible termine en un conector que asegure una conexión de enlace confiable.

Cuando se usa una manga flexible no metálica para el aviso luminoso en lugar de la tubería pesada no metálica flexible arriba señalada, se requiere que se instale un conductor de enlace equipotencial de cobre de sección no menor de 4 mm2 en el exterior de esa manga, que además debe cumplir con la Regla 060-814(1).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 190

INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN

Generalidades

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 190-000. Esta regla es de mayor importancia por que identifica al equipo eléctrico en un edificio, estructura o local al cual se le aplica los requerimientos de la Sección 190. Asimismo indica que las reglas generales del Código, Secciones del 010 al 090 y 150, también se aplican, pero los requerimientos de la Sección 190 pueden modificar o complementar a tales Secciones o a otras cuando sea necesario.

Es necesario tomar ciertas precauciones cuando se operan sistemas de potencia eléctrica a tensiones superiores a 1 000 V, que no se requieren con tensiones inferiores. Por ejemplo, no es necesario estar en contacto con un conductor energizado para sufrir una electrocución letal: un arco puede ser descargado a través del aire libre o a lo largo de la superficie de ciertos materiales; pueden aparecer tensiones peligrosas en superficies metálicas no conductoras de corriente cuando ocurre una falla de conductor a tierra, a no ser de que se tomen pasos apropiados para unir estas partes a tierra; la energía liberada en el punto de una falla es generalmente suficiente para ser altamente destructiva. El conocimiento de este fenómeno, ha guiado el desarrollo de la Sección 190.

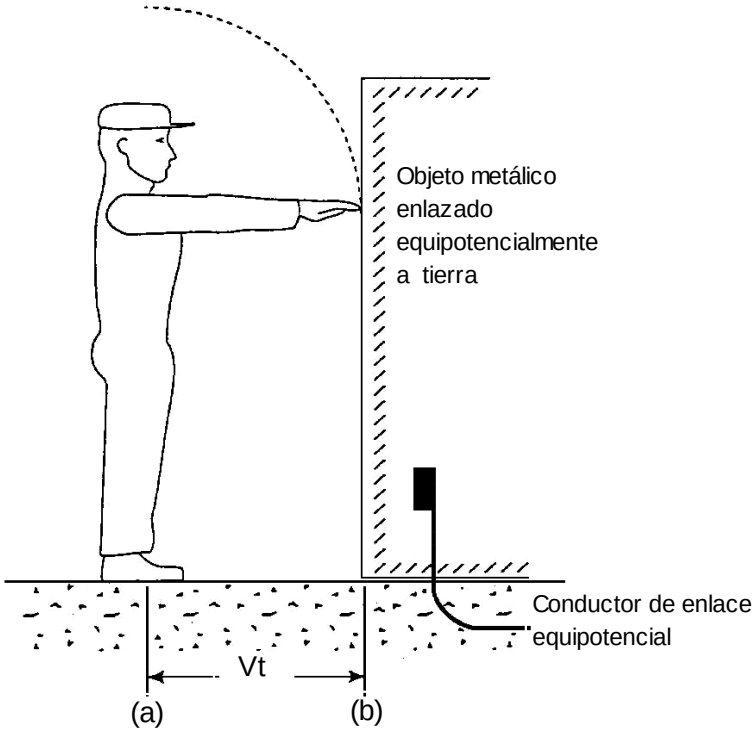
Propósito de la Regla 190-000. Todas las instalaciones eléctricas del usuario que operan a tensiones superiores a 1 000 V deben estar de acuerdo con los requerimientos de esta Sección. Ya que estos requerimientos pueden afectar el diseño y el plano de la subestación, tal como la selección adecuada de componentes, se debe cumplir las prescripciones establecidas en la Norma DGE de Procedimientos y Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización, asimismo se debe consultar con el suministrador y el ente de inspección antes de proceder con las instalaciones y la puesta en servicio. Esta Sección es complementaria a y modificatoria de las Secciones Generales del Código, y no hace ninguna referencia específica de donde se puede aplicar tales Secciones Generales. Sin embargo, cuando se aplican las reglas de otras Secciones modificatorias del Código, estas son específicamente identificadas.

Sustento de la Regla 190-002. Las definiciones generalmente se encuentran en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o un término, que se aplica sólo a una Sección se define en la misma.

En instalaciones eléctricas que pertenecen al usuario o consumidor, donde la tensión que se recibe es superior a 1 000 V, la tensión requerida por lo menos de algunas de las cargas del consumidor es casi siempre inferior que la tensión de alimentación, necesitando la instalación de transformador, de equipo de operación y de equipo eléctrico de protección. Este ensamblaje puede estar situado afuera en un patio de

llaves o dentro de un edificio o en una cabina. Los confines o limites constituyen una subestación. La aparición de gradientes de la tensión a través de superficies no transportadoras de corriente durante fallas del conductor a tierra ha obligado a la ANSI y a otras sociedades técnicas definir la condición creada por este fenómeno.

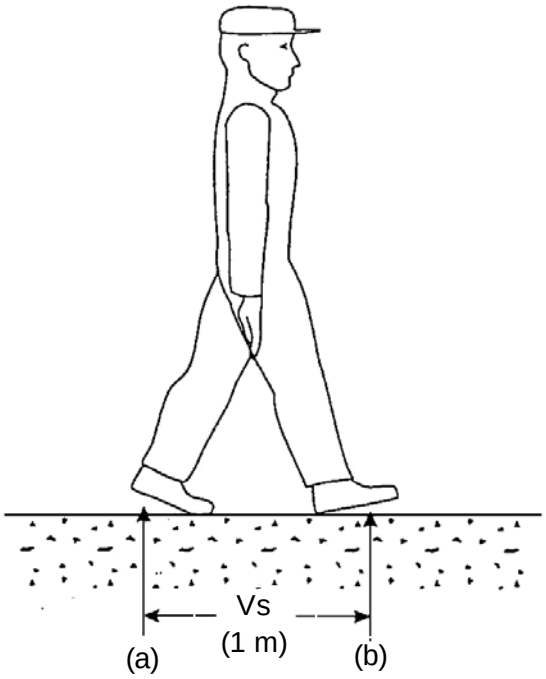
Propósito de la Regla 190-002. (Véanse las Figuras 190-002-1 y 190-002-2). Las definiciones, especialmente aquellas relacionadas al fenómeno de gradiente de la tensión, deben ser adecuadamente entendidas y capaces de ser observadas o medidas. Esas condiciones que se pueden expresar numéricamente (por ejemplo, tensión de paso) hay veces en las que también se pueden determinar por medio del cálculo si es que se conoce la resistencia de puesta a tierra.



Nota: Vt = tensión de toque (diferencia de potencial entre el punto (a) sobre la superficie del piso y la superficie del objeto metálico enlazado equipotencialmente a tierra (a))

Figura 190-002-1
Tensión de Toque

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota: Vs = tensión de paso (diferencia de potencial entre los puntos (a) y (b), sobre la superficie del piso, separados a 1m en dirección del máximo gradiente de tensión)

Figura 190-002-2
Tensión de Paso

Sustento de la Regla 190-006. En sistemas de alta tensión no es necesario estar en contacto con un conductor vivo para sufrir una electrocución letal o quemadura. Se considera que son necesarios cuidados adicionales en y alrededor de instalaciones eléctricas de alta tensión incluyendo, los equipos de operación en una cubierta metálica cerrada. La mayor preocupación es por el nivel muy alto de energía generalmente disponible es estos sistemas. Cuando ocurre una falla entre dos conductores vivos, o un conductor vivo y otro de tierra, la energía liberada en ese momento vaporiza casi al instante la materia involucrada. La expansión rápida de esta materia vaporizada ocasiona que sea expulsada violentamente, lo que resulta en quemaduras serias o fatales a cualquiera en su camino. También pueden desarrollarse descargas serias de arcos cuando el circuito que lleva sólo carga normal de corriente es interrumpido por un dispositivo no equipado con un mecanismo extinguidor de la descarga de un arco (por ejemplo, remover un fusible u operar un interruptor de aislamiento bajo carga). En instalaciones eléctricas, también existe el peligro que puede ser causado al personal y al equipo eléctrico por medio de retornos de la alimentación de sistemas de alta tensión y/o baja tensión. Por ende existe la necesidad de una vigilancia extraordinaria.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 190-006. Aún con el acceso restringido a las áreas potencialmente peligrosas sólo a las personas autorizadas, sólo las señales de advertencia más visibles mantendrá, tanto a los informados como los no informados, libres de cometer acciones inseguras. Estos medios de advertencia deben estar visibles en ubicaciones apropiadas tales como:

(a) cámaras de equipo eléctrico, cuartos, áreas o cubiertas del equipo eléctrico;

(b) en puntos de acceso a los conductores de alta tensión en las tuberías pesadas y en los cables;

(c) en las bandejas de cables, y porciones expuestas de los cables que contienen conductores de alta tensión, con un espaciamiento que no exceda los 3 m;

(d) en los equipos de seccionamiento que no estén bloqueados para impedir su operación bajo carga;

(e) adyacente a los fusibles; y

(f) en cada interruptor de aislamiento cuyas cuchillas sean operadas en conjunto (operación simultánea) o cada medio de desconexión donde existe la posibilidad de tensiones de retorno.

Se debe colocar en lugares a la vista avisos permanentes y legibles que contengan las palabras “PELIGRO ALTA TENSION ” o PELIGRO…….V”.

Cuando se instale equipo en una cubierta metálica cerrada que contenga más de un juego de dispositivos de operación de alta tensión, para un sistema de alta tensión, al igual que el letrero de peligro pegado en sus paneles y puertas, se requiere que un diagrama unifilar se instale permanentemente dentro de la vista del equipo de maniobras, delineando la instalación de alta tensión. El diagrama debe de incluir toda la información pertinente incluyendo los bloqueos, medios de seccionamiento, etc. La marca en el equipo debe tener una referencia cruzada con el diagrama.

Métodos de Alambrado

Sustento de la Regla 190-100. Una mera aproximación a conductores operados con alta tensión puede ser una amenaza a la vida humana, ya que puede ocurrir una descarga parcial o un arco que puede ser descargado sobre una víctima inesperada. Es por esto la necesidad de algún tipo de “barrera”, la cual, dependiendo de las circunstancias, puede tomar la forma de una separación física, como al aire libre, una barrera estructural como una cámara o cuarto para el equipo, o una cubierta de metal puesta a tierra. La que fue mencionada al último es la preferida, ya que cualquier descarga puede ser desviada a tierra, dando seguridad.

Propósito de la Regla 190-100. (Véase la Figura 190-100(3)). Teniendo en cuenta el sustento actual, por medio de esta regla se propone que todos los conductores de alta tensión, con ciertas excepciones aceptadas, estén en cubiertas de metal puestas a tierra (Véanse las Reglas 190-300 a 190-310). La Subregla (1) delimita esas excepciones.

La Subregla (2) específica como se deben instalar los conductores utilizados en el interior, o sujetos en el exterior de edificios. El Código, hace excepciones para los conductores de alta tensión instalados en las cámaras para equipo eléctrico y cables de Tipo TC “tray cable” instalados en bandejas de cables según la Regla 070-2204.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

La Subregla (3) permite que los cables de alta tensión de tipo TC “tray cable” estén en la misma bandeja de cables con conductores de baja tensión cuando estén separados por medio de una barrera de plancha metálica de 1,3 mm .

La Subregla (4) requiere que marcadores permanentes sean puestos en las paredes, pisos, o cielos rasos para indicar la presencia de conductores de alta tensión recubiertos o empotrados en el concreto o en la mampostería.

La Subregla (5) requiere que las cubiertas conductoras externas de los conductores de alta tensión sean separadas lo suficientemente para evitar las corrientes de fuga en los extremos de un conductor.

La Subregla (6) requiere que los conductores de alta tensión de la acometida tengan la resistencia mecánica de un conductor de cobre duro 16 mm^2 para resistir los esfuerzos de la instalación.

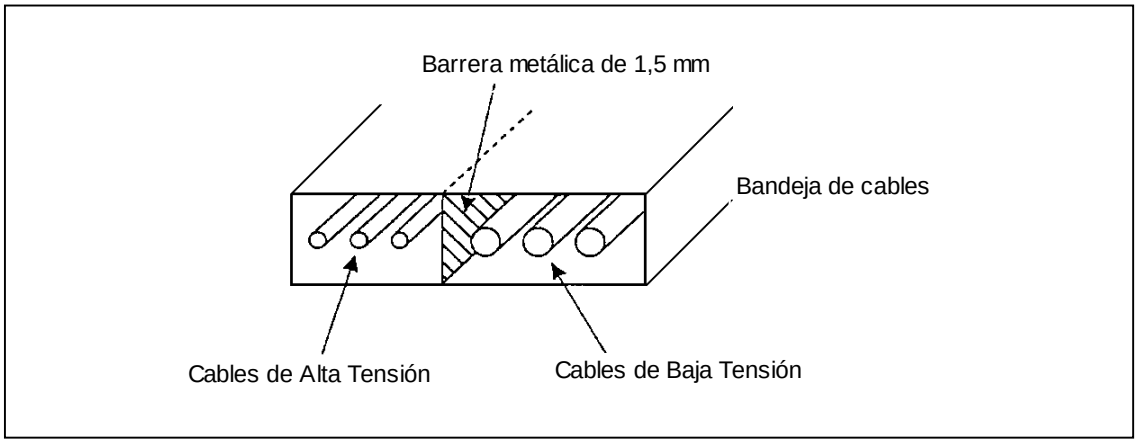
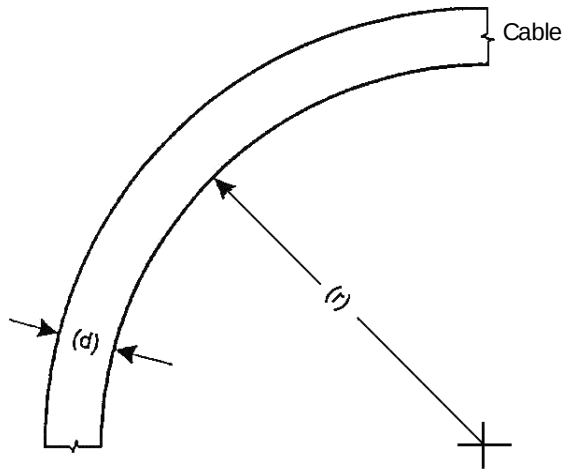


Figura 190-100(3)
Separación de Conductores de Alta y Baja Tensión

Sustento de la Regla 190-102. Los materiales utilizados en los conductores y en el aislamiento que los rodea no poseen ductilidad ilimitada y pueden sufrir daños si es que son doblados más allá de cierto límites. El conductor en sí puede ser reducido en su sección recta, y resultar en una reducción de su capacidad. Igualmente importante, es que el aislamiento del conductor puede ser deteriorado si es que es estirado o comprimido demasiado al doblar demasiado el cable.

Propósito de la Regla 190-102. (Véase la Figura 190-102). Esta regla y el radio de curvatura permisible, propuesto en la Tabla 15, reconocen las limitaciones físicas de varios tipos y tamaños de cables. Aplicando la Tabla 15 adecuadamente, los diseñadores, instaladores e inspectores deben poder asegurar que los cables instalados no estén sometidos a esfuerzos excesivos. Se debe tomar en cuenta que el radio de curvatura es medido en la superficie más interna de la curva; por ejemplo, el radio mínimo aceptado para un cable cubierto de plomo de un diámetro de 5 cm sería 60 cm (12 x 5).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota: (r) = (d) x (k)
Donde:
(r) es el rango mínimo permisible de curvatura
(d) es el diámetro exterior el cable
(k) es el factor de multiplicación de la Tabla 15 (determinado por el tipo de cable)

Figura 190-100(3)
Radio de Curvatura de Cables de Alta Tensión

Propósito de la Regla 190-104. La intención de las Subreglas del (1) al (4) es cuidar contra el daño físico a, o el deterioro del material de aislamiento termoendurecido y evitar cualquier peligro creado por falla parcial o completa del aislamiento. Los límites de tensión establecidos en estas Subreglas reconocen el grado de protección que los conductores instalados necesitan según cada ambiente en particular. Donde se requiere de una pantalla, el propósito de la misma es conducir cualquier fuga de corriente a tierra con seguridad (Subregla(5)). Donde los conductores aislados se terminan, se debe de tomar especial cuidado para minimizar la posibilidad de fuga a lo largo de la superficie del aislamiento, ya que una fuga de corriente puede producir una huella que daña los materiales en base a hidrocarburos (tracking), y por último resultar en la falla del aislamiento. Es por esto que se incluyen las recomendaciones de la Subsección (1) del Anexo B.

Propósito de la Regla 190-104(1). (Véase la Figura 190-104(1)). Se debe proveer de una pantalla metálica sobre todos los conductores con aislamiento termoendurecido, donde la tensión entre fases exceda 2 000V, excepto donde esté expresamente dicho en las Subreglas a continuación.

Propósito de la Regla 190-104(2). (Véase la Figura 190-104(2)). No se requiere pantalla sobre los conductores con aislamiento termoendurecido cuando se instalan en canalizaciones bajo tierra o directamente enterrados, donde la tensión entre fases no exceda los 3 000 V .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 190-104(3) y (4). (Véase la Figura 190-104(3)). En ambientes mucho más protegidos, incluyendo cables con una cubierta metálica externa de protección, se permite usar los conductores con aislamiento termoendurecido sin pantalla, si la tensión entre fases no exceda los 5 000 V .

Propósito de la Regla 190-104(5). Todas las cubiertas metálicas de protección y accesorios deben de ser conectados a tierra según la Regla 190-308(2)(e)(i).

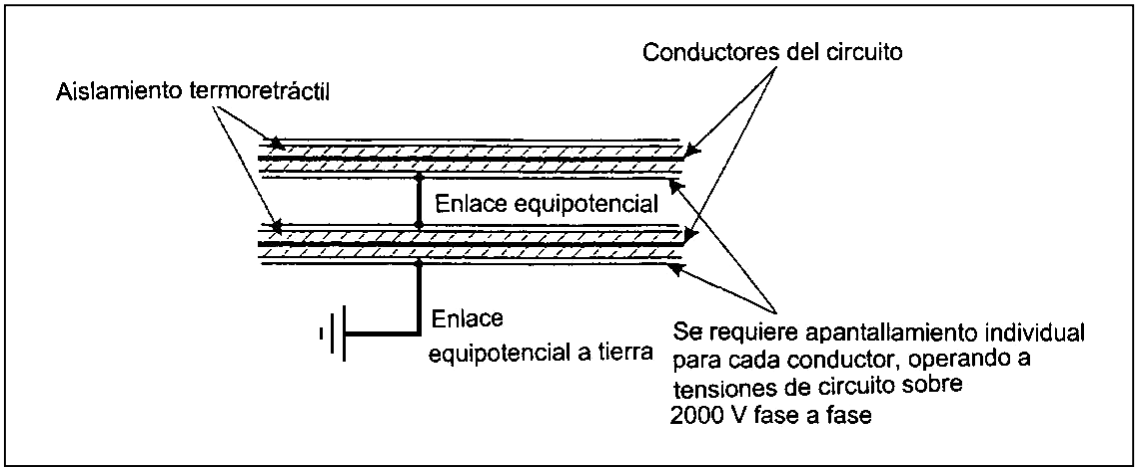


Figura 190-104(1)
Conductores con Aislamiento Termorretráctil – Pantalla Metálica

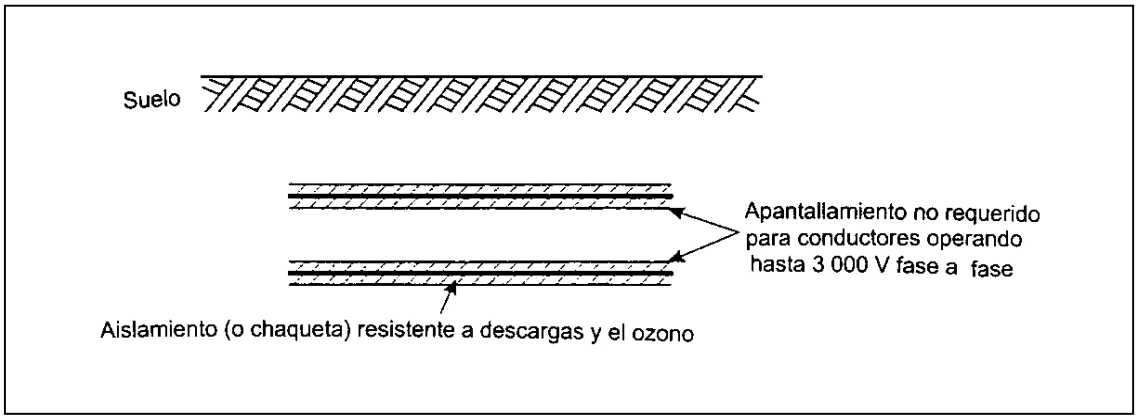


Figura 190-104(2)
Conductores con Aislamiento Termorretráctil – Enterrado

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

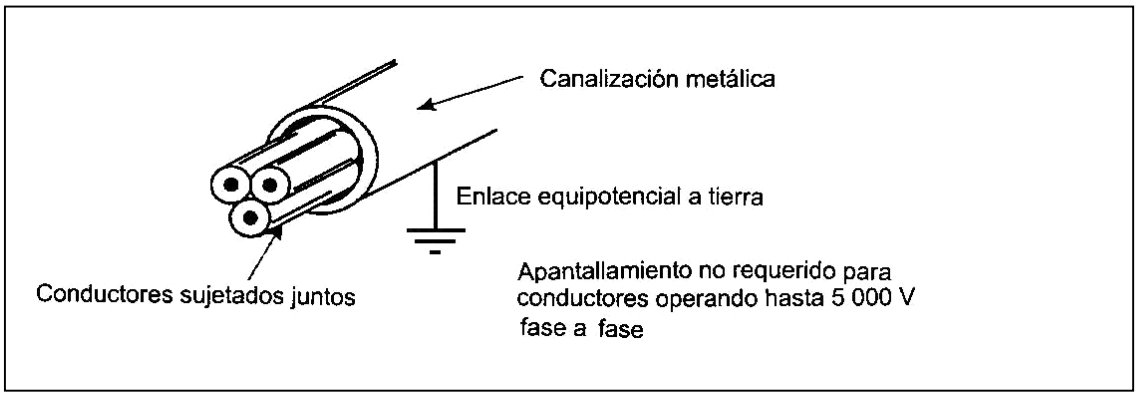


Figura 190-104(3)
Conductores con Aislamiento Termorretráctil – En canalización

Sustento de la Regla 190-106. Las corrientes muy altas (miles de amperios) que fluyen cuando ocurre un corto circuito crean campos magnéticos muy poderosos que alternamente atraen y repelan conductores adyacentes. A no ser de que los conductores estén seguramente fijados, las fuerzas mecánicas pueden jalarlos lo suficientemente cerca a superficies desenergizadas como para crear un arco y, en el peor de los casos, causar que falle el soporte. Las fuerzas mecánicas experimentadas son una función de la magnitud de la corriente del corto circuito.

Propósito de la Regla 190-106. Aunque no está explícitamente estipulado en la regla, se debe consultar al suministrador para determinar la corriente máxima de corto circuito disponible (presente y futuro) del sistema de suministro, para que se puedan seleccionar los soportes aislantes, que tengan la apropiada fuerza mecánica. También se debe de observar el espaciamiento recomendado entre los soportes a lo largo del conductor.

Sustento de la Regla 190-108. Donde los conductores desnudos, aislados y otras partes vivas desnudas estén soportados y tendidos separadamente al aire libre, sin el uso de una pantalla metálica, el espaciamiento entre sí o entre las otras superficies adyacentes sirve como el primer medio de aislamiento. Donde se usa material aislante su función es secundaria; su propósito es evitar que una falla, si es que ocurriera, migre a lo largo de los conductores, por medio del bloqueo del camino de los gases ionizados hacia los conductores o partes desnudas. Ya que la función del material de aislamiento es secundaria, pueda que no sea necesariamente del todo especificado a la clase de tensión del sistema en el cual está siendo usado. Esta es la razón por la cual la Subregla (1) no hace diferencia en los requerimientos de espaciamiento entre los conductores aislados y los no aislados y otras partes vivas desnudas.

Propósito de la Regla 190-108. A pesar de que las Tablas 30 y 31 se refieren a los conductores desnudos, estas distancias de seguridad se deben aplicar tanto a conductores desnudos, aislados y otras partes vivas desnudas. Los valores en la Tabla se aplican a la distancia entre los conductores en sí, como si el aislamiento no existiera cuando se usan conductores aislados. Se debe tomar en cuenta que el propósito de esta regla, incluyendo las Tablas 30 y 31, es el de impedir daño por fallas y no toma en consideración la necesidad de proteger las partes vivas, lo cual es mencionado en la Regla 190-110. Al aplicar las Tablas, se debe de referir al Anexo B (Tablas del 30 al 35) para asegurar que la clase apropiada de tensión sea

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

seleccionada. Es particularmente importante señalar que los sistemas nominales de tensión que se muestran son fase-a tierra para sistemas puestos a tierra y entre fases para sistemas no puestos a tierra.

Sustento de la Regla 190-110. En instalaciones eléctricas de alta tensión, el sistema principal de aislamiento, con algunas excepciones, consiste de conductores montados sobre soportes aislantes al aire libre. La excepción más notable es el uso de cables donde los conductores están contenidos dentro de una chaqueta aislante y protegida por una chaqueta o cubierta metálica puesta a tierra. Una cubierta aislada sola no se considera adecuada, ya que puede ocurrir una descarga parcial sobre o a lo largo de la superficie del material. Las tensiones más altas requieren de mayores distancias para minimizar la posibilidad que ocurra una descarga parcial (corona) o una descarga de arco.

Propósito de la Regla 190-110. El propósito es que todos los conductores expuestos, excepto como específicamente proveído por la Subregla (1), sean ubicados de acuerdo con las distancias mínimas de seguridad establecidas en las Tablas 32, 33 y 34. Cuando los conductores crucen otras vías, estas distancias deben de ser incrementadas u otras medidas de protección se deben de tomar, como estipulado en la Subregla (2)(b) y deben estar de acuerdo con el Código Nacional de Electricidad – Suministro. Se debe tomar en cuenta también que la Subregla (3) requiere de distancias adicionales donde los tramos sin soporte excedan los 50 metros. Nuevamente, se debe de referir al Anexo B (Tablas del 30 al 35) para asegurar que la clase apropiada de tensión se ha seleccionada. Para tensiones mayores a aquellas listadas en las Tablas se debe de consultar el Código Nacional de Electricidad – Suministro.

Sustento de la Regla 190-112. Donde un conductor vivo está expuesto, como al extremo de un cable, el gradiente de tensión de la parte viva hacia y a lo largo de la superficie externa del material aislante es suficiente como para causar una descarga parcial (corona). La presencia de humedad u otros contaminantes sobre esa superficie pueden incrementar sustancialmente el nivel de esta descarga. Si el material es en base a hidrocarburos, la descarga puede producir huella que lo dañen (tracking), por ejemplo, la carbonización de las partículas diminutas del material. Con el tiempo, esta pista carbonizada ya no proporcionará suficiente resistencia eléctrica a la tensión que la cruza y puede ocurrir una descarga a tierra. Es por esto que es importante el uso de los terminales adecuados.

Propósito de la Regla 190-112. Se debe proveer instalaciones apropiadas en los extremos de cables, según las recomendaciones de los fabricantes.

Sustento de la Regla 190-114. La integridad de la trayectoria de enlace provista por la chaqueta metálica del cable no debe de ser deteriorada en intervalos donde se hacen empalmes o derivaciones, y las uniones o empalmes deben de ser mecánica y eléctricamente equivalentes a los cables.

Propósito de la Regla 190-114. Se debe proveer la ferretería adecuada en los empalmes y/o derivaciones, para asegurar que la integridad mecánica y eléctrica del cable se mantenga a lo largo de toda su longitud.

Sustento de la Regla 190-116. Hay tres aspectos en el sustento de esta regla. Primero, los aparatos ubicados en pozos de ascensores son susceptibles a daño por los objetos que caen. Segundo, el personal de mantenimiento e inspección de los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ascensores no deben de trabajar en la proximidad de cables de alta tensión, ya que estos pueden haber sufrido daños por los objetos que caen, antes mencionados. Tercero, en el caso de una falla del cable, llamas o gases tóxicos probablemente sean llevados hacia arriba por el efecto de chimenea que usualmente está presente en la vía del elevador.

Propósito de la Regla 190-116. El propósito es que los conductores de alta tensión no se instalen en los pozos de ascensores, pero se permite que sean instalados en la tubería pesada empotrada en la mampostería de las paredes de la vía del elevador, pero la tubería pesada debe estar rodeada de, en todo su recorrido, por no menos de 50 mm de mampostería o concreto.

Equipos de Control y Protección

Sustento de la Regla 190-200. El equipamiento de la conexión para una subestación de propiedad del usuario alimentada por alta tensión debe de ser ubicado en el edificio del usuario o en una estructura externa, dependiendo de las circunstancias. Cualquiera que sea el caso, lo importante es que sea situado en el primer punto práctico del local a ser suministrado. Esto generalmente requiere de una decisión en base a la experiencia, por esto es necesario involucrar la entidad suministradora de energía y cumplir las prescripciones establecidas en la normatividad correspondiente a los procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización.

Es esencial el acceso, sin impedimentos al personal autorizado en una emergencia (incendio, explosión, etc.), y a su vez es de mayor importancia bajo estas circunstancias aislar tanto como sea posible los predios. Asimismo, colocar el equipo eléctrico de la acometida en una base uniforme permite que los medios esenciales de desconexión sean más rápidamente ubicados. El mantenimiento a, o las alteraciones del sistema del usuario, se pueden llevar acabo confiando en la seguridad del trabajo.

Propósito de la Regla 190-200. El equipamiento de la conexión se debe instalar en una ubicación de fácil acceso (pero sólo al personal autorizado), que satisfaga las exigencias de la entidad suministradora y se aíslen los locales de un modo seguro cuando sea necesario.

Sustento de la Regla 190-202. Aunque acá las preocupaciones no son diferentes a las relacionadas con cualquier sistema de distribución de energía, los altos niveles de energía que se desatan durante un corto circuito determinan que se apliquen criterios más críticos si es que la seguridad no se va a comprometer. Se debe de tomar en cuenta el tipo y las características nominales de los interruptores automáticos, interruptores y fusibles, ya que cada uno debe de tener la capacidad de llevar (o limitar) la corriente de corto circuito para la máxima duración esperada de la falla (las características nominales para corrientes de corta duración). Esos dispositivos, los cuales pueden servir para interrumpir un corto circuito, también deben de poseer la capacidad necesaria de interrupción. En algunos casos, la característica de limitar la corriente (un máximo de corriente que pase sostenidamente) de un dispositivo es importante, ya que los dispositivos de aguas a bajo tal vez no tengan las características nominales adecuadas a corto plazo. El sustento de esta regla, entonces, es minimizar la posibilidad de una falla catastrófica debido a la aplicación incorrecta de los componentes de las subestaciones.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 190-202. Se requiere que todos los dispositivos utilizados en el lado de alta tensión de la subestación estén adecuadamente aplicados, reconociendo las condiciones específicas que existen o los fenómenos que puedan ocurrir en tal subestación. Esto quiere decir que las características nominales de los interruptores automáticos deben ser adecuadas (corrientes momentáneas y de corta duración, capacidad de interrupción y tiempos de apertura, y niveles básicos de aislamiento). Las características nominales de la corriente de régimen continuo, por supuesto, deben reflejar las cargas anticipadas. Los interruptores, así sean del tipo sólo de aislamiento (seccionamiento) o del tipo de interrupción bajo carga, se deben aplicar para que no estén sujetas a un trabajo que no tienen la capacidad de manejar. Los fusibles deben de tener la capacidad necesaria de interrupción y, donde es requerido, ser del tipo de limitación de corriente. El propósito básico es que cada dispositivo sea capaz de realizar la función que debe de una manera segura.

También es importante coordinar los ajustes de los dispositivos de protección con el suministrador de energía, para asegurar que una falla que ocurra en una instalación sea absuelta por los dispositivos locales de protección en vez de aquellos de la subestación de la empresa suministradora.

Sustento de la Regla 190-204. El sustento de esta regla es una extensión de aquella de la Regla 190-202. Se reconoce la necesidad de equipar con un dispositivo de sobrecorriente adecuado a cada circuito en una instalación eléctrica de alta tensión, sea una acometida, un alimentador o un circuito derivado. Se necesitan medios que permitan la inserción o el retiro de fusibles con seguridad, que no haya ningún tipo de tensión presente y que no haya flujo de corriente. Esto se asegura precediéndolos de un dispositivo de interrupción bajo carga con seccionamiento visible. Se debe tomar en cuenta que el dispositivo de interrupción bajo carga debe poder ser cerrado con seguridad para el operador con una falla en el sistema.

Con los interruptores con cuernos, para ser montados aéreamente en el exterior, la principal seguridad del operador es la distancia vertical de separación. Algunos de estos tipos de interruptores sólo son capaces de interrumpir la corriente magnetizante del transformador que alimentan y por lo tanto deben de tener enclavamiento con un dispositivo de interrupción de la carga secundaria con amplia capacidad nominal para impedir la operación bajo carga.

Propósito de la Regla 190-204. (Véase la Figura 190-204(1)(c)). Se permite un poco de flexibilidad en la selección de los componentes adecuados de operación y protección para la instalación eléctrica, sin comprometer los requerimientos necesarios para una operación segura. Todos los interruptores automáticos e interruptores bajo carga deben tener la capacidad de cierre con falla (Subregla (1)(a), (b) y (c)). El propósito de la Subregla (1)(c) es impedir que estos dispositivos sean operados bajo carga. Los fusibles deben de ser accesibles sólo al personal autorizado, ya que no siempre es posible enclavamiento físicamente el acceso a ellos con un dispositivo de seccionamiento o aislamiento.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

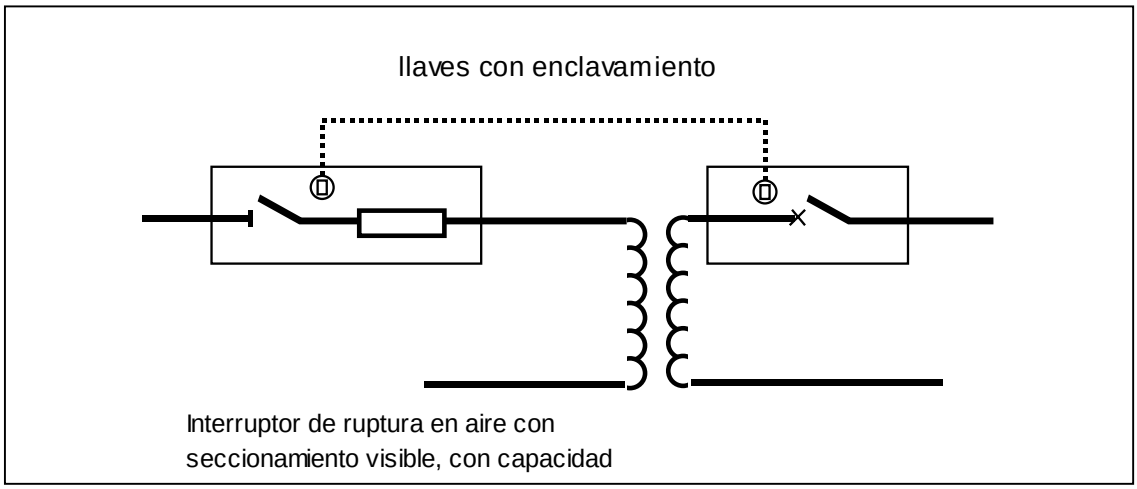


Figura 190-204 (1)(c)
Típica Protección de Sobrecorriente con Llaves con Enclavamiento

Sustento de la Regla 190-206. La energía liberada por el arco cuando ocurre un corto circuito, es suficiente para elevar la temperatura del material involucrado (conductor, aislador o combustible liquido) a un valor muy alto, en una fracción de segundos. El resultado de la expansión tan rápida producto del arco, resulta en su expulsión, generalmente violenta, de la ubicación de la falla. Si es que fuesen a entrar en contacto con material combustible, el material seguramente se encendería. Por lo tanto, se deben colocar dispositivos tales como interruptores automáticos, fusibles e interruptores de tipo encerrados (cubiertos), para que los arcos que puedan producirse no hagan contacto con los materiales combustibles. Instalar estos aparatos en un cuarto o recinto de construcción no combustible satisface esta preocupación. Se necesitan precauciones adicionales cuando cualquier parte del equipo eléctrico está lleno de combustible dieléctrico (por ejemplo, transformadores, condensadores o circuitos derivados), ya que es probable que el volumen de productos calientes o en combustión sea mucho mayor. Por esta razón la instalación eléctrica de dicho equipo eléctrico también debe de estar en conformidad con las Reglas 150-012 y 150-246. Estas reglas también hacen referencia al Anexo B, donde se recomienda que se conecten aberturas de ventilación a un área externa para que desfogue el gas.

Propósito de la Regla 190-206. Para asegurar que todas las instalaciones eléctricas consideren la naturaleza altamente destructiva del los corto circuitos de alta tensión, los equipos que estén siendo operados con alta tensión y llenos de combustible dieléctrico deben ser aislados de materiales combustibles, ya sea por el tipo de construcción usado en el cuarto o por ser del tipo de recinto aprobado para dicho propósito, y según los requerimientos de las Reglas 150-012 y 150-246.

Sustento de la Regla 190-208. La mayoría de los fusibles de alta tensión para uso interno son del tipo barril. Para poder insertar o retirar los fusibles de los porta fusibles, el cuerpo del fusible debe ser agarrado y se debe de emplear cierta fuerza. Tratar de hacer esto cuando el circuito está energizado y las parte vivas están tan cerca no es prudente. Aparte del peligro de electrocución, hay el peligro de que se forme un arco y se convierta en un corto circuito catastrófico.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 190-208. (Véase la Figura 190-208). Para impedir que se pueda dar mantenimiento a los componentes del compartimiento de fusibles, a no ser que se tenga la seguridad que todas las partes ahí estén sin tensión, se requiere que la puerta o cubierta del compartimento esté físicamente enclavada con los medios asociados de seccionamiento y desconexión.

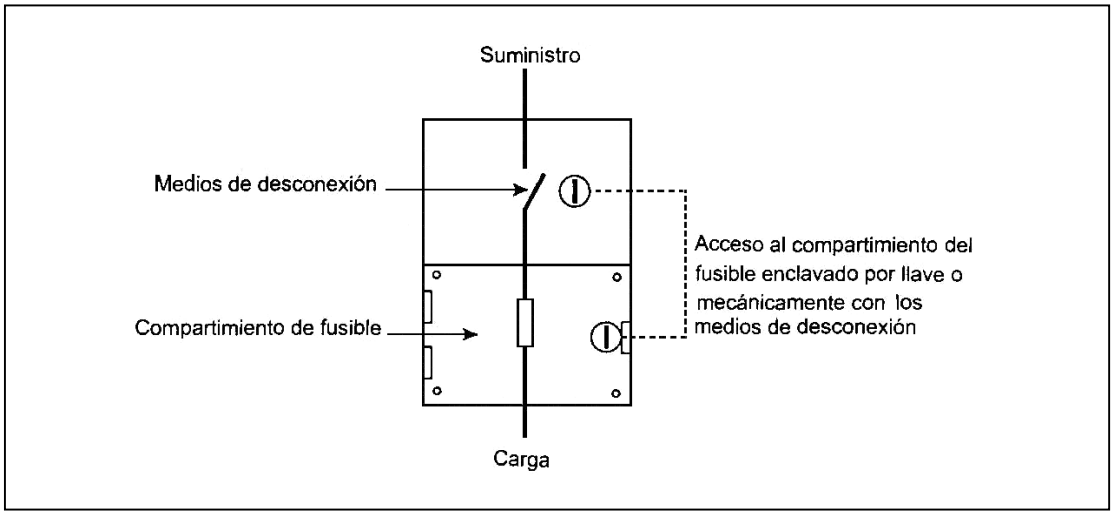


Figura 190-208
Enclavamiento de Compartimentos de Fusibles

Sustento de la Regla 190-210. El sustento de esta regla es prácticamente el mismo de la Regla 190-208, excepto que la conformidad de los requerimientos de protección de sobrecorriente según la Regla 150-260 reduce la probabilidad que una falla de aislamiento que ocurra en un transformador de tensión, resulte en la propagación de una falla a los conductores de alimentación.

Propósito de la Regla 190-210. Se propone minimizar la probabilidad de que se desarrollen fallas serias debido a una falla de aislamiento en el transformador de tensión. La Subregla (2) y la referencia a la Regla 150-260 permiten una flexibilidad razonable en la selección de medios adecuados para desconexión. Por ejemplo, los diseños de los fabricantes de equipos de maniobra con cubierta o revestimiento metálico, generalmente incorporan un medio adecuado de desconexión para este propósito (por ejemplo, un carrito extraíble donde los transformadores de tensión y sus fusibles son montados, y que es automáticamente desconectado y puesto a tierra cuando la puerta del compartimiento se abre).

Sustento de la Regla 190-212. Los dispositivos que incorporan partes vivas expuestas, montados en soportes aislados (por ejemplo, aisladores de porcelana) también dependen del aire libre para la integridad de su aislamiento. Por lo tanto, el espaciamiento entre fases de las partes vivas expuestas es crítico. En el espaciamiento mínimo se debe considerar la posibilidad de que objetos extraños (por ejemplo, pájaros, ardillas) reduzcan eficientemente la separación de aire libre al punto de que descargue un arco. Aún cuando el objeto desaparezca, el espaciamiento debe ser el suficiente como para no sostener el arco a través del aire ionizado. Los dispositivos que emiten gases ionizados durante su operación requieren de precauciones adicionales por la misma razón. Esto se reconoce en los dos juegos de valores en la Tabla 35.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Los interruptores con cuernos descargadores deben ser montadas en posición horizontal, por que el arco que se produce al contactarse las partes, es alejado magnéticamente de los contactos; obviamente esto no se debe de hacer en dirección de los conductores adyacentes o partes de la estructura puestas a tierra. Ya que los interruptores con cuernos deben de ser operados a través de una unión mecánica que se extienda hacia abajo cerca del nivel del piso, es importante que sean capaces de ser bloqueadas en posición abierto.

Propósito de la Regla 190-212. Se debe asegurar que se instalen apropiadamente según su aplicación, los interruptores montados en obra y los fusibles con partes vivas expuestas, particularmente con propósito de evitar descargas. Esto quiere decir que la tensión del nivel de aislamiento y las características de operación de los dispositivos deben ser adecuadamente reconocidos según la Tabla 35.

Sustento de la Regla 190-214. Los medios de desconexión deben ser el elemento clave en la seguridad de la operación de un sistema de distribución de energía de alta tensión del usuario. El propósito de la Subregla (1) es asegurar que se pueda interrumpir la carga de todos los conductores y aparatos dentro de un edifico sin tener que físicamente hallar su fuente. Esto es vital durante una emergencia dentro del edificio.

La Subregla (2) refuerza la naturaleza crítica de este propósito requiriendo un medio visible para verificar con seguridad, la separación de los contactos. Esto puede requerir el añadir un interruptor de aislamiento separado con las salvaguardas estipuladas en la Subregla (2)(a), (b) y (c).

Se debe tomar en cuenta que también los medios de desconexión deben de aplicarse a los conductores de aguas abajo que alimentan a otros circuitos o aparatos conectados.

En algunas instalaciones eléctricas, dos o más juegos de conductores son dispuestos para alimentar a un juego de cargas interconectadas o a circuitos derivados, como en una subestación de doble alimentación. En dichos casos, se debe reconocer la posibilidad del retorno de tensión desde un alimentador de una subestación ya sea directamente o a través del lado de la subestación operada con baja tensión. Donde existe esta posibilidad, también se debe instalar un medio de aislamiento en el lado de aguas abajo del interruptor o interruptor automático. Igualmente, un interruptor seccionador de enlace o un interruptor automático necesita la misma protección.

Propósito de la Regla 190-214. Se propone que las instalaciones de alta tensión incluyan la posibilidad de aislar el total o cualquier porción de las mismas. Se requiere que medios para desconexión se ubiquen en la entrada al edificio, así como en cada conexión a un circuito derivado o equipo eléctrico conectado, tales como transformadores, motores, estufas eléctricas o calderos , o cualquier otra carga conectada. Un medio de desconexión es capaz de operar con carga e incorpora un medio visible para verificar la posición de contacto (abierto o cerrado) o, alternativamente, se conecta en el lado del suministro de un interruptor de aislamiento que opera en grupo, bloqueado para impedir su operación con carga. El requerimiento de seccionamiento visible debe proveerse de ambos lados del interruptor bajo carga o interruptor automático, cuando existe la posibilidad de retorno de tensión.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial

Sustento y Propósito de las Reglas 190-300 a 190-312. El sustento para las reglas que rigen la puesta a tierra y enlace equipotencial, en o cerca de una instalación de alta tensión está explicado en el Anexo B. Nota (1), los Requerimientos y Propósitos de Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial. Aunque algunas de las reglas a continuación entran, necesariamente, en detalle considerable, no es el propósito de esta Sección ser un "manual de diseño" para sistemas de puesta a tierra y enlace equipotencial. El diseño de los sistemas de puesta a tierra y enlace equipotencial para subestaciones que operan con alta tensión es un área especializada. El propósito es que la instalación eléctrica resultante logre sus propósitos.

Sustento de la Regla 190-300. El cobre desnudo es el material de conducción preferido por su alta y generalmente uniforme conductividad, al igual que su resistencia a muchos tipos de corrosión. Sin embargo, la Subregla (2) reconoce que hay veces existen circunstancias en que se hace uso de otro material de conducción que no es el cobre, el más práctico. El sustento para especificar en las reglas varias secciones mínimas de conductores, se da a continuación: Primero, el conductor debe ser térmica y mecánicamente capaz de transportar la máxima corriente de falla prevista sin daño. Segundo, la caída de tensión a lo largo del conductor debe de mantenerse dentro de los límites durante una falla de un conductor puesto a tierra. La Subsección (7) del Anexo B profundiza acerca del tema de la dimensión del conductor; advierte acerca de la precaución que otras condiciones, tales como disturbios previstos por descarga atmosférica y corrientes sostenidas dentro del sistema neutro, también pueden influenciar en la determinación de la sección del conductor. Estas consideraciones son implícitas en las secciones de los conductores en la Tabla 51.

Propósito de la Regla 190-300. Excepto como específicamente se permite en la Subregla (2), todos los conductores de puesta a tierra y enlace equipotencial deben ser de cobre desnudo de sección mínima requerida en las reglas siguientes y según la Tabla 51.

Sustento de la Regla 190-302. La razón para estipular la sección mínima y el número de varillas de puesta a tierra en la Subregla (1)(a) es para asegurar suficiente área de contacto con la tierra alrededor. El sustento de las Subreglas (1)(b) y (c) es el minimizar cualquier diferencia de tensión que apareciera entre el conductor de malla de tierra y la superficie de la tierra o de cualquier objeto metálico durante condiciones transitorias del circuito. Las Subreglas (2) y (3) reconocen la existencia de condiciones del sitio que hacen ineficaz la utilización de varillas de tierra como especificado en la Subregla (1). El sustento de la Subregla (4) es mantener a todos los objetos dentro de un subestación interna (particular) al mismo potencial que el electrodo de tierra de la subestación principal, o tan cerca a él como sea práctico. El sustento de la Subregla (5), al especificar el uso de un conductor de 70 mm^2 es para minimizar la caída de tensión a lo largo del conductor en el evento que se le requiera llevar corriente de falla. Los miembros de acero de refuerzo (barras) en las fundaciones de un edificio pueden ser conductores muy efectivos puestos a tierra, ya que el concreto generalmente asume la resistividad del suelo que lo rodea, mientras no haya ninguna barrera aislante (por ejemplo, una lámina de plástico entre el concreto y la tierra) que impida que la humedad penetre al concreto. Si es que las barras en las fundaciones de un edificio están confiablemente conectadas a un electrodo de tierra de la subestación, entonces se puede considerar y analizar a las barras como un sistema puesto a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 190-302 (Véase las Figuras 190-302(1)(a) y (c)). La Subregla (1) requiere que toda subestación a la intemperie que opere con alta tensión se debe conectar a un electrodo de puesta a tierra de la subestación. Los requerimientos para un electrodo de puesta a tierra de la subestación están especificados en las Subreglas a continuación. También de debe satisfacer el máximo de resistencia a tierra permitida según la Regla 190-304.

La Subregla (2) permite emplear donde sea apropiado un tipo de electrodo de tierra alternativo.

La Subregla (3) se incluye para reconocer el suelo u otras condiciones de la subestación (por ejemplo, alta resistividad del suelo) que no hace práctico el colocar un electrodo de tierra adyacente a la subestación en sí.

Las Subreglas (4) y (5) requieren que todas las partes del interior de la estación que no sean conductoras de corriente sean enlazadas entre sí con un conductor de por lo menos 70 mm^2 y que sean conectadas a un electrodo de tierra de la subestación.

La Subregla (6) propone que, donde las barras de las fundaciones del edificio y las plataformas de concreto son usadas como parte del diseño del electrodo de tierra de la estación; que:

(1) no haya ninguna película aislante entre el concreto y el suelo que lo rodea;

(2) la duración y magnitud máximas esperadas de la corriente de falla no cause daño térmico a las barras o la estructura de concreto;

(3) las barras de refuerzo estén conectadas al electrodo de tierra de la estación por dos conductores de 70 mm^2 usando el método de anillo; y

(4) en el diseño del electrodo de tierra, el concreto se asume que tiene igual o mayor resistencia que el suelo que lo rodea.

Consideraciones de Campo de la Regla 190-302. Un “nivel de piso en bruto” quiere decir la interfase entre la capa que cubre la superficie de tierra y la tierra nativa de abajo. El “nivel de piso terminado de la subestación” quiere decir la superficie de encima de la capa que cubre la superficie de tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

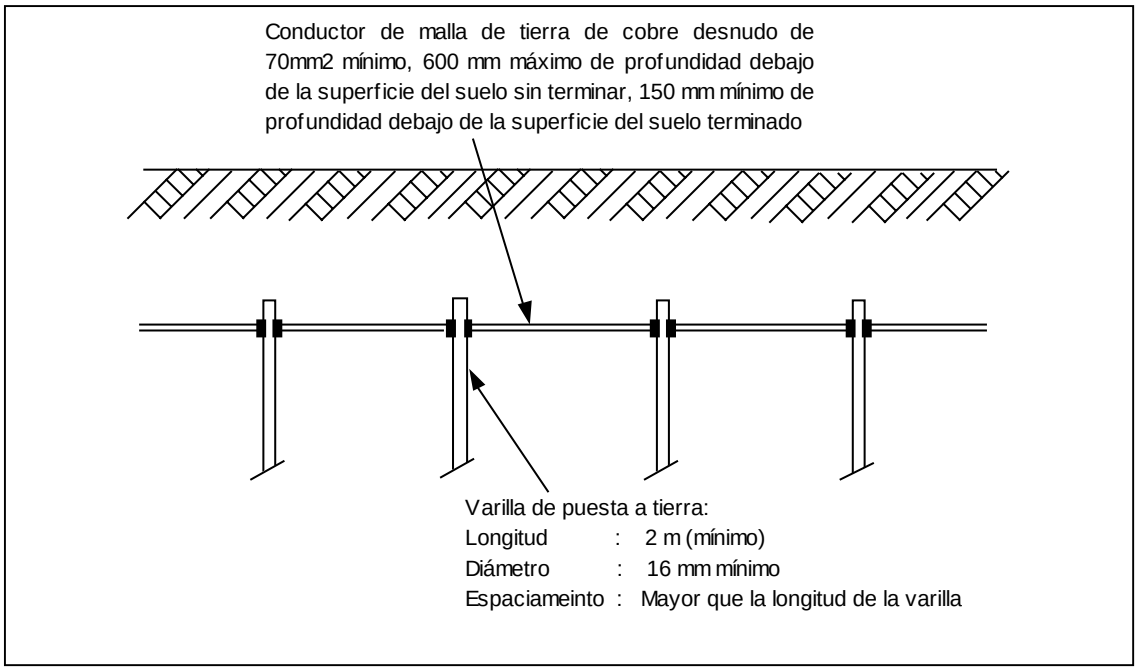


Figura 190-302 (1)(a)
Electrodo de Puesta a Tierra de la Subestación

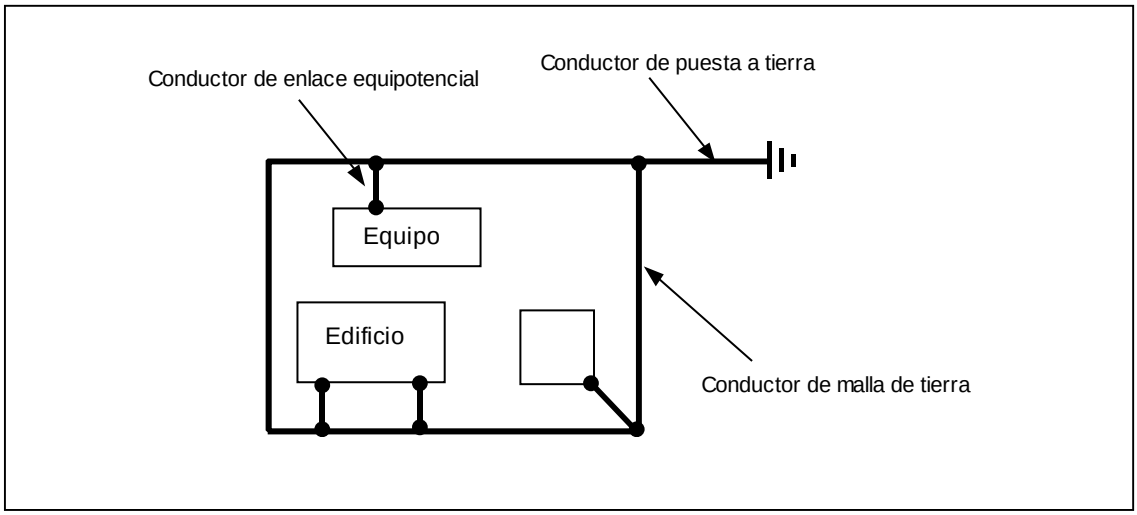


Figura 190-302 (1)(a)
Electrodo de Puesta a Tierra de la Subestación

Sustento de la Regla 190-304. El limitar la elevación del potencial (tensión) de malla de tierra de una subestación a un valor seguro, bajo todas las condiciones es un reto de ingeniería formidable, ya que la resistencia de un electrodo de tierra en una subestación nunca es cero. El peor de los casos es donde la corriente de falla es muy alta y la resistividad de la tierra es alta. El sustento para la Subregla (1) es que generalmente se logra obtener la máxima elevación del potencial permisible de 5 000 V en la tierra de la subestación, y al mismo tiempo no se deben tomar medidas extraordinarias para proteger los circuitos de comunicación y los otros circuitos conectados a la subestación. Aún así, todavía es necesario tomar medidas que sean

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

necesarias para limitar las tensiones de paso y toque a valores seguros (Subregla (2)). Los ítems (10) , (11) y (12) en la Nota del Anexo B tratan acerca del fenómeno de la elevación potencial de la malla de tierra. También señalan algunos de los medios que se pueden emplear para reducir las tensiones de paso y toque a través del uso de tapetes de control de gradiente, tapetes de jebe y capas adecuadas de roca fragmentada limpia. La Subregla (3) le da al diseñador de la malla de tierra de la subestación los procedimientos a seguir para que el diseño del electrodo pueda ser según los requerimientos de las Subreglas (1) y (2). La Subregla (4) requiere de pruebas de verificación para que la seguridad de las personas no esté comprometida aún si es que estén cerca cuando ocurra una falla. La Subregla (5) da los requerimientos para la capa de cobertura de la superficie del suelo, ya que cuando se utilizan materiales diferentes para la capa de cobertura de la superficie del suelo, en la misma subestación, se puede crear un peligro de seguridad (por ejemplo, tensiones de paso y toque diferentes en distintas áreas de la subestación).

Propósito de la Regla 190-304. Para proteger a las personas se intenta mantener dentro de límites aceptables las tensiones que puedan aparecer entre superficies enlazadas a tierra, cuando ocurra una falla de alta tensión, mediante la limitación de la resistencia de puesta a tierra del electrodo de tierra de la subestación. Se indica que la resistencia máxima admisible del electrodo de tierra de la estación debe determinarse por la máxima corriente de la falla a tierra disponible que el electrodo pueda inyectar a la tierra o por la máxima corriente de falla multiplicada por la resistencia del suelo limite la elevación de potencial (tensión) de la subestación a un máximo de 5 000 V en todas las partes de la malla de tierra de la subestación. Al determinar la resistencia de tierra, se propone que todas las condiciones del suelo que existen en la práctica sean consideradas (por ejemplo, mojado, seco y congelado). En circunstancias especiales cuando la tensión máxima de 5 000 V no se pueda obtener razonablemente, se propone una excepción que es permitida bajo la Regla 020-030, donde la tensión puede ser incrementada al máximo nivel del equipo de comunicación.

La Subregla (2) requiere que se provea medios para mantener las tensiones de paso y toque dentro de los límites establecidos en la Tabla 52. El ítem (11) en la Nota del Anexo B se propone para ayudar en este aspecto.

La Subregla (4) propone que la resistencia de la tierra sea verificada después de ser completada cada subestación .

La Subregla (5) da los requerimientos para la capa de cobertura de la superficie del suelo para que los diseños de las subestaciones sean cumplidos.

Sustento de la Regla 190-306. Cuando la capa de cobertura de la superficie del suelo consiste de un material específico que es de un espesor mínimo uniforme a lo largo de toda el área del electrodo de tierra de la subestación y la tensión entre fases de la subestación es suficientemente baja, la elevación del potencial (tensión) de la estación no debe de exceder las tensiones de paso y toque aceptables durante la vida útil de la subestación.

Propósito de la Regla 190-306. Se propone exonerar a la subestación de algunos de los requerimientos de la Sección 190 cuando

(1) la tensión entre fases de la subestación no exceda de 7 500 V;

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(2) los requerimientos de la instalación y manutención de la capa de cobertura de la superficie del suelo sean según la Subregla 190-304 (5) y sea de un espesor mínimo de 150 mm; y

(3) se pueda establecer que las tensiones de paso y toque no deben ser excedidas. La estación puede ser exonerada de los siguientes requerimientos de la Sección 190:

(a) mediciones de la resistividad del suelo;

(b) evaluación de las tensiones de paso y toque; y

(c) los análisis de verificación requeridas en la Subregla 190-304 (4).

Sustento de la Regla 190-308. Cualquier objeto metálico que no sea un conductor de corriente a no ser que sea conectado a los electrodos puestos a tierra en la subestación, puede experimentar una elevación en la tensión (potencial) a tierra o a otros objetos cercanos, ya sea por inducción o por gradientes de tensión creadas por el paso de altas corrientes de falla a tierra. Ya que estos objetos no son todos de la misma naturaleza o tamaño, variarán los medios por los cuales cada uno debe ser conectado al electrodo de tierra de la subestación. Sin embargo el objeto sigue siendo el mismo: mantener a cada uno en una tensión (potencial) segura en relación a todos los otros y al suelo a su alrededor.

Las Subreglas (2)(a) y (2)(f) se refieren a estas necesidades individuales. El sustento de la Subregla (2)(a)(ii) es el prevenir que fluyan corrientes no deseadas a través de estructuras de columnas únicas o múltiples cuando una gradiente de tensión existe entre las bases de dos o más columnas.

La base montada sobre una estructura no metálica de un interruptor de aislamiento (seccionador) de un solo polo o de un fusible es generalmente elevada más allá de la distancia de “toque” y no constituye un peligro. Por lo tanto, la puesta a tierra de la base puede ser opcional (Subregla(2)(b)(iii)).

Los caminos a tierra de los pararrayos puestos deben de ser de baja impedancia por las características de alta frecuencia de las descargas atmosféricas. Los conductores por lo tanto deben de ser tan directos y cortos como sea posible para mantener la inductancia a un mínimo (Subregla (2)(c)(ii)). Esto se explica en mayor detalle en el ítem (9) de la Nota del Anexo B.

Gradientes de tensión pueden existir a lo largo de los caminos de la tubería troncal del agua, lo cual requiere de enlaces periódicos a tierra a lo largo de su longitud para prevenir la presencia de corrientes no deseadas.

Las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo, tales como las chaquetas de los cables, terminales de cables, canalizaciones, tuberías, pantallas de guarda, medidores e instrumentos, y obras metálicas expuestas en los edificios deben ser conectadas al electrodo de tierra de la subestación. El propósito de la Subregla (2)(e) es mantener la tensión de toque a un mínimo.

La Subregla (2)(f) es para prevenir que una tensión elevada de una malla de tierra sea propagada a lo largo de los rieles de acero de las vías muertas o apartaderos de ferrocarril más allá de los limites del electrodo de tierra de la subestación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El propósito de cualquier anillo enterrado, ya sea alrededor de la cerca de una subestación o alrededor de un edificio cerca de la subestación, es el de proteger a personas de las electrocuciones letales, manteniendo las tensiones de paso y toque dentro de los valores tolerables (Subregla (3)).

En la Subregla (4), el conductor de tierra de la línea área de transmisión conectado al electrodo de tierra de la subestación debe disminuir la corriente de falla inyectada a la tierra alrededor de la subestación durante una falla, lo cual reduciría la elevación del potencial a tierra.

La Subregla (6) es necesaria para asegurar que el conductor llevará la corriente de falla disponible sin ser recalentado o recocido.

La Subregla (7) permite que se hagan periódicamente mediciones exactas de la resistencia del electrodo de tierra de la subestación.

Propósito de la Regla 190-308. (Véanse las Figuras 190-308(2)(a), (d), (e) y (9)). Esta es un regla compleja con muchas provisiones, cada una con el propósito de cubrir un aspecto específico acerca de la conexión de partes no conductoras de corriente del electrodo de tierra de la subestación. El propósito es asegurar que cada peligro potencial en esta área haya sido mencionado.

Propósito de la Regla 190-308(2)(a). Se propone que cada celda, ya sea sola o parte de una estructura de celdas múltiples, deben ser conectadas a tierra en cada columna con conductores de cobre de por lo menos 70 mm^2 .

Propósito de la Regla 190-308(2)(b). Ya que una estructura metálica o no metálica en sí no puede ser usada como un conductor de puesta a tierra, se propone que todas las partes metálicas montadas sobre ella, no conductoras de corriente, de ahí en adelante sean conectados a tierra, excepto como provisto en la Subregla (2)(b)(iii).

Propósito de la Regla 190-308(2)(c). Por la naturaleza de alta frecuencia de las descargas atmosféricas, se requiere que el conductor de puesta a tierra sea llevado por la ruta más directa al electrodo de tierra de la subestación.

Propósito de la Regla 190-308(2)(d). Las tuberías metálicas de agua deben ser conectadas a tierra en intervalos de más o menos 12 metros para prevenir que fluyan corrientes no deseadas por las tuberías.

Propósito de la Regla 190-308(2)(e). En estas Subreglas se permite que los aparatos sean conectados a tierra con conductores más pequeños que aquellos previstos en las reglas previas, ya que su susceptibilidad a transitorios excesivos de tensión es menor.

Propósito de la Regla 190-308(2)(f). El propósito es prevenir que una elevación del potencial de la malla de tierra (tensión) sea transferida más allá de los limites del área del electrodo de tierra de la subestación; por medio del uso de uniones de rieles aisladas, en aquel punto sobre cualquier apartadero de riel que entra en la subestación.

Propósito de la Regla 190-308(3). El anillo no es necesario donde se pueda comprobar que sin un anillo las tensiones de paso y toque alrededor del edificio estén dentro de los valores tolerables.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 190-308(4). Se requiere que el conductor de tierra de una línea área sea conectado al electrodo de tierra de la subestación con un conductor de cobre de por lo menos 70 mm^2, desnudo o aislado, para proteger contra tensiones peligrosas durante condiciones transitorias de circuito.

Propósito de la Regla 190-308(5). El conductor puesto a tierra de un sistema con neutro a tierra debe ser capaz de llevar la corriente normal de plena carga continuamente en caso de una discontinuidad en el conductor neutro. El conductor puesto a tierra debe tener una capacidad de conducción no menor que la del conductor neutro.

Propósito de la Regla 190-308(6). El neutro de un transformador de un sistema puesto a tierra debe ser conectado al electrodo de tierra de la subestación con un conductor de cobre puesto a tierra no menor de 70 mm^2 . El conductor puesto a tierra también debe tener la capacidad suficiente para llevar la máxima corriente de falla a tierra del transformador de acuerdo a la Tabla 51, y estar además según los requerimientos del Subpárrafo (2)(b)(i).

Propósito de la Regla 190-308(7). Para permitir la medición de la resistencia del electrodo de tierra de la subestación cuando sea requerido, en esta Subregla se indica que los conductores deben ser desconectables del electrodo de tierra de la subestación.

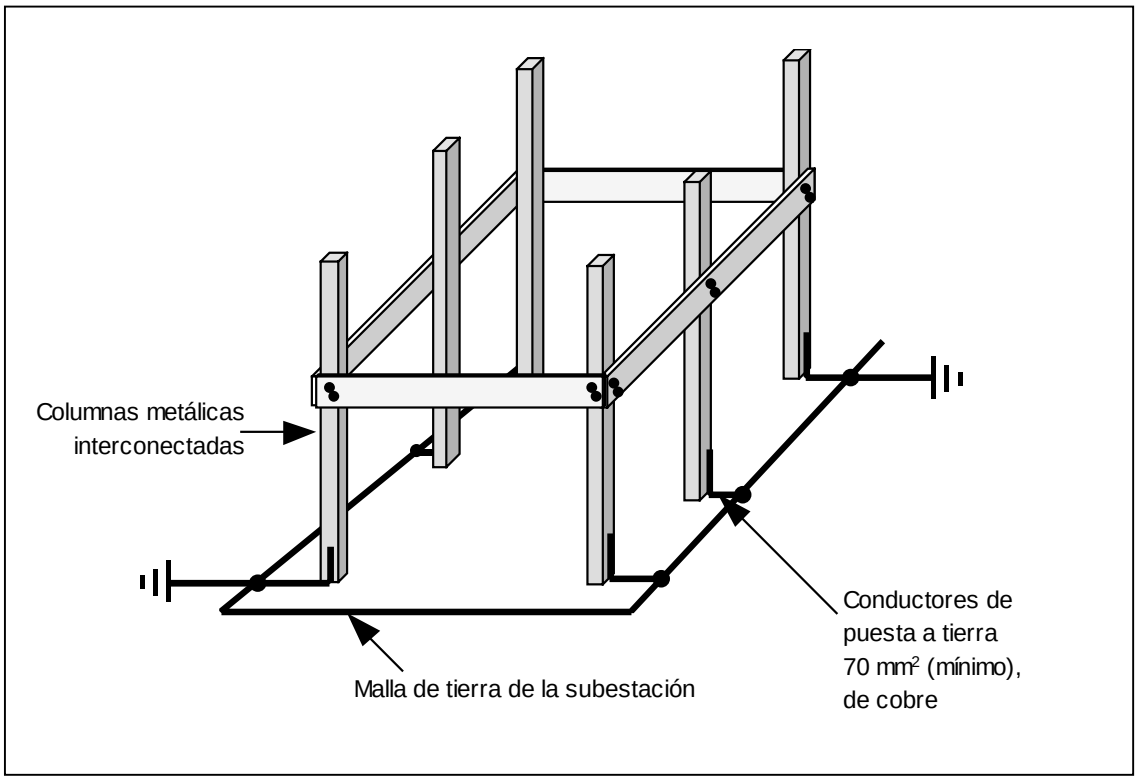


Figura 190-308 (2)(a)
Conexiones al Electrodo de Puesta a Tierra de la Subestación – Columnas de Soporte

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

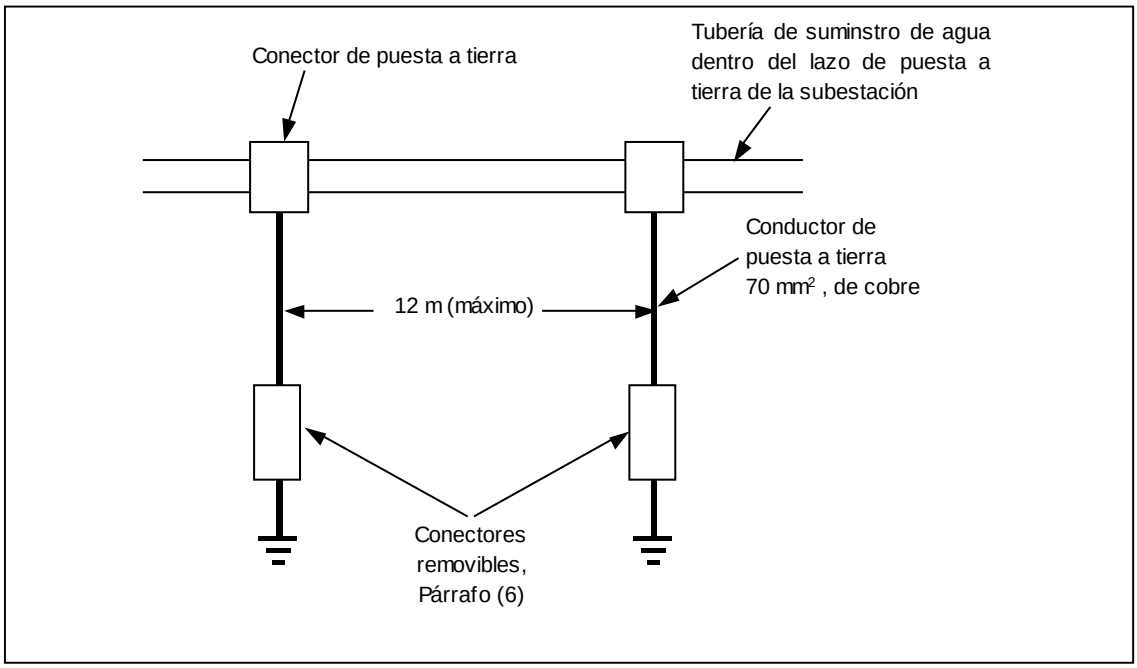


Figura 190-308 (2)(e)
Conexiones al Electrodo de Puesta a Tierra de la Subestación – Tubería de Suministro

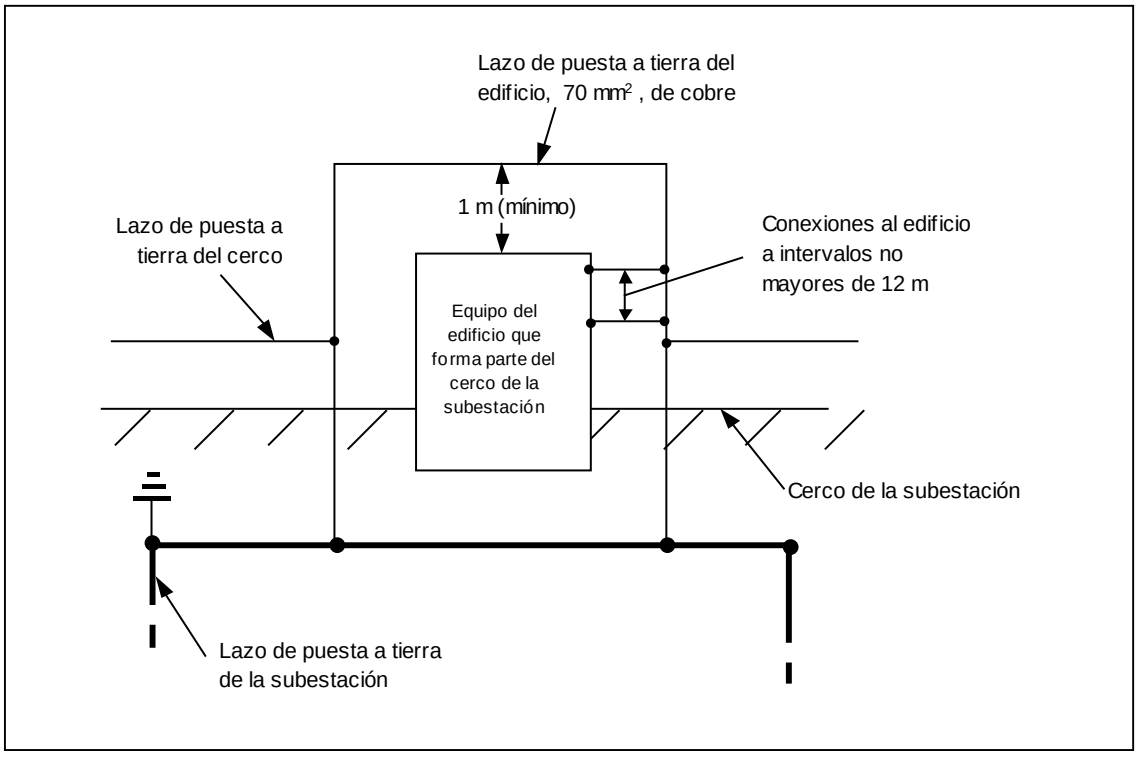


Figura 190-308 (2)(e)
Conexiones al Electrodo de Puesta a Tierra de la Subestación que Forma Parte de un Cerco

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

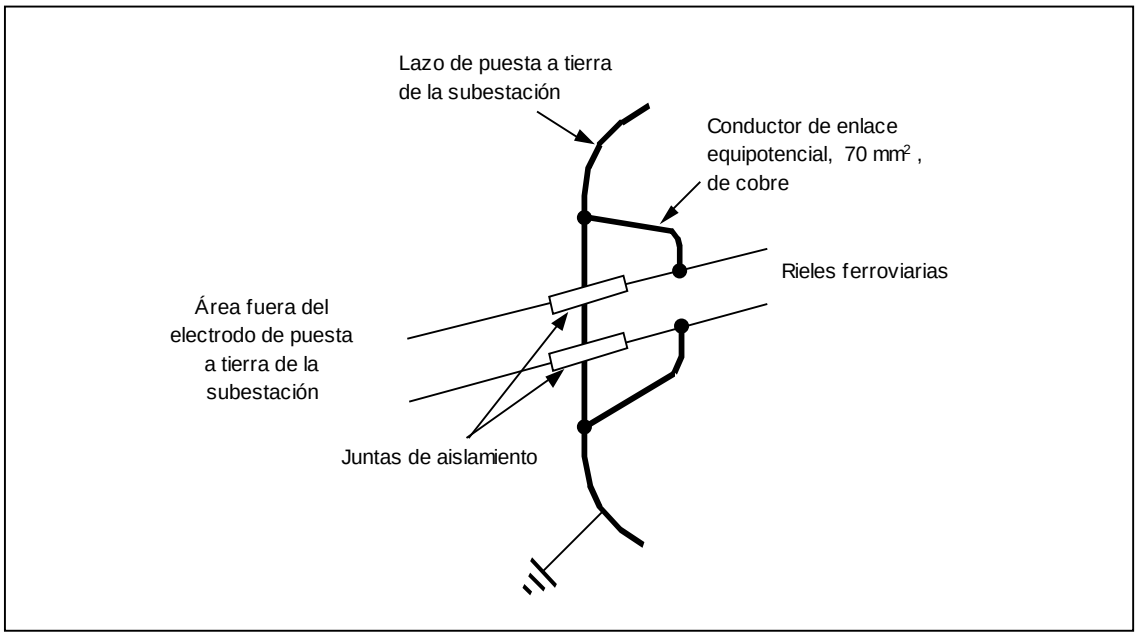


Figura 190-308 (2)(f)
Conexiones al Electrodo de Puesta a Tierra de la Subestación – Rieles Ferroviarias

Sustento de la Regla 190-310. El mal funcionamiento en la operación de un interruptor expuesto montado sobre una estructura abierta puede fácilmente resultar en una falla de conductor a tierra. El paso de corriente de falla bajo la estructura de soporte o la unión mecánica a la manivela del interruptor operado al nivel del piso, puede crear una elevación significativa en la tensión a tierra (potencial) en esa ubicación. Conectar la manivela a tierra ayuda a minimizar la elevación de tensión (potencial) que se pueda experimentar en la manivela (Subregla(1)).

Sin embargo, esta precaución por sí sola tal vez no sea suficiente para dar seguridad al operador. El gradiente de tensión a lo largo de la superficie del piso en la vecindad inmediata del punto de ingreso de la corriente de falla puede ser substancial. Las tensiones de paso y toque pueda que excedan los valores tolerables (Tabla 52). Por lo tanto, es necesario tener debajo del operador, un piso metálico de control de gradiente conectado directamente a la manivela del interruptor de conducción a tierra, a fin de que el operador no sea parte del camino de la corriente a tierra.

Propósito de la Regla 190-310 (1). (Véase la Figura 190-310). La manivela de los interruptores con operación simultánea de todas las fases, sin cubierta, debe ser conectada o enlazada o puesta a tierra, ya sea por el método (a) o (b), cualquiera sea el más adecuado al tipo de mecanismo de operación empleado.

Propósito de la Regla 190-310 (2). El propósito de los requerimientos específicos para los pisos metálicos de control de gradiente es asegurar que el operador esté siempre esencialmente a la misma tensión (potencial) de la manivela con la que él está en contacto. También se recomiendan las precauciones adicionales estipuladas en los ítems (11) y (12) de la Nota del Anexo B.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

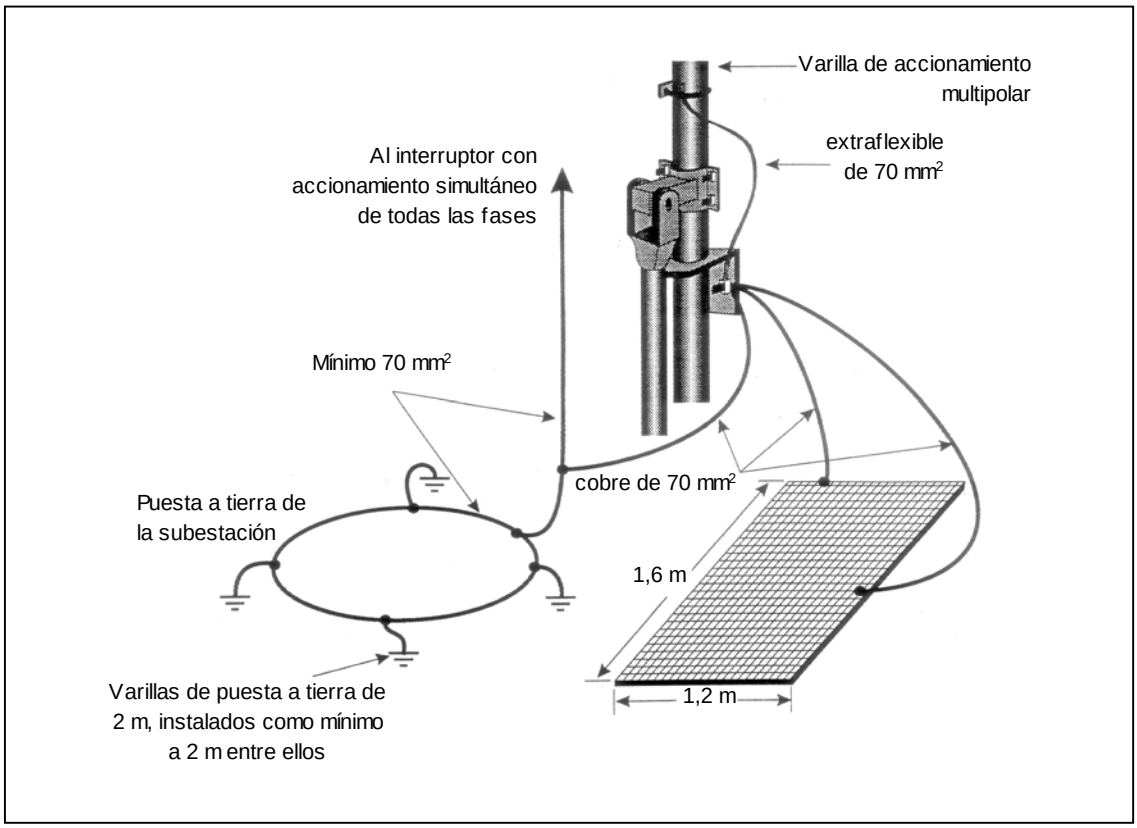


Figura 190-310
Puesta a Tierra de Interruptor Manual con Operación Simultánea de Todas las Fases

Sustento de la Regla 190-312. El sustento de esta regla en realidad no es más que la necesidad de poner a tierra con seguridad, cualquier parte metálica no conductora de corriente en o cerca de la subestación de media tensión. El cerco es simplemente una estructura metálica que existe dentro del área del electrodo de tierra de la subestación y el anillo es esencialmente una parte del electrodo de tierra de la subestación. Si es que los electrodos de tierra de la subestación, que están debajo de toda la área de la subestación, resultan en una tensión segura de paso y toque dentro del área, entonces es seguro colocar el cerco de tal manera que no pueda estar en contacto por una persona parada fuera del área del electrodo de tierra de la subestación.

Propósito de la Regla 190-312 (Véase la Figura 190-312(1)). Se requiere que el cerco metálico de instalaciones a la intemperie esté situado por lo menos a 1 metro dentro del perímetro interno del área del electrodo de tierra de la subestación. El sistema puesto a tierra para el cerco debe de ser según los especificado en las Subreglas (2), (3) y (4). También se propone que donde exista un cerco perimetral metálico en la proximidad del cerco de la subestación, las tensiones de toque a 1 metro del cerco perimetral no deben exceder los limites aceptables (véase la Tabla 52).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

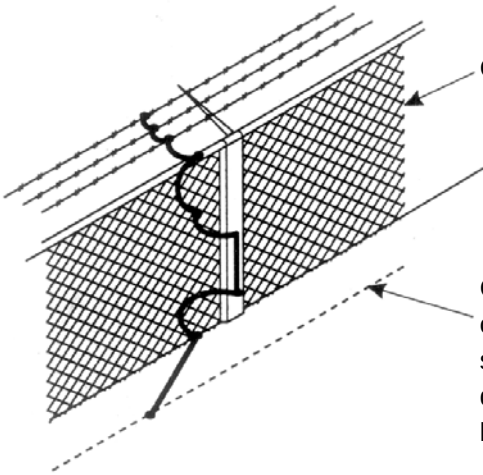


Figura 190-312 (1)
Enlace Equipotencial de Cerco de Malla Metálica

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 200

ASCENSORES, ESCALERAS ELÉCTRICAS Y EQUIPOS SIMILARES

Sustento de la Regla 200-000. Esta regla es de mayor importancia por que identifica al equipo eléctrico en un edificio, estructura o local al cual se le aplica los requerimientos de la Sección 200. También indica que las reglas generales del Código, Secciones del 010 al 090 y 150, se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 200 pueden modificar a o complementar a ellas u otras cuando sea necesario.

Propósito de la Regla 200-000. EL propósito es asegurar que todos los dispositivos de transporte vertical estén sujetos a los requerimientos de este Código.

Sustento de las Reglas 200-002 y 200-004. Los dispositivos elevadores cubiertos en el Alcance deben ser operados por personas que no necesariamente estén entrenadas para trabajar con equipos eléctricos y debe dárseles mantenimiento por personas entrenadas para dar servicio a dispositivos elevadores, pero no necesariamente a otras instalaciones eléctricas. Por lo tanto, (a no ser de que se tomen precauciones especiales) la tensión en el carro y en el cuarto de máquinas debe de ser limitada.

Propósito de las Reglas 200-202 y 200-204. Se debe evitar que los operadores de los dispositivos elevadores, los pasajeros y los responsables de manejar las cargas hagan contacto con partes vivas y limitar las tensiones, a las cuales pueden accidentalmente ser expuestos, a 400 V, a no ser que el flujo de la corriente sea limitado. Los mecánicos de los ascensores sólo deben trabajar con tensión baja (1 000 V o menos).

Sustento de la Regla 200-006. Los requerimientos para el aislamiento de los conductores toman en cuenta el rango total aplicado a los ascensores, desde los primeros controladores de tipo resistivo, hasta las últimas transmisiones SCR (Rectificadores Controlados de Silicio), y también al ambiente en el pozo del ascensor, el cual no siempre es cálido y seco, y que en el caso de un incendio puede ser una vía para el esparcimiento de las llamas.

Propósito de la Regla 200-006. Se requiere que el aislamiento utilizado en los conductores sea a prueba de llamas, sea adecuado para el uso en lugares húmedos, tenga una temperatura nominal consistente con su aplicación del circuito, y tenga una tensión nominal adecuada para las tensiones más altas a las que puede ser sometido (por ejemplo, conductores con tensiones diferentes en la misma tubería pesada o canalización).

Sustento de la Regla 200-008. El cable móvil del ascensor es una aplicación especial y los tipos disponibles deben ser diseñados para cumplir con los requerimientos de fuerza, flexibilidad, resistencia a llamas y, donde sea necesario, resistencia a lugares húmedos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 200-008. Sólo se debe usar cables de ascensores listados en la Tabla 11, como la conexión flexible (cable móvil) entre el ascensor o los carros de los ascensores o montaplatos y sus pozos.

Sustento de la Regla 200-010. Se debe tomar toda precaución para prevenir que el carro se pare en cualquier lugar que no sea en los descansos, ya que los ascensores transportan personas. Especificando los tamaños mínimos de los conductores se protege contra una caída de la tensión que cause paradas, señales falsas o pérdida de iluminación.

Propósito de la Regla 200-010. Se debe utilizar el conductor más grande que sea posible, mientras se reconozca que la flexibilidad en los cables viajeros es necesaria y que el uso de microelectrónica en los circuitos derivados involucra sólo pequeñas cantidades de corriente.

Sustento de la Regla 200-012. Los pasajeros en los carros del ascensor no deben ser privados de iluminación, calefacción o aire acondicionado por interrupciones en los circuitos derivados en el edificio. También se debe localizar en el cuarto de máquinas del ascensor a los dispositivos de sobrecorriente que protegen a los circuitos de estos ascensores para que sean fácilmente accesibles para el mantenimiento de los mismos.

Propósito de la Regla 200-012. (Véase la Figura 200-034). EL propósito es que cada circuito para el alumbrado, la calefacción y el aire acondicionado de un carro de ascensor tenga su propio circuito derivado, con su propio dispositivo de sobrecorriente localizado en el cuarto de máquinas del ascensor. Los otros accesorios del carro del ascensor pueden estar en circuitos de alumbrado.

Sustento de las Reglas 200-014 y 200-016. Se requiere que se efectúen procedimientos de mantenimiento a los ascensores, a las escaleras eléctricas y a los otros equipos similares cubiertos en el Alcance que involucran maquinaria en movimiento en los cuartos de máquinas, en las vías y en los pozos del ascensor mientras estén en movimiento; por lo tanto, todos los conductores deben ser protegidos contra daño mecánico y deben ser fijados en forma segura.

Propósito de las Reglas 200-014 y 200-016. El propósito es que todo el alambrado sea instalado en tuberías metálicas rígidas pesadas o livianas o en canalizaciones de metal, pudiendo también emplearse tuberías metálicas flexibles, cables blindados, cables con aislante mineral o cables con chaquetas de aluminio y los cables viajeros, si es que están situados o protegidos para que no estén sujetos a daños mecánicos. Se requiere que las tuberías metálicas flexibles y los cables viajeros fijados de forma segura y soportados en intervalos en las paredes de las vías del ascensor no sean considerados sujetos a daños mecánicos. Cuando los conductores están en contacto con aceite o grasa, se requiere que el aislamiento sea de tipo resistente al aceite.

Los cordones flexibles se permiten sólo en las puertas del ascensor que alimentan a interruptores o dispositivos de detección. También el uso de cables de uso muy exigente sólo se permite entre los controladores de escaleras eléctricas y pasadizos móviles y sus medios de desconexión, cuando las condiciones de espacio requieran que estas unidades sean retiradas de la armadura para darles mantenimiento.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Se debe notar que un requerimiento especial exige que los conductores con aislante color verde o verde/amarillo o los conductores identificados por medio de los cordones flexibles deben ser pintados, encintados o alterados para cubrir el color.

Sustento de la Regla 200-018. Ya que la maquinaria del ascensor está situada en cuartos encerrados accesibles sólo a personas autorizadas y los componentes están cerca el uno del otro, pueden tenderse secciones cortas de conductores entre sus componentes, sin requerirse el uso de tuberías pesadas. Esto permite el uso de terminales de conexión extra largos, los que reducen el número de terminales de conexión y en el caso de los sistemas Ward-Leonard, el uso del motor-generador ayuda en el mantenimiento de la integridad de todos los circuitos importantes del anillo.

En el último caso, ya que el servicio del ascensor es cíclico e intermitente y las características del motor-generador pueden ser diferentes de las del motor de la máquina del ascensor, las capacidades de los conductores deben ser determinados para cada instalación eléctrica (véase la Tabla 27). Por lo tanto, la Regla 030-004 no se aplica a la capacidad en estos circuitos.

Propósito de la Regla 200-018. Se permite que se utilicen los conductores de los circuitos entre los componentes en los cuartos de máquinas del ascensor sin el uso de tubería pesada, siempre y cuando no excedan los 2m de longitud, estén unidos, soportados y no estén sujetos a daños o a un exceso en su temperatura nominal.

Sustento de la Regla 200-020. En los ascensores en los que el carro emerge hacia afuera (por ejemplo, a través de una abertura hacia la vereda) se requiere protección especial para prevenir que el agua, que pudiera ingresar a las vías del ascensor, ingrese al alambrado o a los interruptores de control.

Propósito de la Regla 200-020. El alambrado en los ascensores de tipo vereda debe ser a prueba de la intemperie (no se permite las tuberías metálicas flexibles) y protegido contra daño; y que los equipos eléctricos en el fondo de las vías del ascensor sean situados lo más alto posible para evitar cualquier acumulación de agua en el pozo.

Sustento de la Regla 200-022. La operación de los ascensores involucra control de los motores, movimiento del carro, iluminación de señalizaciones (señales), alumbrado, telefonía, y otros accesorios. Todos estos circuitos están contenidos dentro de la vía del ascensor y en el cuarto de máquinas; por lo tanto se permite tender los conductores en la misma canalización o en los mismos cables viajeros, siempre y cuando todos los conductores tengan un aislamiento adecuado para la tensión máxima.

Propósito de la Regla 200-022. Se permite que todo el alambrado del ascensor sea agrupado en canalizaciones y en cables viajeros, teniendo en cuenta los espacios confinados en las vías del ascensor y en los cuartos de máquinas y el hecho de que se le debe dar mantenimiento y servicio a todo el equipo del ascensor por mecánicos entrenados para ascensores.

Sustento de la Regla 200-024. Ya que todos los dispositivos de elevación cubiertos por el Alcance tienen rieles de guía (carros, escaleras, plataformas), todo el alambrado en las vías y en los pozos de los ascensores debe ser firmemente asegurado para prevenir el contacto con las partes móviles.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 200-024. Se requiere que todas las canalizaciones en las vías y en los pozos de los ascensores sean firmemente aseguradas como es requerido en otras Secciones del Código, pero en muchos de los casos debido a la configuración de los dispositivos móviles se pueden necesitar soportes adicionales.

Sustento de la Regla 200-026. Los métodos de alambrado, en general, deben de estar en conformidad con los requerimientos de la Sección 070, dándose estipulaciones adicionales para los accesorios de los terminales durante el barrido o lavado del piso.

Propósito de la Regla 200-026. Los accesorios utilizados en el alambrado de los dispositivos de elevación deben estar de acuerdo con otras secciones de este Código, con una menor exigencia a los tipos de accesorios utilizados con tuberías pesadas y tuberías metálicas eléctricas livianas que sólo contienen circuitos de operación y control (no alimentadores). También, se requiere que se dé especial atención a la ubicación de los accesorios cuando las canalizaciones emergen de los pisos de los cuartos de maquinaria.

Sustento de la Regla 200-028. Los cables viajeros del ascensor son fijados con seguridad en un extremo a la parte inferior el carro del ascensor y en el otro extremo a la estructura de la vía del ascensor, colgando en forma de un anillo en la vía del ascensor. Si es que la porción que no está soportada desde la abrazadera de la vía del ascensor hacia la parte inferior del anillo excede a 60 m con el carro del ascensor en punto de embarque más bajo (véase el Anexo B), el material de acero de soporte debe ser utilizado para soportar el peso. Para porciones menores que no estén soportadas, el peso del cable puede ser soportado por un método más sencillo, ejemplo, enlazando el cable alrededor de un soporte, o por un medio capaz de abrazar adecuadamente el cable.

Propósito de la Regla 200-028. (Véanse las Figuras 200-028(1), (2)(a) y (2)(b)). Se requiere que los cables viajeros sean soportados, en general, por el material de acero de soporte incorporado en la estructura del cable, pero para alturas más bajas, generalmente menor de veinte pisos, se deben de adecuar medios más económicos y el cable puede ser soportado enlazándolo alrededor de un soporte o utilizando los dispositivos “Kellems” o similar, para abrazar cables del tipo canastas tejidas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

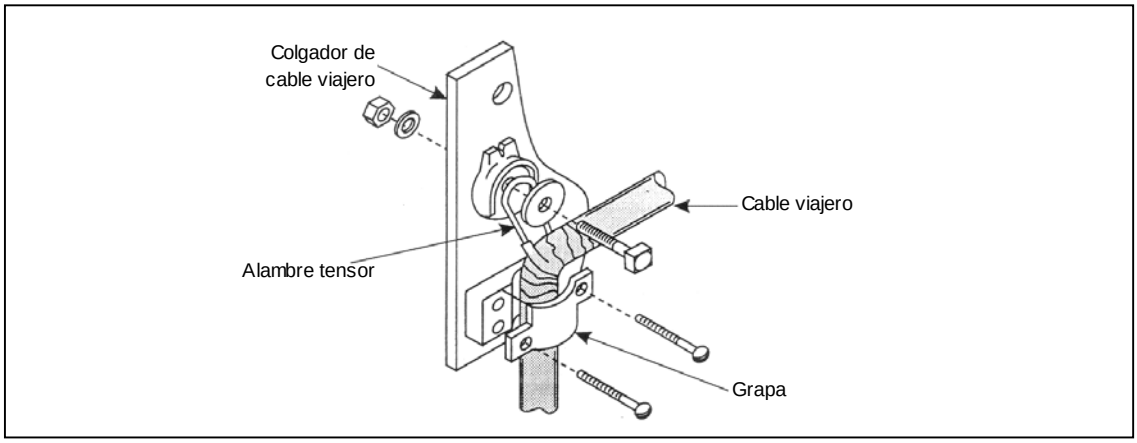


Figura 200-028 (1)
Soporte de Cable Móvil

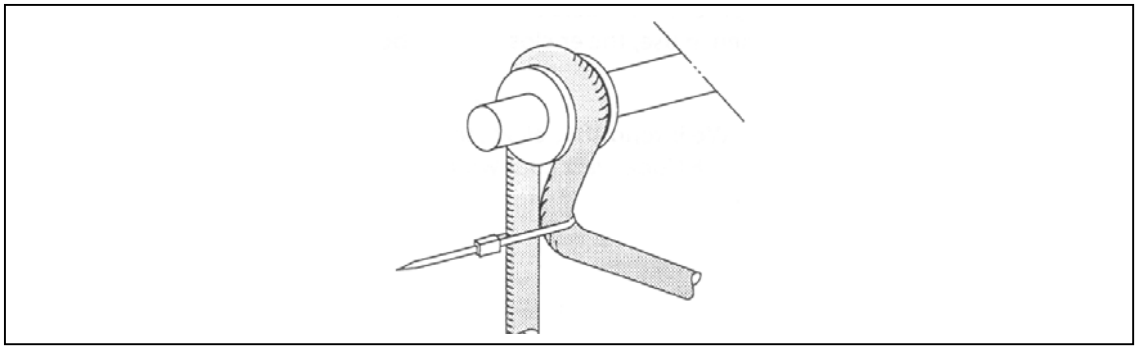


Figura 200-028 (2)(a)
Soporte de Cable Móvil

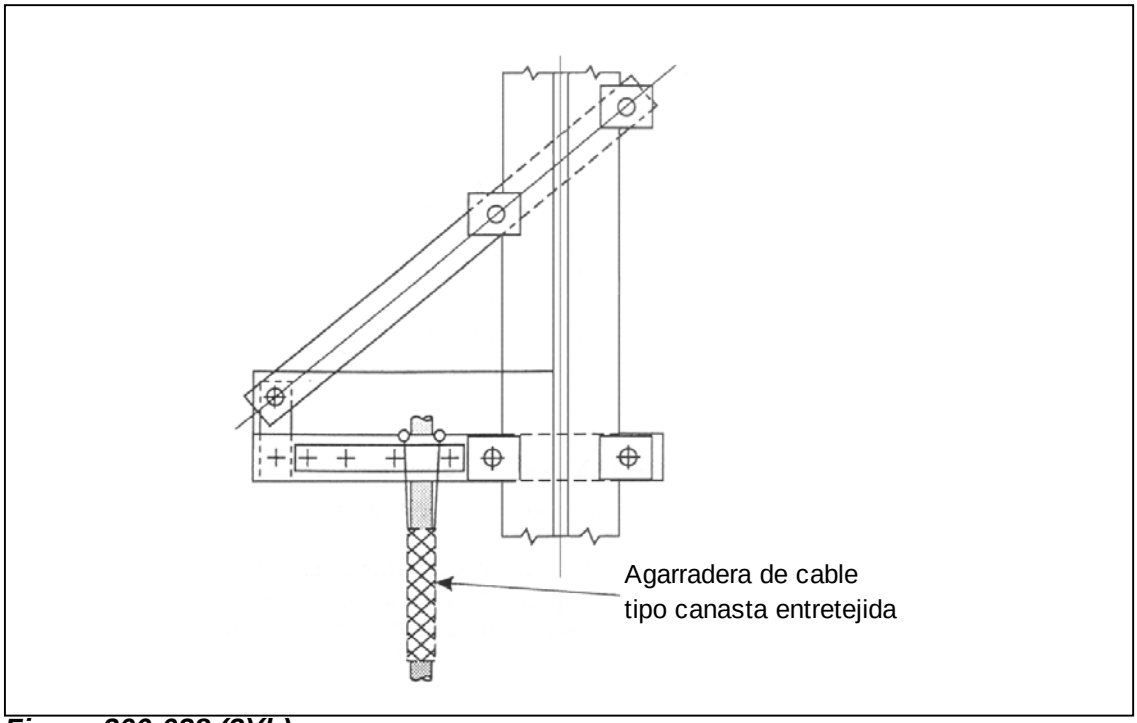


Figura 200-028 (2)(b)
Soporte de Cable Móvil

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 200-030. En lugares peligrosos, las terminaciones de los cables viajeros, como en todos los otros tipos de alambrado, deben ser hechas en gabinetes adecuadamente aprobados para el lugar. También, debido al movimiento del cable móvil cuando está en utilización, debe ser ingresado al recinto a través de manguitos roscados para trabajo pesado y recubiertos de caucho.

Propósito de la Regla 200-030. Se requiere que los métodos de alambrado del ascensor en lugares peligrosos estén en conformidad con todos los requerimientos del Código para el alambrado en dichos lugares; y que los cables viajeros reciban particular atención.

Sustento de la Regla 200-032. Ya que los cables viajeros cuelgan desde un punto en la vía del ascensor en o sobre el punto medio del viaje del ascensor, deben de pasar al carro en un espacio muy confinado, cuando este está por debajo del punto medio. A la misma vez que el carro se mueve, el tamaño del lazo debajo del carro tiende a aumentar, balanceando el cable en un movimiento horizontal. Este movimiento puede causar que el cable haga contacto con la construcción de la vía del ascensor, y si esta no es una pared lisa, podrían haber proyecciones que dañen al cable, a no ser que haya algún tipo de protección.

Propósito de la Regla 200-032. A no ser que los cables viajeros cuelguen adjuntamente a, y sean respaldados por una pared lisa de la vía del ascensor, todas las proyecciones deben ser cubiertas con láminas de metal u otros medios aceptables que provean una área lisa suficientemente amplia para proteger al cable de daño mientras el carro esté en movimiento.

Sustento de la Regla 200-034. Se deben de ubicar en el cuarto de la maquinas del ascensor, medios de desconexión para la alimentación de los motores del ascensor, circuitos de control, ventilación, iluminación y accesorios claramente marcados, visibles y fácilmente accesibles para una persona autorizada al entrar al área de la maquinaria, para que en caso de una emergencia no haya confusión o pérdida de tiempo en abrir los circuitos adecuados. Cuando hubiera otros medios de desconexión previos para controlar la alimentación al cuarto de maquinas del ascensor, éstos también deben ser coordinados para asegurar que cualquier falla en el sistema del ascensor accione la desconexión en el cuarto del ascensor. Bajo algunas circunstancias, se requiere de interruptores adicionales para la protección del personal de servicio del ascensor en cuartos de maquinas grandes con máquinas y controladores múltiples.

Propósito de la Regla 200-034. (Véanse las Figuras 200-034, 200-034(1)(a) y (1)(b)). Se requiere que los medios de desconexión para todos los circuitos del ascensor estén en el cuarto de máquinas, fácilmente accesibles al personal de servicio del ascensor- para cuya protección cada medio de desconexión debe ser claramente marcado y poderse bloquear en la posición abierto. Los interruptores de desconexión de las escaleras deben ser ubicados en la misma ubicación que el controlador (véase también la Regla 200-044).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

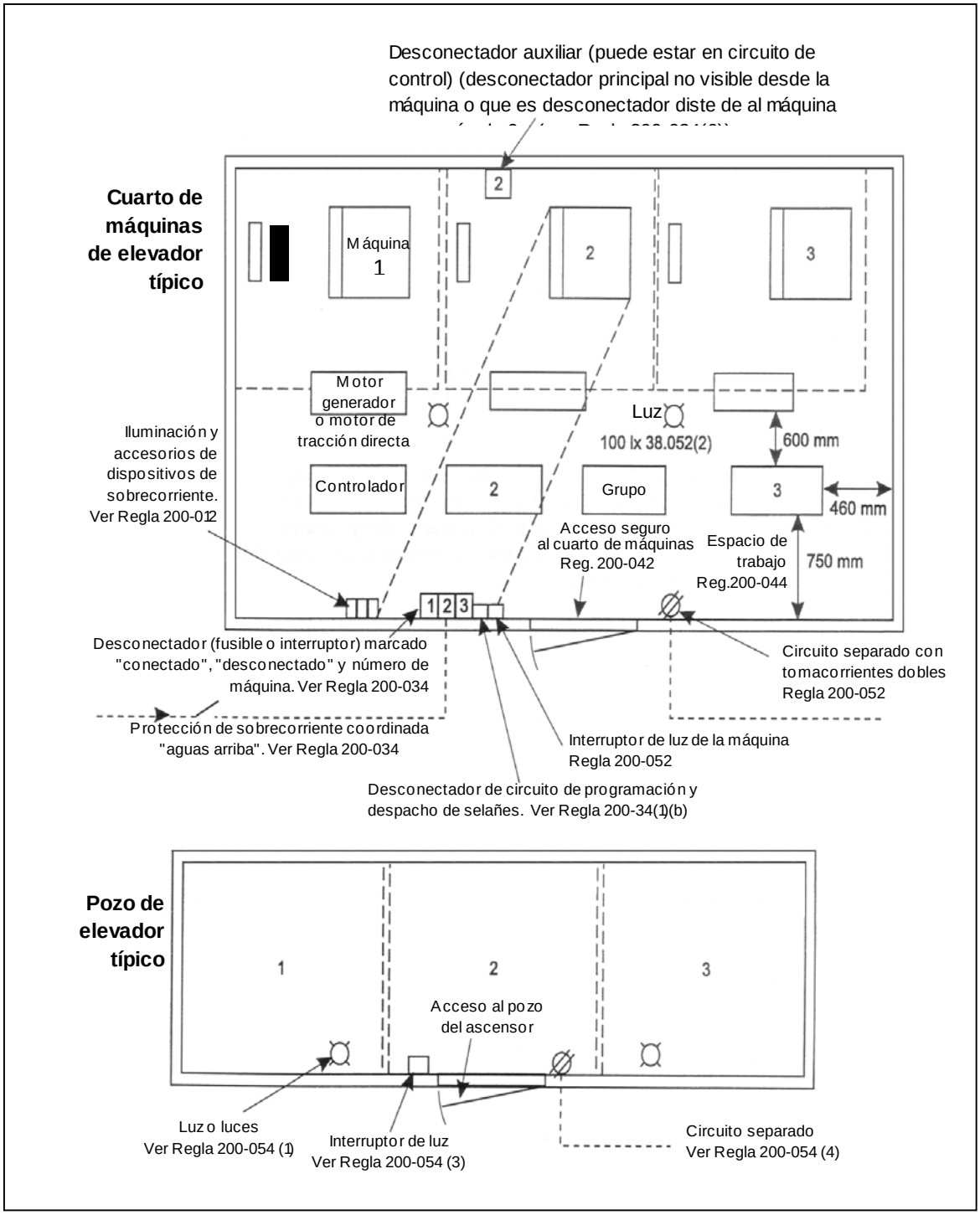


Figura 200-034
Disposición Típica del Cuarto de Máquinas de Elevador

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

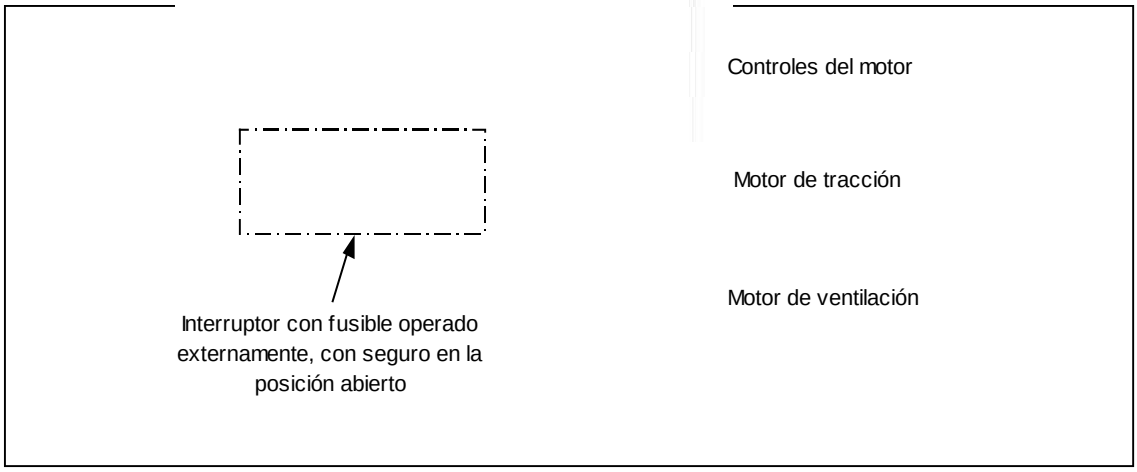


Figura 200-34 (1)(a)
Medios de Desconexión

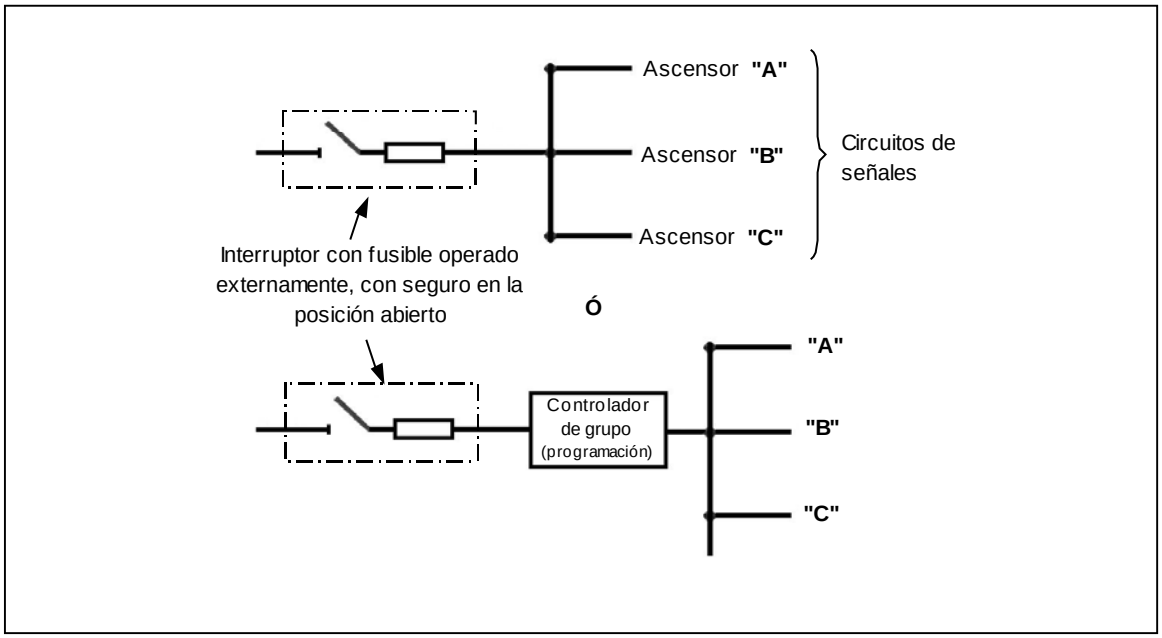


Figura 200-34 (1)(a)
Medios de Desconexión

Sustento de la Regla 200-036. En general las Normas permiten la operación de los ascensores con potencia de emergencia para facilitar el rescate de los pasajeros durante una falla y requiere de la operación de la potencia de emergencia para el uso de los bomberos. Ya que los ascensores hidráulicos pueden ser bajados simplemente abriendo una válvula de control, un circuito de control de potencia de emergencia puede ser provisto para abrir esta válvula cuando la energía principal falle. En dichas circunstancias, el abrir el desconectador sería interpretado como una falla de energía y la energía de emergencia del circuito de control ocasionaría que el carro descienda. Para prevenir está operación peligrosa, el medio de desconexión principal debe ser equipado con un contacto auxiliar para también abrir el circuito de control de la fuente de emergencia.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 200-036 (Véase la Figura 200-036(3)). Al permitir la conexión de una fuente auxiliar del suministro de emergencia, se debe proveer una operación segura de los ascensores cuando ocurra una falla del suministro normal de energía.

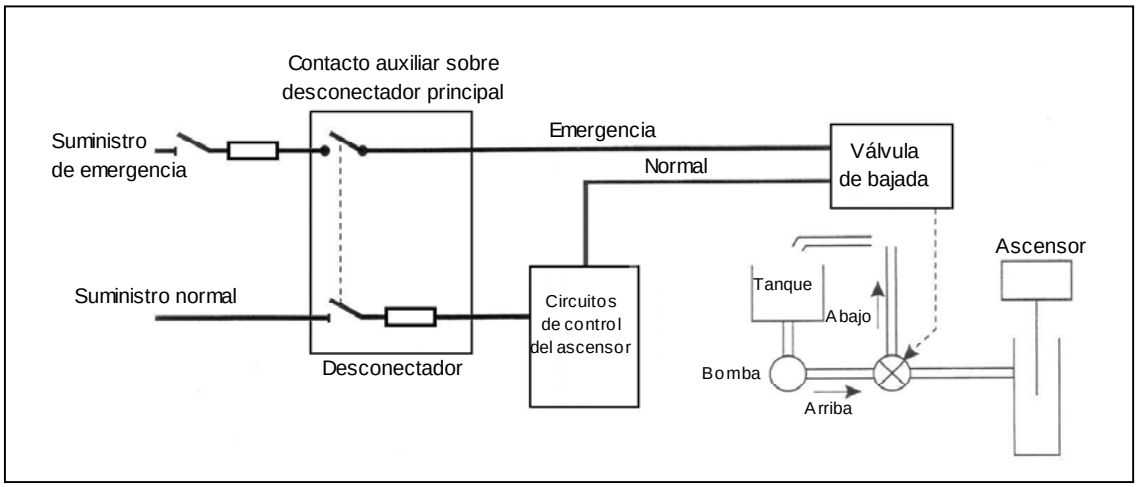


Figura 200-036 (3)
Fuente de Emergencia – Ascensor Hidráulico

Sustento de la Regla 200-038. Al igual que para cualquier motor con corriente alterna, se requiere de una protección de sobrecarga para los motores de corriente alterna de los motores primos de los ascensores. Cuando el motor primo es de corriente continua, son necesarios requerimientos adicionales, particularmente cuando se suministra grupos de motor-generador. Se permite una excepción de sobrecarga durante la operación de nivelación del carro, si es que la última es de tiempo limitado.

Propósito de la Regla 200-038. Todos los motores de los ascensores deben ser protegidos contra sobrecarga, con provisiones especiales para los motores primos de corriente continua que son alimentados por grupos motor-generador.

Sustento de la Regla 200-040. Se requiere de la misma protección de sobrecorriente para los circuitos de operación, de control y de señalización para los ascensores como en otros equipos eléctricos. Por lo tanto, los requerimientos de protección de sobrecorriente de las Secciones 080 y 090 se aplican de igual manera a los dispositivos de elevación.

Propósito de la Regla 200-040. Los circuitos de operación y de control para los dispositivos de elevación deben tener protección de sobrecorriente según lo requerido por la Sección 080, y que los circuitos de señalización tengan protección de sobrecorriente según lo requerido por la Sección 090.

Sustento de la Regla 200-042. El equipo de control de los dispositivos elevadores debe de estar asegurado contra el acceso de personas no autorizadas ya que pueden ocurrir serias lesiones debido a otros movimientos de los dispositivos de elevación fuera de los normales o debido a otras paradas fuera de las normales, que pudieran atrapar a personas dentro de los ascensores o causar fallas en las escaleras eléctricas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 200-042. Para la seguridad del usuario, sólo personal autorizado de servicio del ascensor, competente e inspectores o el ingeniero del dueño y el superintendente del edificio, deben tener acceso al equipo de control de los ascensores, montacargas, montaplatos o escaleras eléctricas.

Sustento de la Regla 200-044. Se requiere de un espacio de trabajo adecuado similar al requerido alrededor de todos los equipos eléctricos, alrededor de tableros de control (véase la Regla 020-308). Se le debe prestar atención a la configuración especial del equipo del ascensor, particularmente a las escaleras eléctricas encerradas y a los controladores de un pasadizo móviles, y al hecho de que sólo especialistas de ascensores autorizados deben dar mantenimiento a este equipo.

Propósito de la Regla 200-044. Debido a su naturaleza especial se permiten espacios de trabajo reducidos pero prácticos alrededor de los tableros de control del ascensor, y se permite que los controladores y medios de desconexión de las escaleras eléctricas encerradas y de los pasadizos movibles puedan ser removidos para darles mantenimiento.

Sustento de las Reglas 200-046, 200-048 y 200-050. Se debe enlazar a tierra todas las canalizaciones, los recintos, los motores, los controladores y las estructuras de los carros para asegurar que una tensión a tierra peligrosa no se presente en estas superficies y que si es que un conductor que alimente corriente accidentalmente entra en contacto con ellos, se activen los dispositivos de protección.

Propósito de las Reglas 200-046, 200-048 y 200-050. Para lograr los objetivos de la Regla 060-002 se requiere que todas las partes metálicas de los equipos eléctricos en los dispositivos elevadores sean enlazados a tierra en una manera similar a aquella requerida para otros equipos eléctricos.

Sustento de las Reglas 200-052 y 200-054. Se debe de instalar alumbrado adecuado en los cuartos de maquinas y en los pozos de los ascensores para facilitar el mantenimiento y control de fallas a cualquier hora del día o de la noche. El interruptor del alumbrado del cuarto de máquinas debe ser de fácil alcance desde la entrada del cuarto de máquinas y desde el pozo por las razones dadas bajo la Regla 200-034. También, debe de haber un tomacorriente doble conectado a su propio circuito derivado disponible para las herramientas y luces de extensión del personal calificado.

Propósito de las Reglas 200-052 y 200-054 (Véase la Figura 200-034). Se requiere que esté disponible en el cuarto de maquinas y en el pozo, todas las facilidades necesarias para un mantenimiento ágil y seguro del equipo del ascensor.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 210

GRÚAS Y POLIPASTOS ELÉCTRICOS

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 210-000(1). Esta regla es de la mayor importancia por que identifica al equipo eléctrico en una edificación, estructura o local al cual se le aplica los requerimientos de la Sección 210. También indica que las reglas generales del Código, Secciones del 010 al 090 y 150, se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 210 pueden modificar a, o complementar a ellas u otras cuando sea necesario. El Código cubre, en una forma general, muchos de los requerimientos básicos para el alambrado y la conexión eléctrica de los circuitos derivados que alimentan a las grúas eléctricas, los polipastos y los monorrieles. Sin embargo, ciertos factores peculiares a este tipo de equipos eléctricos semimovibles justifican consideraciones especiales.

Propósito de la Regla 210-000(1). La Sección 210 cubre toda y cualquier condición relacionada a la seguridad, pertinente a las instalaciones eléctricas del alambrado para las grúas, los polipastos y los monorrieles, que no están incluidos explícitamente en otras Secciones del Código, o que no están cubiertas en la amplitud de las demandas de seguridad, o que requieren exención de, o adición a, esas reglas.

Sustento de la Regla 210-000(2). Algunas grúas eléctricas, polipastos y hasta monorrieles son ensamblados y erguidos en los sitios de construcción o en otras partes en aplicaciones de 'campo o en obra' y, en realidad, son 'fabricadas' en el sitio. El trabajo eléctrico involucrado en el ensamblaje de las partes componentes es de naturaleza cubierta por estándares que generalmente se aplican a los equipos eléctricos fabricados en factorías. Esos estándares son mucho más relevantes, bajo condiciones de montaje en campo, que los requerimientos de la Sección 210, que está diseñada para cubrir sólo el alambrado y la conexión de instalaciones eléctricas para los servicios eléctricos.

Propósito de la Regla 210-000(2). Se ha desarrollado métodos de alambrado apropiados para dichas grúas eléctricas y polipastos 'montados en el campo o en obra' y se propone que estos estándares sean utilizados cuando se hagan instalaciones eléctricas del tipo 'montaje en el campo'. No se pretende que la Sección 210 cubra el alambrado de las unidades 'montadas en el campo'.

Sustento de la Regla 210-002. Hace mucho que los fabricantes de motores previstos para ciclos de trabajo de corta duración, específicamente diseñados para las grúas y los polipastos y otros equipos eléctricos similares, reconocen las ventajas económicas que pueden ser derivadas de la producción de motores a menor precio cuando la carga de trabajo y las condiciones del régimen de trabajo lo permitan.

Dichos motores diseñados para regímenes de corta duración deben ser capaces de operar eficientemente, sin esfuerzo innecesario, por los períodos de corta duración requeridos por los ciclos de trabajo intermitentes de este tipo de equipos eléctricos. De la misma manera, las grúas eléctricas y los polipastos están equipados frecuentemente con motores de régimen no continuo, para periodos de trabajo de 60

minutos, 30 minutos o hasta 15 minutos. También se reconocen factores tales como la temperatura ambiental, el número de alambres en la canalización o cable, y que los ciclos de faena de los motores varían extensamente de una instalación eléctrica a otra. Se han cubierto condiciones extraordinarias en las notas de la Tabla 58.

Propósito de la Regla 210-002. Se tiene el propósito de aprovechar las cargas de regímenes de corta duración discutidas anteriormente, permitiendo capacidades más altas para los conductores del suministro, los conductores de contacto principales y los cables que alimentan a unidades que incorporan motores de corta duración, para que se puedan utilizar alambres y cables más pequeños de menor costo. Se debe utilizar la Tabla 58 para establecer las dimensiones de los conductores para cables o canalizaciones que no contengan más de cuatro conductores. El uso de conductores con temperaturas nominales de 75 Cº, 90 Cº y 110 Cº para alimentar a motores diseñados para operaciones de 60 o 30 minutos debe proveer la capacidad mínima de conducción de corriente permisibles del conductor. La Tabla 58 se aplica a una temperatura ambiental de 30 Cº. Se permite un incremento del 12% para casos de los motores previstos para ciclos de quince minutos, basándose en la capacidad permitida para un motor de 30 minutos. Cuando se utilicen más de cuatro conductores en una canalización o cable, las capacidades nominales de la tabla deben ser reducidas en un 20%. Cuando existan temperaturas ambientales mayores a 30 Cº, se deben utilizar los factores de corrección enumerados en la Tabla 5A para reducir las capacidades enumeradas en la Tabla 58.

Sustento de la Regla 210-004(1). Las instalaciones eléctricas en los locales industriales pueden ser perjudicadas por las actividades mecánicas que las rodean continuamente. No sólo se debe instalar todo el alambrado en lugares protegidos, si no que los materiales utilizados deben ser diseñados para dar la máxima protección contra cualquier daño potencial. Es muy práctico proteger a los conductores contra cualquier daño potencial y por ende mantener al equipo eléctrico en operación. Se debe proveer esta protección para los conductores que alimentan a los conductores de contacto principales para las grúas y los polipastos instalándolos en canalizaciones y cables de tipos específicos aprobados.

Propósito de la Regla 210-004(1). Para proteger a los conductores que alimentan a los conductores de contacto principal estos deben instalarse en tuberías rígidas pesadas, en tubería rígida metálica liviana, en cables blindados, en cables con aislante mineral o en cables con chaqueta de protección. Se permite una excepción cuando el riel se usa como un conductor según la Regla 210-018.

Sustento de la Regla 210-004(2). Los peligros potenciales del alambrado eléctrico en los locales industriales referidos a en el Sustento de la Subregla (1) se complican aún más cuando una unidad es “conectada directamente” a los alimentadores. Aunque la conexión directa elimina el peligro potencial de la exposición de los conductores de contacto principal, una unidad conectada de esta manera no goza de la libertad que los contactos del colector proveen. Ya que el cable del cordón umbilical del alimentador debe de seguir a la unidad móvil a lo largo de su recorrido, es esencial un alto grado de flexibilidad en el cable. De igual manera, el cable debe ser soportado de tal manera que se puede estirar hasta la máxima extensión del recorrido de la unidad y regresar en formato enroscado o enlazado cuando la unidad regresa a, o pasa a través de su punto de conexión. Aunque generalmente es posible ubicar alambrado rígido en las áreas protegidas, el cable flexible en discusión puede atravesar y enlazarse hacia abajo en los espacios abiertos frecuentemente ubicados sobre los lugares de trabajo. Por esto que es obvio que el instalador considere un medio de

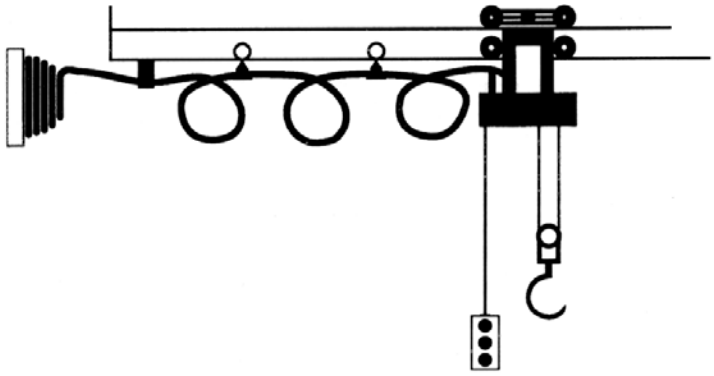
DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

evitar que los cables enlazados hagan contacto con el piso o cualquier otra superficie que podría eventualmente causar deterioro u otros daños inmediatos.

Propósito de la Regla 210-004(2) (Véase la Figura 210-004(2)(a) y (b)) Los materiales utilizados para proveer la conexión directa a las grúas, a los polipastos y a los monorrieles deben ser aquellos aprobados para ser capaces de proteger adecuadamente a los conductores de áreas sujetas a daños mecánicas potenciales. Se permite la "conexión flexible" para que las unidades movibles puedan ser conectadas directamente a los suministros de energía permanentemente, sin utilizar los conductores de contacto principal o colectores. Los cables flexibles utilizados para este propósito deben ser suspendidos de los rieles o cables de acero, etc., en un formato enroscado o enlazado, a intervalos suficientemente cercanos para:

(a) proveer un soporte adecuado al peso del cable; y

(b) que el cable se mantenga fuera de contacto con el piso de operación, otras superficies u objetos sobre los cuales debe viajar, mientras se estira desde, y regresa enlazado hacia, su ubicación de conexión.



Nota.- *Los cables que alimentan directamente las grúas y monorrieles deben tener soportes a intervalos cortos y ser bobinados encima del piso de la superficie de trabajo sobre los que están suspendidos.*

Figura 210-004(2) (a)
Soporte de Conductores Flexibles para Protección Mecánica

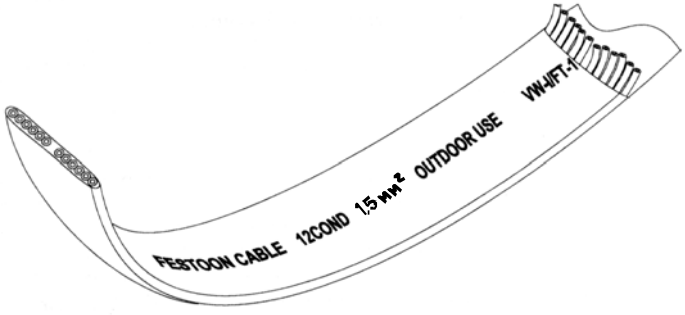


Figura 210-004(2) (b)
Cable Colgante Tipo Festón

Sustento de la Regla 210-006. Las grúas, los polipastos y los monorrieles tienen cargas eléctricas muy ampliamente variables. Pueden tener por ejemplo, una cantidad

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de motores de diversos tamaños al igual que frenos, transformadores, iluminación, controles y sistemas de comunicación. La protección contra sobrecorriente para estas unidades debe ser la misma como aquella requerida en las otras instalaciones eléctricas cubiertas en las otras reglas.

Hablando en forma general, según lo mencionado anteriormente las dimensiones de los conductores deben ser calculados para suministrar a la carga del motor más las otras cargas conectadas. En otras Secciones se cubre a fondo la selección de los dispositivos adecuados contra sobrecorriente. Sin embargo, se hace referencia a las reglas aplicables y a las condiciones bajo las cuales se aplica esta o aquella regla.

Propósito de la Regla 210-006. Los fusibles o los interruptores automáticos deben ser de la capacidad adecuada para que los conductores del alimentador no estén sujetos a cualquier corriente que se exceda en su capacidad nominal, aparte de las altas corrientes de inserción de arranque de los motores, que son breves. Se deben tener en cuenta los requerimientos y las concesiones enumeradas en la Regla 160-200 y la Tabla 29, cuando se seleccione protección contra sobrecorriente para los circuitos derivados que alimentan a los conductores de contacto principales o a los cables flexibles directamente conectados a las unidades. Se debe utilizar ya sea un fusible de tiempo retardado, con valor nominal a no más de 2-1/4 veces la carga total de la corriente del motor, o un fusible sin retardo de tiempo, con valor nominal a no más de 4 veces la carga total de la corriente del motor cuando el dispositivo especificado en la Tabla 29 impida que el motor arranque. Si se ha visto necesaria la utilización de los conductores de mayor sección a aquellos requeridos por la carga total de la corriente del motor, si la unidad tiene cargas a parte de las de los motores; a la hora de seleccionar los dispositivos de sobrecorriente se debe referir a la Regla 080-104.

Sustento de la Regla 210-008. En el caso de que una emergencia surgiera, las personas responsables deben ser capaces de apagar rápida y fácilmente el suministro de potencia a cualquier grúa, elevador, o monorriel. El medio de desconexión debe ser ubicado de tal manera que sea fácilmente identificado con la unidad a la que suministra y fácilmente accesible a la hora de una emergencia y hasta para darle mantenimiento. Ya que hay algunas instalaciones eléctricas, que son alimentadas por conductores de contacto principales, que se extienden por distancias largas, no siempre es posible ubicar al medio de desconexión donde pueda estar a la vista de la unidad en todo momento. Se considera que para el propósito de esta regla, los conductores de contacto principal sean parte integral de la unidad. Al punto en donde los alimentadores hacen contacto con los conductores de contacto principal se le considera ser equivalente al punto de conexión directa de un cable a la unidad. Ambos puntos deben ser visibles desde la ubicación del medio de desconexión.

Propósito de la Regla 210-008. El medio de desconexión provisto para la unidad sea capaz de abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra del circuito, que alimentan ya sea a los conductores de contacto principal o directamente a la unidad. Se debe escoger la ubicación del medio de desconexión estratégicamente para que sea fácil de localizar, sea de fácil acceso, y sea fácil de alcanzar y de operar desde las superficies de trabajo (piso o área) sobre la cual la unidad está en operación. El medio de desconexión debe estar en una posición donde pueda ser visto desde la unidad que alimenta, y esta unidad debe ser visible desde la ubicación del medio de desconexión. Para los propósitos de esta regla y las estipulaciones anteriores se considera que los conductores de contacto principal son parte integral de la unidad.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 210-010. Los conductores de contacto principal llevan la corriente de la carga total conectada a la unidad, al igual que los sub-alimentadores que los alimentan. Ambos deben respaldarse sobre los dispositivos contra sobrecorriente escogidos para proteger al sistema. Por lo tanto, los conductores de contacto principal deben tener una capacidad nominal por lo menos equivalente a la de los alimentadores. La función de los conductores de contacto principal requiere que los mismos estén sujetos a la fricción debido al esfuerzo físico del trabajo y por lo tanto, si es que se utiliza conductores de alambre, se debe dar consideración de cuidado al tamaño y a los materiales de los cuales están hechos, al igual que al espaciamiento entre los soportes.

Propósito de la Regla 210-010(1) El objetivo es que los dispositivos contra sobrecorriente que protegen a los alimentadores también sean adecuados para una protección apropiada para los conductores de contacto principal. Las dimensiones de los conductores de contacto principal deben ser tal que no sólo alimenten su carga propuesta, sino que también tengan la resistencia mecánica para soportar el esfuerzo aplicado sobre ellos. Si es que los conductores sólidos tiene una longitud no mayor a 18m, deben tener una sección no menor a 25 mm^2 . Se pueden utilizar los conductores de contacto principal de 25 mm^2 si es que la longitud es mayor de 18 m, siempre y cuando se instalen soportes de aislamiento intermedios, y si es que estos soportes son diseñados para sostener firmemente el conductor de modo que sean capaces de reducir los esfuerzos de tensión mecánica para prevenir que cuelguen o fallen en mantener un buen contacto con los colectores.

Propósito de la Regla 210-010(2). Los alambres desnudos utilizados para los conductores de contacto principal deben ser sólidos, de cobre de temple duro, o fabricados de acero u otro metal conductor y en formas tales como rieles “T”, ángulos u otras formas rígidas.

Sustento de la Regla 210-012. Los conductores desnudos de contacto principal, dependen del espacio de aire para el aislamiento entre fases y entre las fases y la tierra. Los materiales y los métodos utilizados deben ser tales que los conductores mantengan su espaciamiento requerido cuando están sujetos a fuerzas, a momentos de presión y a tensiones causadas por el movimiento de los colectores a lo largo de su longitud. Dichas tensiones de movimiento son menos pronunciadas en los polipastos de los monorrieles que en otros tipos de unidades. De la misma manera, las unidades que derivan su energía de los conductores de contacto principal montados sobre un plano horizontal tienen la ventaja gravitacional para mantener su rigidez y su buen contacto del colector. Los dispositivos de colectores de corriente en los diversos tipos de contactos viajeros (por “colectores” se quiere decir todos los tipos) generalmente incorporan provisiones para la presión mecánica que va a ser impuesta, para poder mantener contacto con los conductores desnudos de contacto principal. La presión tiende a desplazar el conductor entre los soportes. No se debe permitir que este desplazamiento exceda ciertas tolerancias establecidas.

Propósito de la Regla 210-012(1). El propósito es que los conductores desnudos de contacto principal, sean montados y su rigidez asegurada de tal manera que la cantidad de desplazamiento posible, en cualquier lugar a lo largo del recorrido del conductor, sea tan limitada que la distancia desde el centro de un alambre monofásico al centro de las fases de los alambres adyacentes, o puestos a tierra, nunca sea menor a los valores requeridos para un aislamiento seguro. El espaciamiento de 150 mm de la tendida de los conductores desnudos de contacto principal instalados

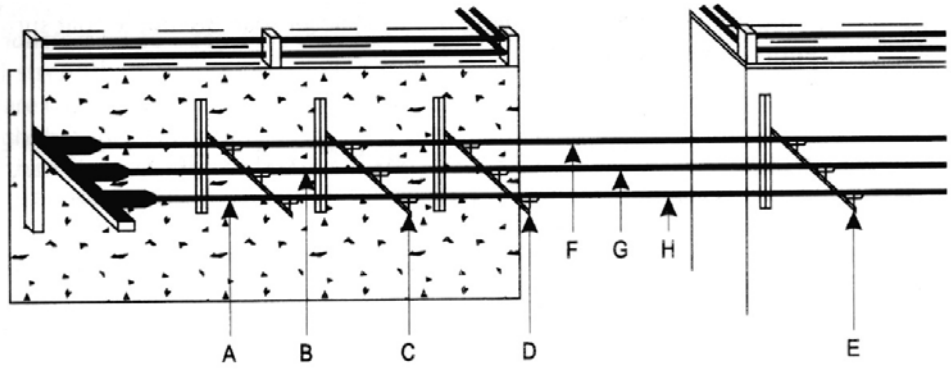
DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

horizontalmente, que alimentan a otras unidades aparte de los polipastos de los monorrieles, y el espaciamiento de 200 mm para los conductores desnudos de contacto principal, tendidos en otro plano no horizontal se consideran que son adecuados para el desplazamiento incontrolable esperado. La rigidez de los conductores de contacto principal, y su ubicación con respecto a la distancia desde la superficie en donde están montados, debe prevenir que estos estén a menos de 38 mm de la superficie en cualquier punto de la longitud total de su trayectoria.

Sustento de la Regla 210-014. Se depende de la destreza de buena calidad en el trabajo, de los métodos y materiales de la instalación eléctrica para efectivamente limitar el desplazamiento de los conductores desnudos de contacto principal. Los aisladores de tiro son de gran importancia para reducir los esfuerzos en cada extremo de los conductores, entre los cuales están estirados. Sin embargo, cualquier cantidad de tensión que pueda ser realmente aplicada entre estos aisladores podría aún permitir demasiado desplazamiento, si es que no se proveen soportes intermedios adecuados de aislamiento. Por lo tanto, se hace necesario ubicar a los soportes aislantes a lo largo de la longitud de cada conductor desnudo de contacto principal, a intervalos lo suficientemente cercanos para permitir sólo las tolerancias aceptadas de desplazamiento. Los conductores rígidos de contacto principales son menos propensos al desplazamiento pero deben ser soportados por material adecuado y estar ubicados en intervalos que aseguraren que estén fijamente sujetos en posición con una distancia de seguridad aceptable.

Propósito de la Regla 210-014 (Véase la Figura 210-014(1) y (2)) El objetivo es que se suspendan a los conductores de alambre desnudo de contacto principales entre aisladores robustos de tiro y que estén templados hasta una tensión razonable. Si es que la estructura en la cual se va a montar a los conductores es tal que exista un espacio más largo entre los soportes, se permite una separación máxima de 12 m en la medida de que la separación entre los conductores de contacto sea incrementada en forma proporcional. A la hora de calcular la proporción entre los intervalos de los soportes y las separaciones de los conductores desnudos de contacto principal se debe utilizar los espaciamientos correspondientes requeridos en la Regla 210-012. Los espaciamientos de los soportes aislantes en los conductores rígidos de contacto principal son dictados por el tamaño físico de los conductores. La distancia máxima entre soportes es limitada a intervalos no mayores a 80 veces la altura de la barra utilizada como conductor rígido de contacto principal. Los soportes deben estar, sin excepción, a no más de 4,5 m de separación.

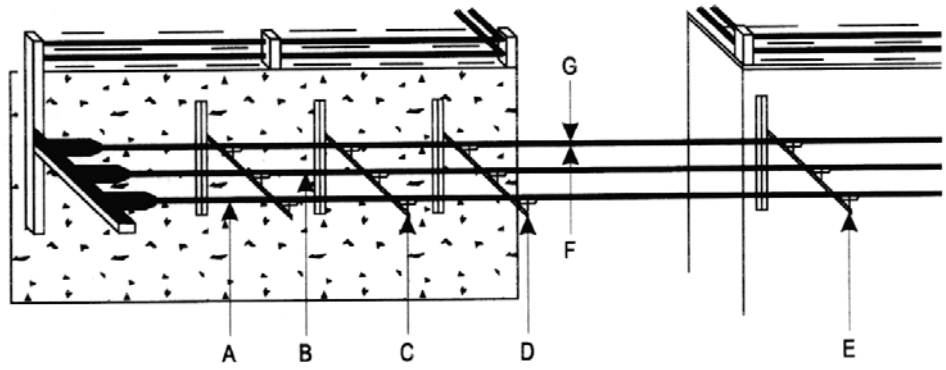
DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Distancia (A-B) entre conductores. Ver Regla 210-012(1)

Ejemplo:
Se deben instalar conductores desnudos de contacto principales en una planta industrial, si los conductores se tenderán horizontalmente y no son para montacargas en monorriel. ¿Cúales son las distancias (F-G y G-H) mínimas si la distancia D-E es de 9m?
Distancia mínima = distancia mínima de 210-012(a)(1)(i) multiplicada por la relación de distancia entre soportes D-E dividida entre 6.
Distancia mínima (F-G y G-H) = 150 x 9 / 6 = 225 m

Figura 210-014(1)
Soporte de Conductores Desnudos de Contacto Principales



Ejemplo:
La distancia A - B entre conductores de contacto no menos que 25 mm, ver Regla 210-102.
La distancia C - D entre soportes - menor que 80 veces la dimensión vertical F - G del conductor de contacto principal rígido.
Las distancias C - D o D - E no pueden ser mayores de 4,5 m.
Si la distancia D - E es 4,5, la dimensión vertical del conductor rígido no debe ser menor que:
4,5 m x 100 / 80 = 56,3 mm.

Figura 210-014(1)
Soporte de Conductores de Contacto Principales Rígidos

Sustento de la Regla 210-016. Cuando sea necesario unir dos pedazos de conductores de cobre, acero u otro metal, para crear un conductor rígido de contacto principal, dichas uniones deben hacerse de tal manera que provean una capacidad de conducción segura y durable, bajo las condiciones de operación de la mayor tensión mecánica a las que estos conductores serán sometidos. No se propone restringir ni

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

recomendar métodos aceptables, ya que se reconoce que hay numerosos procedimientos de soldaduras, al igual que muchos métodos de empernado y otros mecánicos, que proveen una alta capacidad de conducción a lo largo de las uniones o empalmes.

Propósito de la Regla 210-016. El método empleado para unir dos tramos de barra de metal conductor utilizado como un conductor rígido de contacto principal debe ser tal que la conexión tenga igual capacidad de conducción que el conductor al que se está uniendo. En la unión no se debe poder detectar una elevación de temperatura mayor a aquella esperada bajo condiciones normales de operación a lo largo de cualquier punto del total de la longitud del conductor.

Sustento de la Regla 210-018. Ya que el peso del carro sobre el riel provee excelente conexión eléctrica, es lógico aprovechar este hecho donde se pueda hacerlo de manera segura. Se puede reducir significativamente los costos si es que se utiliza al riel como un conductor de contacto principal o como un conductor de circuito de suministro, si se considera el alambrado, los soportes, el colector y los otros materiales que se pueden omitir. Para evitar tensiones de dispersión en un edificio, se debe de utilizar un transformador aislador para desasociar al riel energizado, del sistema a tierra. No sería práctico tratar de utilizar más de un riel en una unidad, ya que el costo de aislamiento sería muy elevado. Utilizando sólo un riel efectivamente enlazado equipotencialmente a tierra significa que no es necesario ningún aislamiento adicional. Para que la estructura esté con tensión entre fases con otros conductores de contacto principal se debe entrelazar al riel con todas las otras partes conductivas y así cualquier corto circuito accidental o cualquier condición de tierra resultaría en el funcionamiento de los dispositivos de sobrecorriente como se propone.

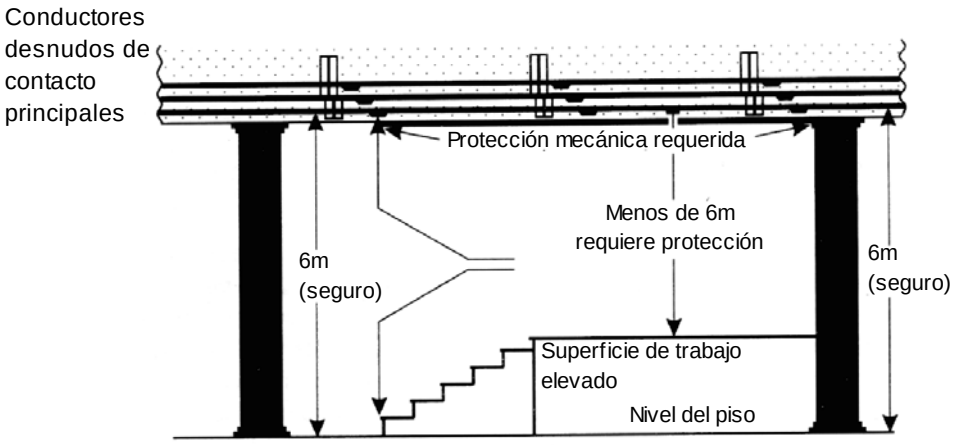
Propósito de la Regla 210-018. Se puede utilizar como medida práctica, siempre y cuando sea seguro, a un riel ya existente como soporte del carro y a la vez como conductor eléctrico para una de las fases del suministro del conductor trifásico o como un conductor de contacto principal. La tensión de dicho uso no debe exceder de 400 V entre fases y que se debe alimentar a través de un transformador aislador para que no esté relacionado con el sistema de puesta a tierra de la edificación. El riel que se utiliza como conductor debe estar efectivamente enlazado equipotencialmente a tierra, preferiblemente en el transformador, permitiéndose enlaces adicionales a todas las otras partes metálicas de la unidad, incluyendo a la cubierta del transformador, para establecer que existe tensión de fase a fase entre las otras fases y las otras partes conductivas de la unidad que estén conectadas mecánicamente al riel energizado. El propósito es que se asegure la conductividad del riel garantizando que todas las uniones están hechas de tal manera que serían aceptables para otros tipos de conductores rígidos de contacto principal, según los requerimientos de la Regla 210-016.

Sustento de la Regla 210-020. Los conductores vivos expuestos y no aislados siempre son una preocupación por los resultados drásticos del contacto accidental con personas o con objetos conductivos. No siempre es práctico utilizar ensamblajes de contacto encerrados, aunque su utilización es altamente recomendada. El tener cuidado al escoger la ubicación para la instalación de conductores vivos expuestos puede proveer un alto grado de seguridad a un costo mínimo. Pueden haber ocasiones en las que estos conductores no pueden ser ubicados los suficientemente lejos de las áreas de tráfico para considerarlos seguros. En tales casos, para asegurar que ninguna persona u objeto bajo ninguna circunstancia pudiera accidentalmente tocar a los conductores, se debe diseñar guardas adecuadas y confiables. En mucho

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de los casos, se puede depender simplemente de la elevación de los conductores a una altura suficientemente adecuada sobre la superficie de trabajo para mantener a los conductores fuera del alcance. Se considera como un margen de seguridad muy práctico, a la distancia de seguridad de 6 m sobre el área de trabajo.

Propósito de la Regla 210-020 (Véase la Figura 210-020)). Se deben ubicar a todos los conductores desnudos de contacto principal, en una zona donde no exista ninguna posibilidad de contacto accidental. Cuando la estructura física en la cual están ubicados no provea la protección adecuada, se deben instalar todos los conductores desnudos de contacto principales con algún tipo de barrera protectora robusta que evite de manera efectiva que cualquier persona u objeto tenga acceso no intencional a ellos. Se considera que la distancia de 6 m entre los conductores y el piso o superficie de trabajo sobre la cual están suspendidos; constituye una buena barrera. Se reconoce al uso de ensamblajes de contacto encerrados como un medio ideal para proveer dicha protección.



Nota.- *Los conductores instalados a 6m o más sobre la superficie de trabajo se consideran adecuadamente protegidos. Si la altura es menor que 6m se debe de protegerlos mecánicamente.*

Figura 210-020(2)
Protección de Conductores Desnudos de Contacto

Sustento de la Regla 210-022. No se debe de extender a otros equipos eléctricos no relacionados las concesiones especiales determinadas como prácticas y seguras cuando son aplicadas a alimentadores y a los conductores de contacto principal en las grúas eléctricas e instalaciones de polipastos. Las condiciones que las garantizan son únicas de los ciclos cortos de trabajo de las grúas y de los polipastos. Todos los otros equipos deben de estar de acuerdo a las Secciones aplicables del Código, donde se han cubierto factores individuales.

Propósito de la Regla 210-022. Se prohíbe que cualquier equipo eléctrico, aparte de las partes integrales componentes de una grúa o polipasto (elevador), esté conectado a, o alimentado a través de, los conductores de contacto de esta unidad. Dichos conductores de contacto deben ser “circuitos designados”, reservados para el uso exclusivo de las grúas, de los polipastos o de los monorrieles que alimentan.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 210-024. La única manera de poder garantizar seguridad es, obviamente, proveyendo y manteniendo buenas condiciones de enlace equipotencial a lo largo de todo el sistema. Como se ha mencionado anteriormente, otras reglas de naturaleza general se aplican a las grúas, a los polipastos y a los monorrieles. La Regla 060-406 hace una referencia explícita a las grúas eléctricas y por lo tanto debe cumplirse en todos los casos excepto donde el riel o pista es deliberadamente energizada para su utilización como conductor. En dichos casos, la Regla 210-018 toma precedencia, ya que las partes conductivas en cuestión ya no pueden tratarse como "equipo no eléctrico", como se propone en la Regla 060-406.

Aquí se hace referencia al Anexo B por que señalan algunas de las falacias acerca de confiar en el contacto de "rueda sobre riel" para proveer las funciones del enlace a tierra en áreas donde la pintura o la grasa pueden afectar la conductividad. La integridad de las conexiones de enlace es de tal importancia que se debe hacer todo lo posible para asegurar su continuidad. A pesar del hecho de que, como todas las otras grúas y polipastos, las unidades alimentadas a través de cables flexibles de suministro conectados directamente son apoyadas en un buen enlace equipotencial a tierra del sistema de rieles, se considera aconsejable requerir que se incorpore dentro del cable a un conductor de enlace como una última garantía de la confiabilidad de la tierra.

Propósito de la Regla 210-024. Se deben enlazar eléctricamente todas las partes conductivas de cualquier grúa, elevador o monorriel, de tal manera que cualquier contacto entre dicha parte y cualquier conductor energizado resulte en el funcionamiento inmediato de los dispositivos contra sobrecorriente. Se deben tomar consideraciones de cuidado al enlazar a tierra el riel de todas las unidades, pero se deben dar provisiones especiales para las unidades que utilizan el riel como un conductor, según lo estipulado en la Regla 210-018. Las unidades que se conectan directamente por medio del uso de un cable flexible de suministro, deben asegurar una continuidad buena de enlace equipotencial por medio de la incorporación de un conductor de enlace dentro del cable de suministro.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 220

SOLDADORAS ELÉCTRICAS

Generalidades

Sustento de la Regla 220-000. Esta regla, como identifica al equipo eléctrico de un edificio, estructura o instalación a la que se aplican los requerimientos de la Sección 220, es la más importante. Indica también que se aplican las reglas generales del Código, por ejemplo, de las Secciones 010 a 090 y la 150, pero que los requerimientos de la Sección 220 pueden enmendar o añadirse a dichas secciones cuando sea necesario.

Las soldadoras generalmente están clasificadas como soldadoras de arco o como soldadoras por resistencia; la soldadora de arco es del tipo del transformador de corriente alterna o del tipo del generador o rectificador de corriente continua. Las uniones de las soldadoras de arco juntan dos piezas de metal con el metal de las varillas de alambre revestido con fundente, que se derrite mientras está siendo usado como un electrodo para una descarga de arco. Las soldadoras por resistencia unen dos piezas de metal al hacer que el metal de las piezas se funda en el punto de aplicación de los electrodos (o puntos) de la soldadora.

Propósito de la Regla 220-000. Se han incluido reglas para varios tipos de soldadoras, con la finalidad de dar una guía para el dimensionamiento correcto de los componentes apropiados de un sistema.

Sustento de la Regla 220-002. Generalmente las definiciones están ubicadas en la Sección 010. Sin embargo, una palabra, término o su derivado, aplicado solamente a una Sección, se define en esa Sección. Ciertos términos en esta Sección tienen significados especiales.

Propósito de la Regla 220-002. Se han definido tres términos usados en las reglas de esta Sección. Sus definiciones deben ser tomadas en cuenta para la selección correcta de la corriente y la aplicación de los factores correctos en el uso de las siguientes reglas.

Sustento de la Regla 220-004. Para permitir la movilidad, ciertas soldadoras necesitan estar conectadas por un tomacorriente y una tapa del enchufe de conexión. Como se especificó en la Regla 080-600, esta regla hace una excepción al requerimiento normal de la capacidad del tomacorriente por la naturaleza de la carga conectada.

Propósito de la Regla 220-004. Se ha determinado que la capacidad de corriente de los conductores del circuito derivado de la soldadora debe ser el factor determinante en la selección de la capacidad de corriente del tomacorriente. Se ha escogido la capacidad de corriente de los conductores del circuito derivado en lugar de la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente, porque la última está ajustada

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

para soportar las corrientes de inserción de corta duración, que ocurren durante los arranques así como la corriente continua de la operación de la soldadora.

Soldadoras de Arco con Transformador

Sustento de la Regla 220-006. Con estas reglas se permite la determinación de la capacidad apropiada del conductor de alimentación de una soldadora individual o de un grupo de ellas, como puede ser el caso.

Propósito de la Regla 220-006. En el caso de una soldadora individual, el factor de reducción se determina a partir del régimen de carga que se debe aplicar a la corriente primaria nominal de la soldadora. La cantidad resultante, usada conjuntamente con la Tabla 1 o 2, para el tipo del conductor y el método de cableado que se pretende, determinan la capacidad del conductor requerido.

Cuando es necesario un cordón de alimentación de energía, se debe seleccionar el tipo requerido de la Tabla 11 con referencia a la Regla 030-010. Se cree que hay una diversidad en el uso cuando un alimentador está provisto para un grupo de soldadoras. Se permite un factor de demanda a ser aplicado para la corriente calculada para cada soldadora del grupo, como se describe en la regla para el cálculo de la capacidad de corriente mínima del alimentador.

Capacidad de Corriente Mínima del Conductor para Soldadoras de Arco con Transformador Individual y con Grupo Motor-Generador

Paso 1: Calcular la corriente primaria nominal de la soldadora.

Paso 2: Obtener el régimen de carga de la soldadora.

Paso 3 Calcular la capacidad de corriente mínima del conductor de alimentación

(a) usando la *corriente primaria nominal*; o

(b) la *corriente primaria nominal* multiplicado por el factor de demanda obtenido al usar el régimen de carga de la soldadora en el cuadro apropiado para el tipo de soldadora;

Nota: *El conductor de alimentación puede ser determinado sin el uso de un factor de demanda, la capacidad de corriente del conductor no debe ser menor que la corriente primaria nominal.*

Cuadro del Factor de Demanda para las Soldadoras de Arco con Transformador

Régimen de carga (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20
Factor de Demanda	1,00	0,95	0,89	0,84	0,78	0,71	0,63	0,55	0,45

Cuadro del Factor de Demanda para las Soldadoras de Arco con Grupo Motor-Generador

Régimen de carga (%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20
Factor de Demanda	1,00	0,96	0,91	0,86	0,81	0,75	0,69	0,62	0,55

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(c) 0,80 para una soldadora con tiempo de capacidad nominal de 1 hora.

Paso 4: Determinar el tamaño mínimo del conductor basado en el valor del Paso 3 y el método de cableado a ser usado.

Capacidad de Corriente Mínima del Conductor para las Soldadoras por Resistencia Individuales

La capacidad de corriente de los conductores de alimentación debe ser como sigue:

Paso 1: Calcular la corriente primaria nominal de la soldadora.

Paso 2: Obtener el régimen de carga de la soldadora.

Paso 3:

(a) Cuando una soldadora individual por resistencia de costura o soldadora por resistencia alimentada automáticamente opera a tiempos diferentes con valores diferentes de corriente primaria o de régimen de carga, los conductores de alimentación deben tener una capacidad no menor del 70 % de la corriente primaria nominal de la soldadora; o

(b) Cuando una soldadora individual por resistencia no automática, es operada manualmente y funciona a tiempos diferentes con valores de corriente primaria o requerimientos de carga diferentes, la capacidad de los conductores de alimentación deben tener una capacidad no menor del 50% de la corriente primaria nominal de la soldadora; o

(c) Cuando una soldadora por resistencia que funciona sola a valores constantes y conocidos de corriente primaria real y régimen de carga, los conductores de alimentación deben tener una capacidad no menor del valor que se obtiene multiplicando la corriente primaria real por un factor que depende del régimen de carga:

Régimen de carga (%)	50	40	30	25	20	15	10	7,5	5
Factor de Demanda	0,71	0,63	0,55	0,50	0,45	0,39	0,32	0,27	0,22

Nota: *El conductor de alimentación puede ser determinado sin usar un factor de demanda siempre y cuando la capacidad de corriente del conductor no sea menor que la capacidad nominal de la corriente primaria.*

Paso 4: Determinar la sección mínima del conductor basado en el valor del Paso 3 y el método de cableado a ser usado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Máxima Protección de Sobrecorriente para Soldadoras de Arco por Resistencia y con Transformador Individual

Paso 1: Calcular la corriente máxima del dispositivo de sobrecorriente:

(a) Multiplicar la corriente primaria nominal de la soldadora por el factor de demanda de ese tipo de soldadora, si se usa su corriente primaria nominal para calcular la capacidad de corriente del conductor de alimentación (ver el Paso 3);

(b) La capacidad de corriente del conductor de alimentación es obtenida de las Tablas 1 y 2 (ver el Paso 3) multiplicado por el factor de demanda cuando no se usa la corriente primaria de la soldadora para dimensionar al conductor. El valor estándar inmediato superior del dispositivo de sobrecorriente puede ser usado sí:

(i) es menor que el dispositivo de sobrecorriente calculado en el Paso 1 (a); o

(ii) el valor nominal o el ajuste calculado en el Paso 1 (b) causa aperturas frecuentes del dispositivo de sobrecorriente.

Nota: *Los factores de demanda son: 200% para las soldadoras de arco con transformador y 300% para las soldadoras de arco por resistencia.*

Protección contra sobrecorriente para las Soldadoras de Arco con Motor-Generador Individual y Grupal

El máximo valor de la protección contra sobrecorriente para un único grupo motor-generador o un grupo de ellos, debe ser determinado de acuerdo a la Sección 160.

Conductores de Alimentación (Alimentador) para un Grupo de Soldadoras de Arco con Transformador o con Grupo Motor-Generador

Los conductores de alimentación para un grupo de soldadoras de arco con transformadores o con grupo motor-generador deben tener una capacidad de corriente no menor que la suma de la capacidad de corriente mínima del conductor determinado por cada soldadora en el grupo y multiplicado por un factor de demanda del:

Paso 1:

(a) 100% de los dos mayores valores de capacidad de corriente calculadas entre las soldadoras del grupo; y

(b) 85% del tercer valor más alto de la capacidad de corriente calculada; y

(c) 70% del cuarto valor más alto de la capacidad de corriente calculada, y

(d) 60% de los valores de la capacidad de corriente calculadas para las soldadoras restantes del grupo.

Paso 2: Determinar el tamaño mínimo del conductor de alimentación basado en el valor del Paso 1 y el método de cableado a ser usado.

Conductores de Alimentación (Alimentadores)

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de un Grupo de Soldadoras por Resistencia

Los conductores de alimentación de un grupo de soldadoras por resistencia deben tener una capacidad de corriente no menor que:

(a) la suma de los valores obtenidos de los Párrafos (a), (b) o (c) para la soldadora más grande del grupo (ver el Paso 3 para el dimensionamiento del conductor individual para soldadoras por resistencia); y

(b) el 60% de los valores obtenidos para todas las otras soldadoras del grupo.

Protección de Sobrecorriente (Protección de Alimentadores) de un Grupo de Soldadoras de Arco por Resistencia con Transformador

El valor nominal o ajuste máximo de un dispositivo de sobrecorriente que protege a un alimentador de un grupo de soldadoras de arco por resistencia con transformador, no debe exceder un valor calculado por la determinación del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente más grande permitido por cualquier soldadora del grupo y la adición a ese valor de la suma de las capacidades de corriente mínimas del conductor para todas las otras soldadoras del grupo.

Ejemplo 1:

Calcular la sección mínima del conductor con aislamiento PVC, instalado de acuerdo al método A2, en conducto metálico y el máximo tamaño del dispositivo de sobrecorriente dimensionado para una soldadora de arco con transformador trifásico, de 600 V, 25 kVA con un régimen de carga del 30%.

El tamaño mínimo del conductor es:

Paso 1: Calcular la corriente primaria nominal de la soldadora
= kVA x 1000/(tensión de línea x 1,73)
= 25 x 1000/ (600 x 1,73)
= 24 A;

Paso 2: El régimen de carga de la soldadora es del 30%

Paso 3: Calcular la capacidad de corriente mínima del conductor
= corriente primaria nominal – factor de demanda del cuadro
= 24 x 0,55
= 13,2 A;

Paso 4: Usando la Tabla 2, para el método de instalación A2 (columna 5), la sección mínima del conductor con aislamiento de PVC es de 2,5 mm^2 .

Nota: *Se puede usar un tomacorriente de valor nominal de 15 A con un cordón de 2,5 mm^2 para conectar a la soldadora. Si sólo se usa la corriente primaria nominal de la soldadora, la capacidad de corriente mínima del conductor sería de 24 A y el tamaño del conductor sería de 6 mm^2, puede usarse un tomacorriente de 30 A y un cordón de 6 mm^2 para conectar la soldadora.*

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El máximo dispositivo de sobrecorriente para la soldadora es:

Paso 5: El máximo dispositivo de sobrecorriente permitido es:

O.C. = capacidad de corriente del conductor de la tabla – 200%
= 15 x 200%
= 30 A

Nota: *Si el valor calculado no corresponde al valor nominal estándar del dispositivo de sobrecorriente (ver la tabla de dimensionamiento del dispositivo de sobrecorriente del fabricante), se permite el uso del valor estándar inmediato superior del dispositivo de sobrecorriente.*

Si sólo se usa la corriente primaria nominal para calcular el tamaño del conductor, la corriente máxima del dispositivo de sobrecorriente es de 30 x 200% = 60 A

Ejemplo 2:

Calcular la sección mínima del conductor alimentador a ser instalado en un tendido en conducto metálico, de acuerdo al método de instalación A2 (aislamiento XLPE) y el máximo dispositivo de sobrecorriente para el siguiente grupo de soldadoras de arco con transformador:

Soldadora No 1 – capacidad de corriente del conductor – 15 A, fusible – 30 A;

Soldadora No 2 – capacidad de corriente del conductor – 45 A, fusible – 90 A;

Soldadora No 3 – capacidad de corriente del conductor – 20 A, fusible – 40 A;

Soldadora No 4 – capacidad de corriente del conductor – 15 A, fusible – 30 A;

Soldadora No 5 – capacidad de corriente del conductor – 30 A, fusible – 60 A;

Paso 1:

(a) 100% de la capacidad de corriente del conductor de las dos soldadoras más grandes (45 + 30) = 75
(b) 85% de la capacidad de corriente del conductor de la tercera soldadora más grande (20 x 85%) = 17
(c) 70% de la capacidad de corriente del conductor de la cuarta soldadora más grande (15 x 70%) = 10,5
(d) 60% de la capacidad de corriente del conductor de las soldadoras restantes (15 x 60%) = 9

Calcular la capacidad de corriente mínima del conductor alimentador sumando los Párrafos (a), (b), (c) y (d):

(a) 75,0
(b) 17,0
(c) 10,5
(d) 9,0
Total: 111,5 A

Paso 2: De acuerdo a la columna 4 de la Tabla 2 para conductores con aislamiento de XLPE, se debe usar un conductor de 35 mm^2 (cable de 2 conductores).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El máximo dispositivo de sobrecorriente del grupo de soldadoras:

Calcular el mayor alimentador del dispositivo de sobrecorriente mediante la capacidad más grande del dispositivo de sobrecorriente para cualquier soldadora del grupo, más las capacidades de corriente mínimas de las soldadoras restantes del grupo.

Tamaño del alimentador del dispositivo de sobrecorriente = 90 + 15 + 20 + 15 + 30
= 170 A

Usar un fusible de 150 A o un interruptor automático (ver las tablas del fabricante para encontrar la capacidad nominal estándar de los dispositivos de sobrecorriente).

Protección de Sobrecorriente para Soldadoras de Arco con Transformador

Sustento de la Regla 220-008. Cada soldadora así como el alimentador que alimenta a un grupo de soldadoras, deben estar protegidos contra condiciones de sobrecarga y/o corto circuito.

Propósito de la Regla 220-008. En la Subregla(1), se ha especificado el valor nominal máximo permitido del dispositivo de sobrecorriente para una soldadora de arco.

También se ha reconocido que el valor de corriente obtenido por el cálculo hecho en la Subregla(2), puede ser que no se ajuste al valor nominal estándar de un dispositivo de sobrecorriente. Sin embargo, se debe hacer la provisión para usar el valor estándar inmediato superior del dispositivo de sobrecorriente en ciertas circunstancias como se permite en la Subregla(2).

Sustento de la Regla 220-010. Se requiere que haya un mecanismo para la desconexión de una soldadora de su fuente de alimentación para proteger al operador y para hacer que el equipo eléctrico sea seguro para su reparación, mantenimiento o ajuste.

Propósito de la Regla 220-010. Muchas soldadoras tienen un mecanismo de desconexión como una parte integral del equipo de soldadura, pero cuando no sea ese el caso, se debe proveer uno. Para una soldadora individual, puede estar combinada con el dispositivo de sobrecorriente en una sola unidad, que esté montado en la soldadora.

Sustento de la Regla 220-012. En estas reglas, se asume que la fuerza motriz de una soldadora de arco con grupo motor-generador, es un motor eléctrico; para los requerimientos de los mecanismos de desconexión y protección contra sobrecorriente, por lo tanto, se deben consultar las reglas de la Sección 160 en lugar de duplicar esas reglas en esta Sección.
Propósito de la Regla 220-012. como se ha hecho referencia a las reglas de la Sección 160 para los mecanismos de desconexión y los dispositivos de sobrecorriente para las soldadoras de arco con grupo motor-generador, se deben tener consideraciones especiales a las reglas de las series 200 y 600 de esa Sección.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El dimensionamiento del conductor de alimentación difiere un poco de las soldadoras de arco con transformador por la diferencia de los factores de régimen de carga. Los métodos de cálculo deben ser idénticos a los descritos en la Regla 220-006, excepto que los factores multiplicadores y porcentajes pueden variar.

Soldadoras por Resistencia

Sustento de las Reglas 220-014 a 220-020. Como existen mucho tipos y aplicaciones de soldadoras por resistencia, se describe un gran número de factores multiplicadores para las circunstancias específicas de su uso.

Propósito de las Reglas 220-014 a 220-020. La intención de todas las reglas descritas para las soldadoras de arco con transformador, en la explicación de las Reglas 220-006, 220-008 y 220-010, se aplican igualmente a las soldadoras por resistencia, excepto que los factores multiplicadores y los porcentajes pueden variar. Se recomienda referirse a las explicaciones anotadas en la regla.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 230

INSTALACIONES EN TEATROS

Alcance

Sustento de la Regla 230-000. Esta regla es la más importante porque identifica el equipo eléctrico e instalaciones en edificaciones o parte de edificaciones diseñadas, previstas o utilizadas para las que se aplican los requerimientos de la Sección 230. Indica que las reglas generales del Código, por ejemplo, de las Secciones 010 a la 190 y la 150 también se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 230 pueden enmendar o añadirse a ellas cuando sea necesario.

Propósito de la Regla 230-000. (Véanse las Figuras 230-000(a), (b) y (c)). Cubre todas las instalaciones eléctricas en edificios o partes de edificios que, ya sean permanentes o temporales, son usadas para presentaciones artísticas en vivo y películas cinematográficas.

En esta Sección se utilizan algunos términos que pueden requerir una mayor aclaración puesto que no se definen en la Sección 010.

Tomacorrientes de arco*:* Son tomacorrientes para artefactos de alumbrado con lámparas de arco con electrodo de carbón, de corriente continua.

Equipo fijo del escenario*:* Comprende las candilejas, luces de borde y laterales del proscenio que están permanentemente instaladas en los teatros

Reguladores de los ductos de aire: Son las puertas ubicadas en el ático sobre el escenario y los elementos escénicos que se mantienen cerradas, eléctrica o mecánicamente. En caso de incendio las puertas son abiertas para permitir la salida del humo del espacio del ático.

Tomacorrientes del escenario y la galería*:* Son los tomacorrientes ubicados en el espacio donde se desarrolla el espectáculo y que están destinados para utilizarse en la iluminación del escenario

Tableros: Comprende los reguladores de tensión tipo autotransformador y tipo resistencia usados para controlar el nivel de iluminación. Mientras algunas de estas reglas también se aplican a sistemas electrónicos modernos de regulación de alumbrado, la lógica de estas reglas se basa en los equipos y teorías de la electricidad usados en el sistema de autotransformador y de resistencia.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

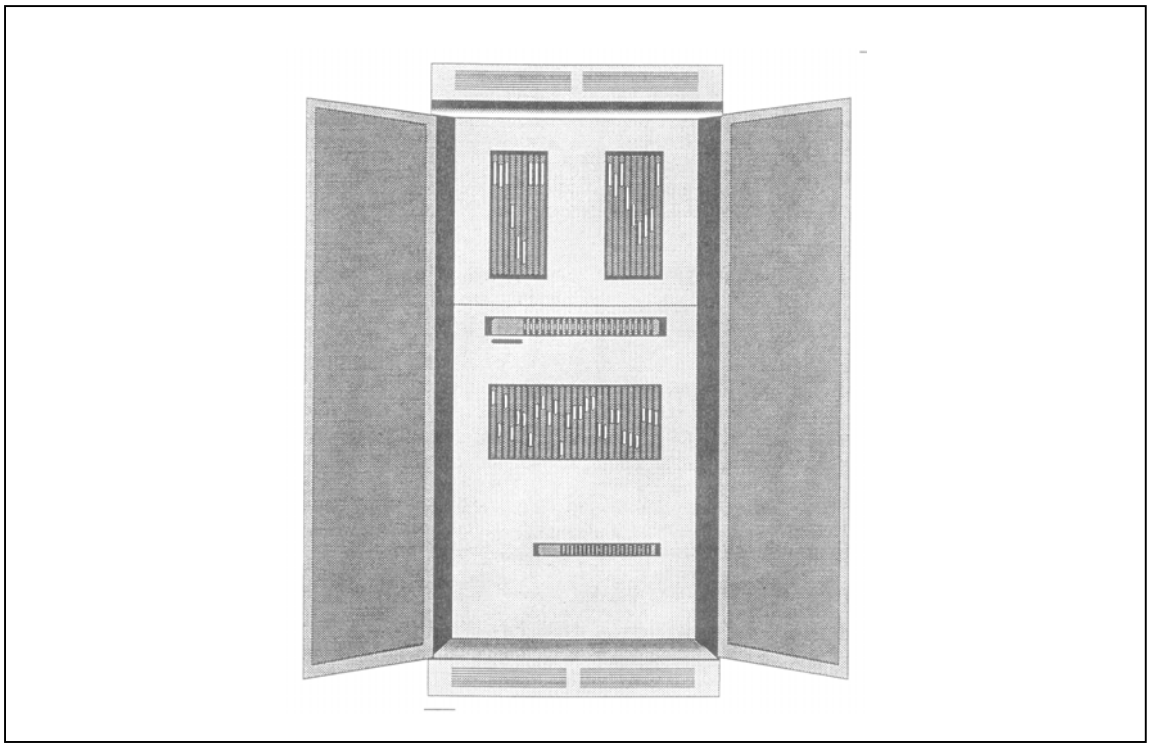


Figura 230-000 (a)
Tablero de Autotransformador

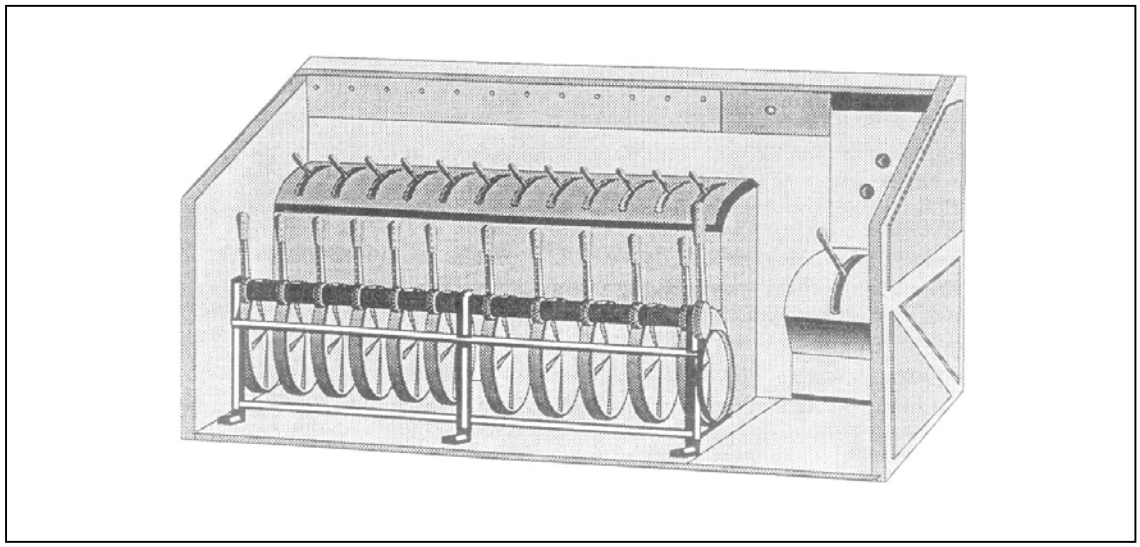


Figura 230-000 (b)
Panel de Resistencias

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

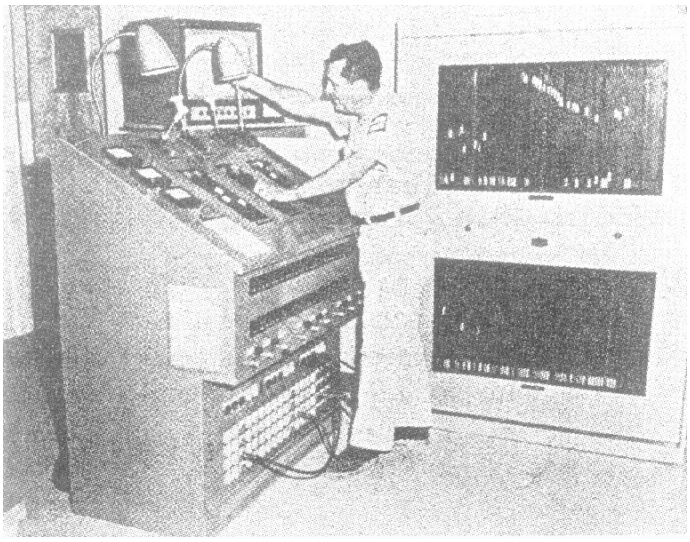


Figura 230-000 (b)
Combinación de Tableros de Autotransformador y Panel de Control

Generalidades
Espectáculos Itinerantes

Sustento de la Regla 230-100. El equipo eléctrico utilizado por compañías teatrales itinerantes, está constantemente sujeto a un uso extremadamente duro. Normalmente se adapta para alcanzar necesidades específicas y particularmente dentro de compañías más pequeñas, puede ser manejado por personal no calificado. La solicitud de un permiso, asegura que una persona calificada tome la responsabilidad de asegurar la correcta aplicación del Código, con respecto al equipo eléctrico y la instalación eléctrica; y que la Autoridad competente inspeccione el local, tomando conocimiento del evento antes de que se "inicie" el evento.

Propósito de la Regla 230-100. Se requiere que todo equipo eléctrico utilizado por compañías teatrales itinerantes, ya sea en un teatro o no, sea instalado de acuerdo a las Secciones aplicables del Código y que se obtenga un permiso y se efectúe las correspondientes inspecciones del equipo eléctrico, la instalación eléctrica y el local, antes de que se inicie el evento.

Sustento y Propósito de la Regla 230-102. Para evitar el daño de escenario móvil, el alumbrado y otros elementos móviles, se requiere que todos los cableados permanentes sean contenidos en metal. En cada presentación diferente, se puede requerir diferente cableado para satisfacer las necesidades de la producción. Este cableado temporal debe alcanzar los estándares de rendimiento para una carga pesada, con la finalidad de minimizar el daño potencial de los elementos móviles.

Sustento y Propósito de la Regla 230-104. Se debe satisfacer los requerimientos del llenado de tubería eléctrica para los circuitos del estrado y los conductores del circuito

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de control remoto en tubería metálica pesada y liviana, de acuerdo a la Regla 070-1014. Cuando los conductores son tendidos en canaletas auxiliares y en ductos de cables metálicos, deben tener un área de sección transversal que no exceda el 20 % del área de la sección transversal de la canaleta o del ducto.

Sustento de la Regla 230-106. Debido a la proximidad y a la baja potencia en watts de las lámparas usadas en las luces de los pasillos, se pueden usar hasta 30 salidas en cada circuito derivado.

Propósito de la Regla 230-106. Se permite hasta 30 salidas para las luces de los pasillos, a ser usados en cada circuito derivado, siempre y cuando la potencia de la lámpara que pueda instalarse en cada salida esté limitada por algún medio, al equivalente de 25 W o menos.

Tableros Fijos del Escenario

Sustento y Propósito de la Regla 230-200. Para proteger a los operadores de los peligros de un choque eléctrico, se requiere que las superficies operativas de un tablero sean del tipo frente muerto. Para evitar que la caída de objetos dañe al tablero, se requiere que haya una guarda de metal o cubierta adecuada que se extienda sobre la longitud total del tablero y cubra completamente el espacio entre la pared y el tablero.

Sustento y Propósito de la Regla 230-202. El tablero debe estar plenamente cerrado por todos lados para evitar un contacto accidental con componentes eléctricamente vivos. Las puertas de acceso deben ser de cierre automático para mantener la integridad de la cubierta.

Sustento y Propósito de la Regla 230-204. Para proteger a los operadores del contacto con los componentes vivos de los interruptores, se requiere que éstos sean del tipo blindado y operables desde fuera.

Sustento de la Regla 230-206. Para indicar a los operadores que el tablero está vivo, aunque los controles maestros estén abiertos o que en ese momento no haya cargas conectadas al panel, se debe instalar una lámpara piloto independiente dentro de la cubierta del tablero y conectarla al circuito de alimentación principal.

Propósito de la Regla 230-206. (Véase la Figura 230-206). Se requiere que una lámpara piloto sea provista en la cubierta del tablero para alertar a los operadores cuando los componentes internos están vivos. También se requiere que la lámpara piloto esté en un circuito independiente protegido por un dispositivo de sobrecorriente que no exceda los 15 A .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

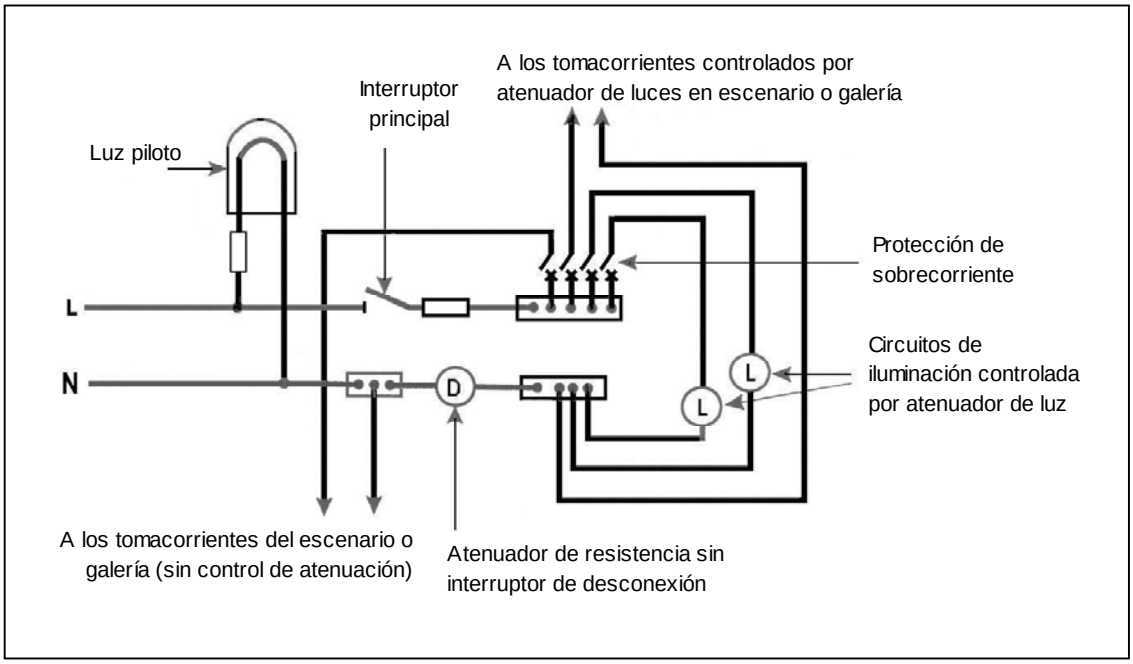


Figura 230-206
Parte de un Circuito de Tablero de Operación de un Escenario Fijo

Sustento de la Regla 230-208. Los fusibles deben ser del tipo de tapón o cartucho para asegurar que se está usando la capacidad de corriente correcta y para facilitar su reemplazo. Cada portafusible, debe estar dentro de un recinto de protección para mantener el aislamiento eléctrico de otros portafusibles y de otros componentes del tablero.

Propósito de la Regla 230-208. Se requiere que los fusibles en un tablero sean instalados en sus propias cubiertas y que sean del tipo de cartucho.

Sustento y Propósito de la Regla 230-210. (Véase la Figura 230-206). Se pretende que todos los conductores no puestos a tierra que salen del tablero, sean protegidos por un dispositivo de sobrecorriente. Esto es para proteger a los dispositivos/salidas del equipo eléctrico y a los conductores no puestos a tierra del circuito que están siendo alimentados desde el tablero, de corto circuitos y sobrecargas.

En algunos teatros, hay la necesidad de tener luminarias de 5 kW y 10 kW con valores nominales de 50 A, alimentadas desde los reductores de luz. Esta regla reconoce a tal equipo y limita su tensión a 250 V con una protección de sobrecorriente de hasta 50 A .

Sustento de la Regla 230-212. Los reductores de luz deben desconectarse en el lado de la alimentación de la corriente, para asegurar que cada uno de ellos y los circuitos derivados consecuentes, estén sin tensión. Los reductores de luz que no tienen interruptor (ejemplo, tipo resistivo), pueden estar conectados en el conductor neutro, siempre y cuando éste conductor esté puesto a tierra. Todos los componentes de los reductores de luz que llevan corriente deben estar cubiertos, dispuestos o protegidos para evitar contactos accidentales.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 230-212. (Véase la Figura 230-206). Se requiere que los interruptores de los reductores de luz, desconecten toda la energía a los reductores de luz cuando está en la posición de "abierto". Los componentes de los reductores de luz que llevan corriente, deben estar cubiertos, dispuestos o protegidos para evitar contactos accidentales.

Sustento y Propósito de la Regla 230-214. Se pretende que todos los tomacorrientes/receptáculos del escenario y galería, sean controlados desde el tablero.

Sustento de la Regla 230-216. En la Subregla (1), como los reductores de luz tipo resistivo, disipan la corriente no usada por las lámparas como calor, los conductores usados deben ser capaces de soportar las altas temperaturas generadas.

En la Subregla (2), los conductores que están siendo alimentados desde los interruptores o dispositivos de sobrecorriente, deben ser capaces de manejar la carga máxima, determinada del valor del interruptor o dispositivo de sobrecorriente.

En la Subregla (3), como los huecos de acceso de los conductores en las cubiertas de metal pueden tener bordes afilados, los conductores deben estar protegidos de la abrasión con un manguito.

En la Subregla (4), los conductores de varios hilos (trenzados) tienden a comprimirse cuando son sujetados en los terminales de presión usados en los tableros. A través de la vibración de los componentes de los reductores de luz, los conductores trenzados pueden aflojarse dentro de los terminales, creando calor y un arco posible. Para mantener un buen contacto, los extremos del cable deben ser soldados o se deben usar clavijas sin soldadura.

Propósito de la Regla 230-216. Se requiere que los conductores usados en los tableros, tengan una temperatura y valor de la capacidad de corriente adecuados para la aplicación. Todos los puntos de terminación deben estar sujetos en forma segura a través del uso de una soldadura o clavija sin soldadura y todos los conductores que ingresan a la cubierta de metal estén protegidas de la abrasión mediante manguitos.

Tableros Portátiles Sobre el Escenario

Sustento de la Regla 230-250. Para proteger al personal del contacto con componentes vivos, se deben colocar tableros portátiles dentro de una cubierta aceptable. La cubierta puede estar arreglada de modo que esté abierta durante su funcionamiento. Por la misma razón, cualquier componente vivo expuesto en el lado operativo debe estar cubierto o protegido.

Propósito de la Regla 230-250. Se requiere aislar a todo el personal del contacto con los componentes vivos al colocar a todos los componentes dentro de una cubierta, excepto a los reductores de luz sobre placas.

Sustento de la Regla 230-252. Como los tableros portátiles pueden estar localizados en áreas de alto tráfico de personal y/o movimiento de equipo, los cables alimentadores deben ser para un tipo de uso extremadamente duro, apropiados para lugares mojados (o secos). Los cables deben terminar dentro de la cubierta del tablero en un interruptor maestro, externamente operado, con fusibles y en un recinto de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

protección, de manera que el personal pueda desconectar todos los componentes dentro y fuera de la cubierta antes de reconfigurar y conectar los circuitos de carga. Se requiere de una luz piloto para indicar si el interruptor maestro con fusibles está vivo, aún si el interruptor llave está en la posición “abierto” o “cerrado”. Para asegurar que no ocurra el sobrecalentamiento del cable de alimentación, éste y los fusibles deben ajustarse para satisfacer la demanda de corriente a plena carga del tablero.

Propósito de la Regla 230-252. Se requiere que los cordones o cables flexibles que alimentan a los tableros portátiles, sean de tipo SO o ST y que tengan una capacidad de corriente no menor que la corriente de la carga total del tablero. Se requiere también que los tableros portátiles sean protegidos por un interruptor general cubierto y provisto con fusibles, ubicado dentro de la cubierta del tablero portátil, con fusibles que tengan un valor nominal no mayor que la corriente de la carga total del tablero. Una luz piloto debe indicar si el interruptor general está vivo o muerto, ya sea que se encuentre abierto o cerrado.

Equipo Fijo del Escenario

Sustento y Propósito de la Regla 230-300. Se requiere que el alambrado de las candilejas sea protegido de daños por medio de una tubería metálica pesada o liviana o canaletas metálicas. También cada portalámparas debe estar instalado en una caja de salida individual cuando se usa el método de alambrado de la tubería metálica pesada o liviana.

Sustento y Propósito de la Regla 230-302. Se requiere que el grosor del metal usado en las candilejas, en las luces de bordes, en las luces laterales del proscenio y en las bandas de luces, sea adecuado para mantener la rigidez de la estructura y la protección de los componentes internos.

Sustento y Propósito de la Regla 230-304. Para evitar la formación de arco de los terminales de los portalámparas a las canaletas metálicas, se requiere que los terminales o portalámparas estén separados un mínimo de 13 mm de la canaleta metálica.

Sustento de la Regla 230-306. Las lámparas usadas en el borde, proscenio y bandas de luces, son frágiles y generan cantidades significativas de calor. La estructura mecánica de estos dispositivos, debe proteger a las lámparas del impacto y del contacto accidental con el material combustible de la escenografía, cortinaje u otro.

Propósito de la Regla 230-306. Se requiere que la estructura mecánica del borde, proscenio y bandas de luces, protejan a las lámparas de impactos y del contacto con los materiales combustibles.

Sustento de la Regla 230-308. Como estas unidades y bordes de bandas son pesados y están suspendidos sobre las cabezas de los actores y el personal técnico, deben estar montados de forma que mantengan la integridad mecánica y eléctrica de todos los componentes.
Propósito de la Regla 230-308. Se requiere que las luces suspendidas de bordes y bandas sean montadas de manera que se mantenga la integridad mecánica y eléctrica en forma segura en condiciones normales de trabajo.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 230-310. Como los portalámparas están sujetos a vibraciones por ser móviles o a través de choques físicos, los conductores deben ser sujetos a los terminales de forma que no puedan vibrar o torcerse libremente. Esto se puede lograr mediante el uso de conexiones permanentes (por ejemplo: clavijas a presión sin soldadura, clavijas a presión de cierre automático o soldando los puntos terminales).

Propósito de la Regla 230-310. Los conductores deben mantener una conexión efectiva y confiable a los terminales de los portalámparas bajo severas vibraciones causadas por el uso normal.

Sustento de la Regla 230-312. Como las lámparas usadas en los portalámparas mogul, generan magnitudes significativas de calor, las luminarias deben estar construidas de manera que el calor generado sea rápidamente disipado y de esa manera, las superficies externas no constituyan un peligro de fuego. Se logra esto usando una construcción con paredes dobles, diseñadas para permitir una adecuada refrigeración de convección.

Propósito de la Regla 230-312. Se requiere que los portalámparas mogul estén montados en luminarias, de tal forma que el calor generado por las lámparas sea disipado en forma adecuada y la superficie externa de las luminarias no constituyan un peligro de fuego.

Sustento y Propósito de la Regla 230-314. Las lámparas usadas en candilejas, luces de bordes, proscenio y de bandas portátiles, generan niveles significativos de calor. Se requiere que el aislamiento de los conductores soporte este calor sin desintegrarse, derretirse o ponerse quebradizo, creando por lo tanto un peligro de choque eléctrico.

Sustento de la Regla 230-316. Los componentes (específicamente los porta-lámparas) de los reflectores, luces de los bordes y luces laterales del proscenio pueden tener valores nominales de corriente máxima. Los circuitos derivados que alimentan a estas luminarias, deben tener protección contra sobrecorriente que no exceda al valor nominal máximo permitido para estos componentes.

Propósito de la Regla 230-316. Se requiere que los circuitos derivados para luces de reflectores, luces de los bordes, y luces laterales del proscenio tengan una protección contra sobrecorriente que no exceda el valor nominal permitido para cualquiera de los componentes.

Sustento de la Regla 230-318. Las lámparas sobre 100 W son más susceptibles a sufrir daños porque las grandes envolturas de vidrio, no tienen la rigidez de las estructuras de las lámparas de menor potencia en vatios. Una cubierta de malla va a proteger la lámpara del impacto directo y retener los fragmentos de vidrio si la lámpara se hace añicos o explota.

Propósito de la Regla 230-318. Se requiere que las lámparas colgantes sobre 100 W, sean protegidas del impacto por una malla de 13 mm o menor, arreglada para contener los fragmentos si la lámpara se hace añicos o explota.

Sustento de la Regla 230-320. Para soportar los rigores de la operación normal, el cordón o cable flexible usado para las luces de bordes, deben ser para un tipo de uso extremadamente duro y apropiado para ubicaciones mojadas (o secas). Para asegurar que todas las conexiones mantengan una integridad mecánica y eléctrica, el cable

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

debe estar plenamente apoyado de manera que tales terminales o puntos de enlace equipotencial no soporten peso alguno. Los puntos de soporte del cable deben estar desde posiciones aéreas para asegurar que los dispositivos que liberan la tensión mecánica no están sujetos a movimiento lateral que pueda causar daño al cable y la falla del dispositivo que libera la tensión. Cuando el cable ingresa a una cubierta tal como una caja terminal, debe estar protegido por un manguito metálico. Los terminales o puntos de enlace equipotencial, deben estar ubicados y arreglados para permitirles el acceso conveniente.

Propósito de la Regla 230-320. Se requiere que el cordón o cable flexible sean del tipo SO o ST, y se instalen de manera tal que la operación normal no vaya a dañar al cable o a las conexiones, o impongan tensión en las agarraderas, terminales o puntos de enlace. Se requiere que los terminales o puntos de enlace equipotencial sean ubicados y dispuestos para permitir el acceso conveniente a ellos.

Sustento y Propósito de la Regla 230-324. Se requiere que por lo menos un tomacorriente de 30 A o más, sea provisto en los tomacorrientes de la galería para facilitar el uso de equipo eléctrico especializado de gran capacidad.

Sustento de la Regla 230-326. Los tomacorrientes, enchufes y conductores deben ser de suficiente capacidad de corriente para manejar las cargas propuestas. Para evitar la conexión de equipo eléctrico incompatible, no deben ser intercambiables los enchufes para las lámparas de arco e incandescentes.

Propósito de la Regla 230-326. Se requiere que los tomacorrientes sean específicos para la clase de lámpara designada (por ejemplo, lámparas incandescentes o de arco) y tengan una capacidad de corriente suficiente para la carga esperada. Se requiere que los tomacorrientes para lámparas de arco tengan una capacidad nominal de 35 A y sean alimentadas por un conductor de 16 mm^2 como mínimo. Los tomacorrientes para lámparas incandescentes deben tener una capacidad nominal mínima de 15 A y deben ser alimentados por un conductor de cobre de 4mm^2 como mínimo.

Sustento y Propósito de la Regla 230-328. Los motores para las cortinas deben ser del tipo cerrado, para evitar que material externo ingrese a los componentes del motor y crean un peligro eléctrico, mecánico y/o de calefacción.

Sustento de la Regla 230-330. Los dispositivos eléctricos que operan a los reguladores de los ductos de aire deben estar normalmente cerrados, de manera que si se interrumpe la energía, ya sea por que un interruptor abra el circuito derivado o por la interrupción de la energía, se van a liberar los reguladores de los ductos de aire. Los interruptores de liberación deben estar ubicados en la estación eléctrica y en otra ubicación aceptable y deben estar protegidos de una operación accidental por una cobertura con puertas de cierre automático. El dispositivo debe estar diseñado para operar a plena tensión nominal en forma indefinida y estar ubicado en una cubierta protectora en el altillo cerca de los reguladores de los ductos de aire.

Propósito de la Regla 230-320. Se requiere que los dispositivos eléctricos de control de los reguladores de los ductos de aire sean del tipo de circuito que esté normalmente cerrados de manera que la simple interrupción de potencia vaya a causar que el dispositivo se abra. Se deben ubicar por lo menos dos interruptores, uno en la estación del electricista y el otro en una ubicación aceptable cerca de los reguladores de los ductos de aire y deben estar protegidos contra operaciones accidentales mediante una caja metálica con una puerta ajustada de cierre

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

automático. Se requiere que los dispositivos para abrir los reguladores de los ductos de aire, sean diseñados para operar bajo tensión a plena carga del circuito conectado, con ningún elemento insertado de resistencia adicional.

Equipo Portátil de Escenario

Sustento de la Regla 230-350. Para evitar el choque eléctrico o peligro de fuego, todos los artefactos montados sobre el escenario deben estar montados en forma segura. Los cables de alimentación deben ser del tipo de uso severo, para evitar daños por movimiento de la escenografía. Cuando los artefactos tienen espigas, deben ser llevados a través del escenario y terminar con un manguito para proteger el aislamiento del cable.

Propósito de la Regla 230-350. Se requiere que los artefactos montados en el escenario, sean asegurados y provistos de un cable de fuerte uso. Cuando el cable ingresa a los vástagos de los artefactos, se requiere que estén protegidos con un manguito.

Sustento de la Regla 230-352. Los empalmes en el alambrado deben ser escalonados, para evitar corto circuitos mutuos entre conductores. Para evitar que las lámparas tengan contacto con el material combustible de una pantalla, se deben usar seguros para las lámparas.

Propósito de la Regla 230-352. Se requiere que los empalmes en el alambrado de luces de cadena o de guirnaldas, sea escalonado en la medida que sea práctico. Para evitar un peligro de fuego, se deben usar los seguros para lámparas de manera que las lámparas no tengan contacto con el material combustible de las pantallas.

Sustento y Propósito de la Regla 230-354. Para proteger a los conductores flexibles usados para equipo eléctrico del daño mecánico, se requiere que éstos sean cordones o cables del tipo SO o ST. Cuando se usan conductores flexibles que no son susceptibles a daño mecánico, se deben usar cordones reforzados tipo SV, SJO, o SJT en la medida que estén protegidos por dispositivos de sobrecorriente de un valor o ajuste nominal no mayor a 15 A .

Sustento y Propósito de la Regla 230-356. Se requiere que el equipo eléctrico para efectos especiales en el escenario, sea aceptable para un efecto específico y sea ubicado de tal manera que el fuego, chispas o partículas de material candente, no puedan entrar en contacto con materiales combustibles.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 240

SISTEMAS DE EMERGENCIA, EQUIPOS INDIVIDUALES Y SEÑALES DE SALIDA

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 240-000. Esta regla es la de mayor importancia porque identifica el equipo eléctrico en un edificio, estructura o local, al cual se le aplica los requerimientos de la Sección 240. Se aplican las reglas generales del Código, Secciones del 010 al 090 y 150, pero los requerimientos de la Sección 240 pueden modificar o complementar, a ellas u otras, cuando sea necesario. Su propósito es el de proveer requerimientos para la instalación eléctrica de sistemas de emergencia, equipos individuales y letreros de salida donde dichas instalaciones sean requeridas por el Reglamento Nacional de Construcciones.

Propósito de la Regla 240-000. Hay dos razones básicas para proveer sistemas de emergencia. La primera razón es la preocupación de que la falla de energía eléctrica pueda causar incomodidad física para los ocupantes del edificio, una interrupción en el negocio, una interrupción seria de algún proceso industrial intrincado o daño a algún equipo. La segunda razón es que es esencial para la seguridad de la vida humana que el Reglamento Nacional de Construcciones exija la provisión de un sistema de emergencia.

El Código no determina si es que los sistemas de emergencia o equipos son requeridos, pues generalmente lo hace el Reglamento Nacional de Construcciones. Por ejemplo, ciertas salidas y corredores públicos en los edificios deben tener un cierto nivel de iluminación adecuada y si es que se interrumpe el suministro regular de energía en ese edificio, se debe disponer de un suministro de energía de emergencia para mantener los niveles de iluminación requeridos por un periodo específico; este tiempo puede variar dependiendo del tipo de ocupación del edificio. Otro ejemplo de niveles sería que debe de haber un suministro de energía de emergencia para operar los ascensores y las bombas contra incendios en los edificios.

Mientras esta Sección sólo se aplica a los sistemas de emergencia o a los equipos que son obligatorios, el proveer sistemas de emergencia de forma voluntaria representa una buena práctica que debe ser tomada en cuenta por los proyectistas y constructores.

La Subregla (2) se refiere a los requerimientos que se aplica al alambrado de los letreros de salida, y la Subregla (3) aclara que si es que hay un conflicto entre los requerimientos normales del Código y esta Sección, la última debe prevalecer.

Generalidades

Sustento de la Regla 240-100. Los sistemas de emergencia y los equipos individuales deben ser adecuados para el propósito y tener la capacidad de funcionar cuando son requeridos.

Propósito de la Regla 240-100. El propósito de un sistema de emergencia cubierto por esta Sección es consolidar la seguridad dentro de un edificio. Si, por ejemplo, el suministro regular de energía al edificio es interrumpido, es importante que haya suficiente cantidad de luz de emergencia disponible para permitir la evacuación segura. Por lo tanto, dependiendo de como se use el edificio, se debe determinar por cuanto tiempo debe ser capaz de proveer energía el sistema de emergencia. Por ejemplo, en edificios altos, la iluminación de emergencia se debe mantener en funcionamiento por lo menos por 2 horas; en edificios institucionales 1 hora; y en la mayoría de los otros edificios 0,5 horas. En otras palabras, es necesario saber otros reglamentos o regulaciones específicas respecto al sistemas de emergencia (por ejemplo, cuanta iluminación deberá ser provista, dónde es requerida y el tiempo que debe ser capaz de operar). Esta regla requiere que el sistema de emergencia instalado sea adecuado para cumplir las necesidades específicas de los ocupantes del edificio.

Sustento de la Regla 240-102. La persona que sea encargada del mantenimiento del edificio debe saber cómo dar mantenimiento a este equipo eléctrico.

Propósito de la Regla 240-102. El mejor sistema del mundo se podría volver inservible si es que no tiene un mantenimiento apropiado. Se debe asegurar que haya instrucciones completas, detallando cómo se debe cuidar el sistema y con qué frecuencia debe ser probado. Ya que la necesidad de estos sistemas es cubierta por la normatividad de edificaciones y/o incendios, el formato de las instrucciones y su ubicación deben cumplir con tales requerimientos.

Sustento de la Regla 240-104. Se debe de dar un mantenimiento adecuado a las baterías.

Propósito de la Regla 240-104. Esta regla es pertinente sólo a las baterías. Mantener las baterías en condiciones apropiadas incluye el mantener niveles adecuados de liquido y mantener las baterías a plena carga en todo momento por medio de la utilización de cargadores automáticos.

Sustento de la Regla 240-106. Las lámparas no duran para siempre. Cuando una lámpara deja de funcionar, el área no debe quedar en total oscuridad. Otros equipos eléctricos no deben ser conectados al circuito de emergencia.

Propósito de la Regla 240-106. Una lámpara sola puede que sea capaz de proveer toda la iluminación requerida en un área específica; sin embargo, si es que dejara de funcionar, esa área quedaría en total oscuridad. Por lo tanto, se requiere que por lo menos dos lámparas sean usadas para que en caso una dejara de funcionar, el área aún estaría iluminada aunque el nivel de iluminación no sea el especificado por la norma de iluminación de interiores, y aún se podría llevar acabo una evacuación razonablemente segura, si fuera necesario.

Se prohíbe la conexión de otros equipos eléctricos a un circuito de emergencia, ya que hay la preocupación de la posibilidad de interferencia con la operación del sistema de emergencia, ya que una sobrecarga o falla en el otro equipo podría “anular” el circuito de emergencia y por lo tanto comprometer la seguridad pública.

Sustento de la Regla 240-108. Se especifican requerimientos especiales para el alambrado de los sistemas de emergencia y para los conductores instalados entre los equipos individuales y las lámparas remotas. Estos requerimientos deben minimizar la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

posibilidad de que una falla que involucre a equipos eléctricos, que no sean de emergencia, afecte adversamente la operación del equipo de emergencia.

Propósito de la Regla 240-108. La Subregla (1) requiere que todos los conductores para los sistemas de seguridad sean instalados en canalizaciones metálicas del tipo totalmente cerradas, o en cables listados en la Tabla 19 que tengan un blindaje o chaqueta metálica, o en tubería no metálica pesada rígida cuando la misma esté empotrada en 50 mm de mampostería o en mortero de concreto o instalados bajo tierra; o en tubería liviana no metálica empotrada en 50 mm de mampostería o concreto.

La Subregla (2) permite, según las Reglas 070-506 y 070-520, que los conductores instalados en edificios de construcción combustible estén incorporados en un cable con chaqueta no metálica.

La Subregla (3) propone que el alambrado pertinente a los sistemas obligatorios de emergencia y entre los equipos individuales y las lámparas remotas debe mantenerse independiente de todo otro alambrado y equipo eléctrico. Por ende, el alambrado a los artefactos de iluminación normal o no obligatorios que sean de emergencia y el alambrado de los artefactos de iluminación de emergencia obligatorios no deben de estar en la misma canalización, cables, artefactos o cubiertas. Una excepción es permitida en los interruptores de transferencia y en los artefactos de iluminación de emergencia alimentados desde suministros de energía normales y de emergencia cuando sea necesario debido al diseño del sistema de emergencia.

La referencia al Anexo B dirige la atención hacia los requerimientos acerca de la protección de los conductores eléctricos utilizados conjuntamente con equipos de emergencia en los edificios.

Estos requerimientos deben minimizar la posibilidad de que una falla en equipos que no sean de emergencia, afecte adversamente a los equipos de emergencia obligatorios.

Sistemas de Emergencia

Sustento y Propósito de la Regla 240-200. (Véase la Figura 240-200). La energía para los sistemas de emergencia puede ser provista ya sea desde una fuente local o desde una fuente centralizada ubicada en el edificio. Estas reglas se aplican sólo a aquellas instalaciones eléctricas que utilizan una fuente centralizada. Una fuente o suministro centralizado es más común donde se necesita energía de emergencia para más que sólo iluminación (por ejemplo: ascensores, ventilación).

La explicación en el Anexo B es simplemente un recordatorio de los requerimientos de las normatividad de construcciones, en lo pertinente a la ubicación y a la protección contra incendios del suministro de energía de emergencia.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

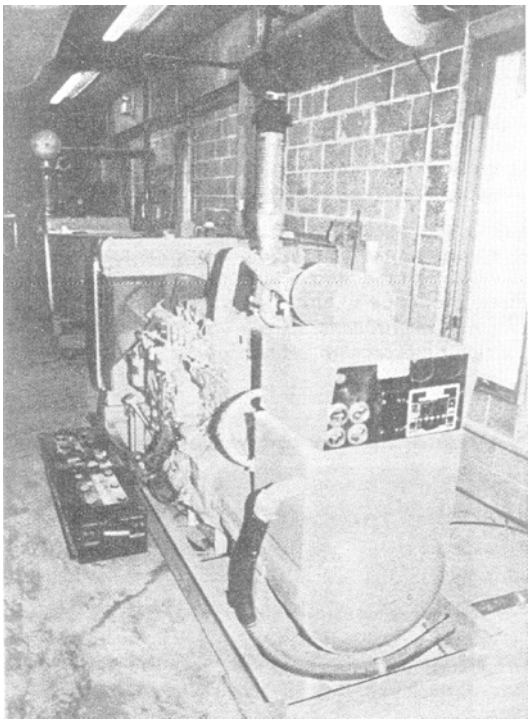


Figura 240-200
Instalación Típica de Generador

Sustento de la Regla 240-202. Esta regla aclara qué se puede y qué no se puede utilizar como un suministro de emergencia.

Propósito de la Regla 240-202. Tal vez sea deseable proveer una fuente de energía en una ubicación del edificio, con suficiente capacidad para suministrar todas las cargas de emergencia. Se reconocen dos tipos: una batería de acumuladores y un grupo generador. Una batería de acumuladores en realidad puede ser un grupo de baterías independientes o células operando como una unidad.

Si es que se utiliza una batería de acumuladores, ésta debe ser del tipo recargable, que sea equipada con un medio de recarga para mantenerla totalmente cargada, y que tenga suficiente capacidad para alimentar la carga entera de emergencia por el tiempo requerido (por ejemplo, por lo menos ½ hora, pero, dependiendo del tipo de ocupación, posiblemente hasta 2 horas). Un sistema centralizado de batería es normalmente limitado para proveer iluminación de emergencia. Cuando tal sistema está en operación, la batería se descargará gradualmente y la cantidad de luz emitida por las lámparas gradualmente disminuirá. En un punto determinado, la batería ya no tendrá la capacidad suficiente para proveer la cantidad de iluminación requerida. Por lo tanto, para determinar el tamaño de la batería requerida, se ha especificado que al final del periodo de tiempo requerido, con toda la carga de emergencia conectada, la tensión de la batería no debe ser menor al 91% de la tensión total del sistema.

Muchos de los edificios más grandes requieren de energía de emergencia para más que sólo iluminación (por ejemplo: bombas contra incendios, ascensores, equipo de control contra incendios). Cuando se requieran de grandes cantidades de potencia, las baterías probablemente no son adecuadas. Un grupo generador (por ejemplo: a gasolina, diesel o gas natural) es la alternativa más común. Aunque no esté especificado en esta regla, el motor que acciona al generador requerirá de suficiente

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

combustible para permitir que el sistema de emergencia opere por el periodo de tiempo requerido.

La Subregla (2) establece que las baterías de automóviles no se deben usar, excepto bajo circunstancias muy especiales. Si su utilización se permite, hay la preocupación de que las baterías puedan ser "prestadas" para arrancar un carro y la seguridad del edificio puede ser puesta en peligro.

La Subregla (3) propone que un grupo generador tenga la capacidad suficiente para alimentar la carga y que sea capaz de arrancar automáticamente, sin demora innecesaria, cuando ocurra una falla en el suministro normal de potencia que alimenta a los equipos conectados al generador (el motor debe arrancar automáticamente, casi inmediatamente). Más información acerca de dichas instalaciones eléctricas, incluyendo los requerimientos para la transferencia al motor primo, generadores, tiempos de reacción, control de secuencias, etc., se pueden encontrar en los estándares aprobados.

Sustento de la Regla 240-204. Se requiere un medio que automáticamente energice el sistema de emergencia cuando haya una interrupción del suministro normal de energía.

Propósito de la Regla 240-204. (Véanse las Figuras 240-204-1 y 240-204-2). Toda instalación eléctrica que requiera de un sistema de emergencia necesita equipos de transferencia automática. Los equipos de transferencia automática deben ser accesibles sólo a personas autorizadas.

La Subregla (2) provee una excepción que probablemente sea más útil para las instalaciones eléctricas con un sistema centralizado de batería. Si es que el suministro principal de potencia falla durante las horas de iluminación natural y un dispositivo automático accionado por luz se conecta al circuito que controla las luces de emergencia en un área con bastantes ventanas, el desgaste de la batería debe reducirse substancialmente.

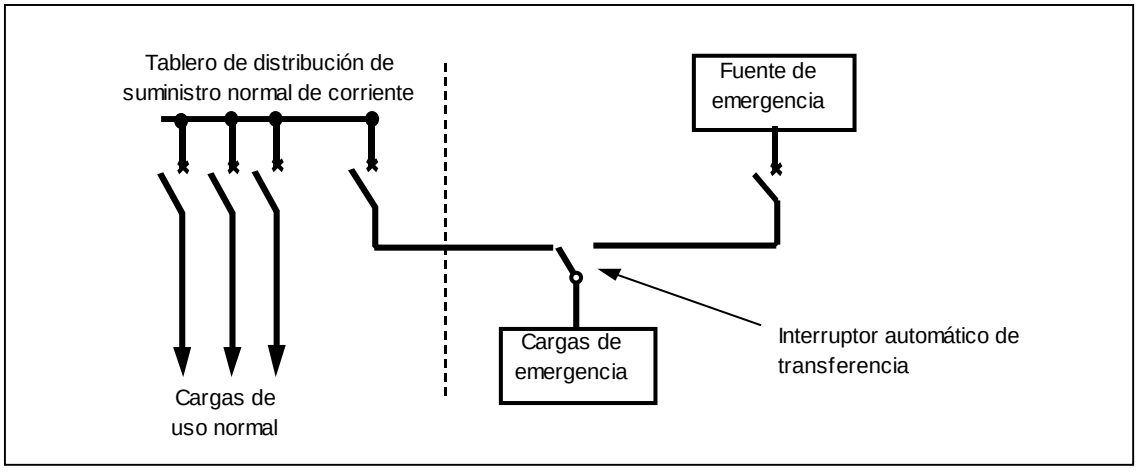


Figura 240-204-1
Disposición Típica de Transferencia

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

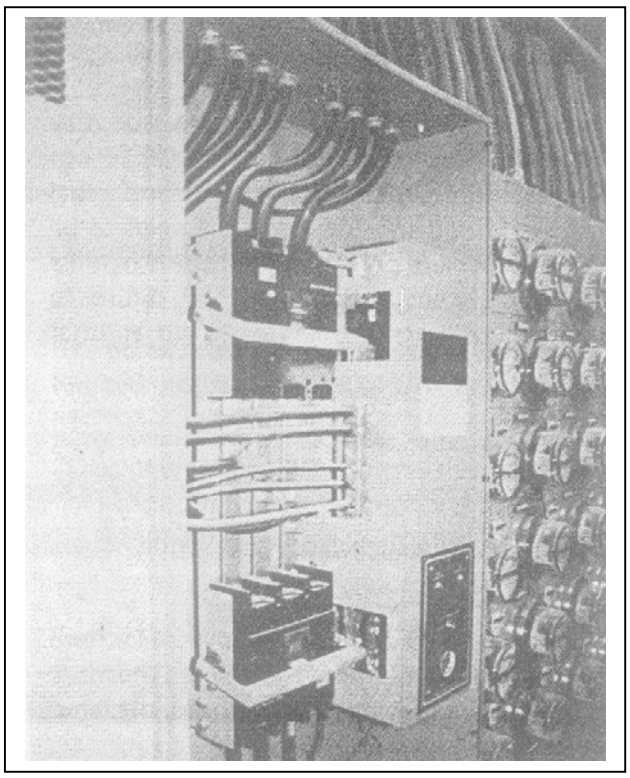


Figura 240-204-2
Instalación Típica de Interruptor de Transferencia

Sustento de la Regla 240-206. El propósito de esta regla es el minimizar la posibilidad de que el sistema de emergencia no funcione cuando sea necesitado.

Propósito de la Regla 240-206. Los sistemas de emergencia son muy importantes y debe hacerse todo el esfuerzo para asegurar que dichos sistemas funcionen. Un dispositivo de sobrecorriente se necesita en el punto donde el sistema de emergencia recibe su alimentación (por ejemplo, en el grupo generador o en la batería centralizada) y para la protección de los circuitos derivados. Pero, no debe haber otros medios para interrumpir ese circuito. (En otras palabras, cuando los dispositivos de sobrecorriente puedan ser necesarios porque la sección del conductor es reducida, no se requiere combinaciones elaboradas de alimentadores y sub-alimentadores). Las luminarias utilizadas para la iluminación de emergencia no deben de ser controladas por interruptores en la pared, ya que pueden ser inadvertidamente apagadas. Para minimizar la posibilidad de una desconexión inadvertida, los dispositivos de sobrecorriente deben de ser encerrados en un cuarto o gabinete bajo llave, siendo accesible sólo a personas autorizadas.

Sustento de la Regla 240-208. Se espera asegurar que las personas que estén encargadas del edificio estén al tanto de cualquier parte del sistema de emergencia que no esté operativo, y que se aseguren de que el sistema se ha restablecido a su estado normal.

Propósito de la Regla 240-208. Los sistemas de emergencia necesitan tener un mantenimiento adecuado para que estén listos para funcionar cuando sean necesarios. Si es que el sistema tiene algún defecto (por ejemplo, las baterías no están cargadas), está condición debe de ser conocida; por esto es que se requiere de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

dispositivos tanto visuales como audibles. Se permite que las señales audibles sean silenciadas para no crear pánico u inconveniencias, pero una luz de advertencia debe permanecer encendida para alertar al personal debido que aún hay un defecto. Se debe asegurar que todo regrese a la normalidad una vez que el defecto ha sido corregido, y que tanto las señales visibles como las audibles vuelvan a operar si ocurriera otro defecto.

Sustento de la Regla 240-210. Si es que se utiliza un sistema centralizado, muchas de las lámparas puede que estén lejos de la unidad central, ya sea un generador o una batería. Será más crítico el efecto de caída de tensión mientras más baja sea la tensión del sistema. Si la caída de tensión en el circuito derivado excede el 5%, puede ser que la lámpara no sea capaz de suministrar el nivel de iluminación requerido.

Propósito de la Regla 240-210. Se requiere que la tensión en las lámparas individuales sea la suficiente para proveer el nivel de iluminación requerido.

Equipos Individuales

Sustento y Propósito de la Regla 240-300 (Véanse las Figuras 240-300-1 y 240-300-2) El siguiente grupo de reglas son aplicables solamente a equipos individuales.

Sustento de la Regla 240-302. Esta regla provee una altura mínima para el montaje de los equipos individuales.

Propósito de la Regla 240-302. El lugar más común para los equipos individuales es en las salas y en los corredores. Se requiere que los equipos sean montados lo suficientemente alto para proveer iluminación general sobre el área y que no representen un peligro para las personas que usen el pasadizo o el corredor.

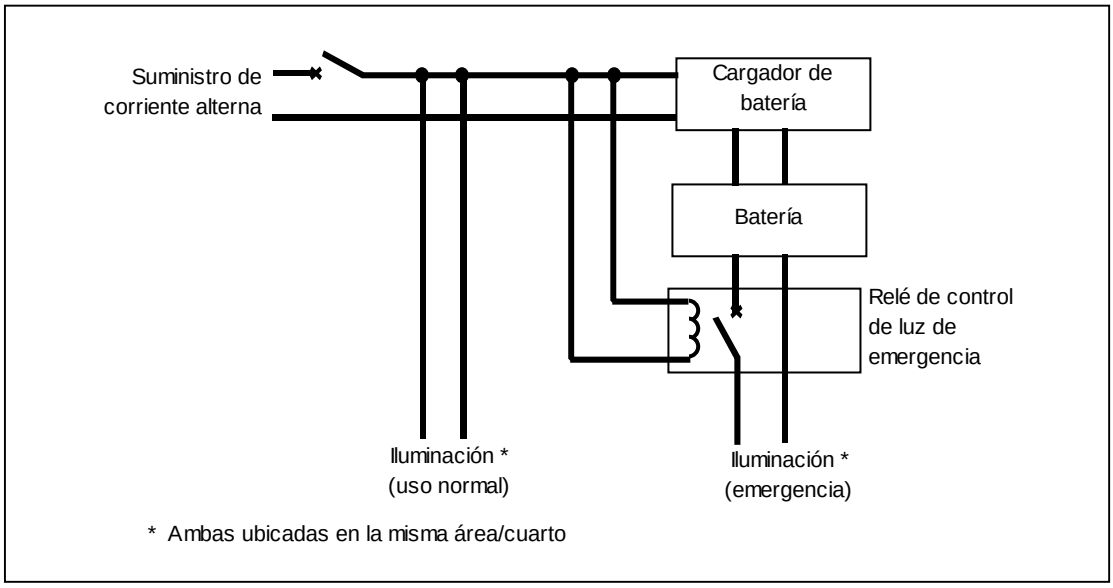


Figura 250-300-1
Diagrama de Equipo individual

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

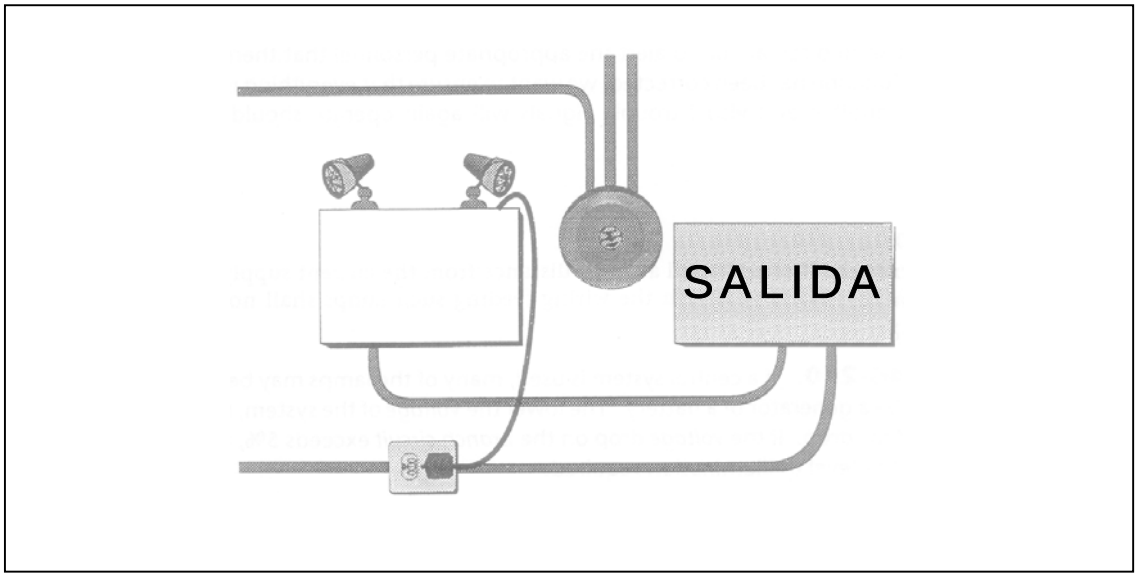


Figura 250-300-2
Equipo individual, Timbre de Alarma de Fuego y Señal de Evacuación

Sustento de la Regla 240-304. Esta regla aclara el método para conectar los equipos individuales.

Propósito de la Regla 240-304. En la Subregla (2) se propone que bajo ciertas condiciones, los equipos individuales deben estar permanentemente conectados. Sin embargo, la disposición más común es que sean conectados a un tomacorriente por medio de un cordón flexible y enchufes.

Dichos tomacorrientes deben ubicarse sobre y cerca a los equipos individuales para que no se tengan que utilizar cordones de extensión y el punto de conexión este fuera del alcance y que la unidad no pueda ser desconectada inadvertidamente.

La aplicación de la Subregla (4) es muy importante. Los equipos individuales deben proveer iluminación para el área donde están instalados; si están situados en un corredor, es necesario conectarlos de tal manera que sean activados, para proveer a ese corredor de iluminación de emergencia. Para lograr esto, el tomacorriente que alimenta a esos equipos individuales en particular debe ser conectado para asegurar que los equipos individuales sean activados cuando la iluminación normal en el área deje de funcionar.

Aunque las lámparas remotas están permitidas, éstas no deben estar ubicadas en otras áreas aparte de donde están situados los equipos individuales. Por ejemplo, puede que se crea que hay suficiente capacidad en los equipos individuales para operar lámparas remotas adicionales que puedan estar ubicadas en otro piso. Dicha disposición sólo se puede aceptar si es que toda la iluminación normal de esos pisos fuese alimentada desde el mismo circuito derivado, lo cual es muy improbable.

Sustento de la Regla 240-306. La tensión en las lámparas individuales debe ser suficiente para proveer el nivel requerido de iluminación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 240-306. Se propone que un nivel razonable de iluminación se provea a toda la área. Por lo tanto, para áreas relativamente grandes o de formas irregulares, pueda que sea aconsejable proveer algunas lámparas remotas. También se debe considerar que, según la Regla 240-106, más de una lámpara debe ser utilizada en un área en particular; por ende, muchas veces es apropiado el uso de lámparas remotas. Cuando los equipos individuales y la lámpara remota están alejados, existe la preocupación de la caída de tensión, ya que usualmente esta involucrada tensión extra baja. Es esencial que las lámparas puedan proveer los niveles requeridos de iluminación durante los periodos de tiempo apropiados.

Como está indicado en las Notas del Anexo B, "cuando los equipos individuales aprobados incluyen una lista de lámparas adecuadas para las instalaciones eléctricas, los requerimientos consideran una caída de tensión de 5% en el circuito de lámparas remotas, a no ser que la lista especifique que ciertas lámparas con una caída de tensión mayor están conforme con los requerimientos.

Se puede utilizar la Tabla D4 para determinar aproximadamente las longitudes permisibles del circuito.

Se debe asegurar que cualquier lámpara que forme parte de los equipos, o especificadas en una lista provista con los equipos como adecuadas para conexiones remotas, no debe obscurecerse indebidamente durante un periodo de emergencia.

Señales de Salida o Evacuación

Sustento de la Regla 240-400. Esta regla establece los requerimientos pertinentes al suministro de energía de las señales o letreros de salida.

Propósito de la Regla 240-400. Los códigos de edificación proveen los requerimientos para el suministro de energía a los letreros de salida.

Si es que una señal o letrero de salida es requerido, el suministro de energía debe ser provisto desde un circuito derivado que alimenta sólo otras señales de salida o desde un circuito que alimente iluminación de emergencia. También, en la área donde se instalan señales de salida, y donde se requiere iluminación de emergencia, las señales o letreros de salida deben ser iluminados por un suministro de energía de emergencia. Se permite que estas señales o letreros de salida sean conectados a la iluminación de emergencia del área. Este requerimiento asegura que el letrero de salida estará iluminado siempre que la iluminación de emergencia sea energizada.

La nota en el Anexo B advierte que el circuito que alimenta tanto a iluminación de emergencia como a los letreros de salida no debe de ser controlado por un interruptor, un registrador, o por otros medios.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 250

ESTUDIOS DE CINE, SALAS DE PROYECCIÓN DE PELÍCULAS, INTERCAMBIO DE PELÍCULAS - INCLUYENDO DEPÓSITOS DE PELÍCULAS Y LOCALES DE ALMACENAMIENTO DE PLÁSTICOS DE PIROXILINA Y PELÍCULAS DE NITRATO DE CELULOSA PARA RAYOS X Y PELÍCULAS FOTOGRÁFICAS

Sustento de la Regla 250-000. Esta regla es de mayor importancia por que identifica el equipo eléctrico en un edificio, estructura o locales, al cual se le aplica los requerimientos de la Sección 250. Se aplican las reglas generales del Código, Secciones del 010 al 090 y la 150, pero los requerimientos de la Sección 250 las pueden modificar o complementar a ellas o a otras cuando sea necesario.

Esta Sección se aplica a los estudios cinematográficos, salas de proyección, intercambios, fábricas, laboratorios, cámaras de almacenamiento o cualquier otro local donde las películas, a base de plástico piroxilina o película nitrocelulosa, pueden ser manipuladas. El material de las cintas es altamente inflamable y, con el tiempo, se descompone en polvo y gas pegajoso y explosivo. Por lo tanto, todas las reglas de esta Sección restringen la posibilidad de chispas abiertas y provee aislamiento eléctrico entre los cuartos de almacén. (El uso de plástico piroxilina y película nitrocelulosa dejó de ser de uso general en el año 1950 y probablemente sólo sean encontrados en ambientes para almacén de película).

Propósito de la Regla 250-000. El propósito es que todos los estudios cinematográficos, cuartos de proyección, intercambios, fábricas, laboratorios, cámaras de almacén o cualquier otro cuarto, donde las películas a base de plástico piroxilina o película nitrocelulosa puedan ser manipuladas, estén conforme con las reglas de esta Sección.

Sustento y Propósito de la Regla 250-002. Todo el alambrado permanente debe ser instalado en tuberías pesadas rígidas, en tuberías metálicas de acero para uso eléctrico o en cable aislado con minerales para limitar la posibilidad de daño o chispas.

Sustento y Propósito de la Regla 250-004. Todos los portalámparas deben ser montados en una caja de salida y equipados con guardas sujetadas con seguridad a las cubiertas de las cajas de salida, para prevenir la posibilidad de chispa causada por lámparas dañadas.

Sustento y Propósito de la Regla 250-006. Las lámparas colgantes deben ser suspendidas por cordones reforzados, cordón blindado o cable blindado, y deben ser protegidas por guardas o pantallas metálicas para prevenir chispas causadas por daño a lámparas y cables.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 250-008. Los portalámparas portátiles (excepto los accesorios) no deben tener interruptores, y deben ser construidos de un material compuesto o de porcelana con chaquetas metálicas, y equipados con un gancho de guarda y una manivela para eliminar fuentes potenciales de chispas.

Sustento y Propósito de la Regla 250-010. Para proveer un mejor nivel de protección se deben utilizar cordones para uso extra fuerte, Tipo SO, S, SE, ST o similar.

Sustento y Propósito de la Regla 250-012. Todos los artefactos de iluminación deben ser totalmente cubiertos y con empaquetaduras para eliminar todas las fuentes de chispas.

Sustento y Propósito de la Regla 250-014. Los motores y generadores que tengan contactos corredizos o escobillas deben ser del tipo aprobados contra polvo, o cubiertos o situados en un cuarto separado de la sala de proyección para aislar fuentes potenciales de chispas.

Sustento y Propósito de la Regla 250-018. Los tomacorrientes o enchufes no deben ser instalados en cuartos de almacén de plástico piroxilina para eliminar todas las fuentes potenciales de chispas.

Depósito o Almacén de Películas

Sustento y Propósito de la Regla 250-020. Ningún equipo eléctrico aparte del que sea necesario para la iluminación fija, debe ser colocado en los depósitos o almacenes de películas para eliminar todas las fuentes potenciales de chispas en las mismas.

Sustento y Propósito de la Regla 250-022. El método de alambrado utilizado en los depósitos o almacenes de película, debe hacerse con tubería metálica pesada rígida o con cables con aislamiento mineral, con uniones roscadas en los acoplamientos, cajas y accesorios para eliminar todas las fuentes potenciales de chispas, en los depósitos de películas. El propósito es que la tubería pesada sea tendida sólo desde los artefactos de iluminación a los interruptores (situados fuera de las cámaras de película) y que sean conectadas y selladas cerca del interruptor con accesorios y compuestos aprobados para eliminar la migración de gases o de incendio.

Sustento y Propósito de la Regla 250-024. Los accesorios de iluminación deben ser de Clase I Grupo C del tipo a prueba de explosión, con guardas metálicas protegiendo los globos o bombillas de iluminación, para eliminar todas las fuentes potenciales de chispas en las cámaras de película. El objetivo es que los accesorios de iluminación sean situados tan cerca al techo y que no estén sujetos al impacto a través del manipuleo de los contenedores de película.

Sustento y Propósito de la Regla 250-026. Los interruptores deben ser del tipo de doble polaridad, para que todos los conductores queden sin energía cuando el interruptor se abra. Una lámpara piloto roja debe indicar cuando el interruptor está cerrado. Para que todos los conductores dentro del depósito de películas estén sin energía cuando se abra el interruptor, la corriente debe ser dirigida desde el interruptor hasta la lámpara.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Locales de Proyección de Películas

Sustento y Propósito de la Regla 250-028. Para ayudar a prevenir posibles daños, todos los cordones flexibles del equipo portátil en los locales de proyección deben ser de Tipo SO, S, SE, ST, SJT o similar.

Sustento y Propósito de la Regla 250-030. Para eliminar fuentes potenciales de chispas, las lámparas deben ser protegidas por guardas aprobadas para lámparas, pantallas no combustibles u otras cubiertas.

Sustento y Propósito de la Regla 250-032. Los equipos motor-generador, cambiadores de frecuencia, transformadores, rectificadores**,** reóstatos y equipo eléctrico similar, deben ser situados en un cuarto separado de los proyectores para eliminar fuentes potenciales de chispas.

Sustento y Propósito de la Regla 250-034. Los controles de los ventiladores expelentes o para el escape de gases, deben ser accesibles al personal que trabaja dentro de los locales o salas de proyección, para que ellos puedan controlar la disipación de cualquier humo generado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 260

INSTALACIONES DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 260-000. Esta regla es sumamente importante ya que identifica el equipo eléctrico en una construcción, estructura o local, al que se aplica los requerimientos de la Sección 260. Indica que las reglas generales del Código, por ejemplo las Secciones del 010 al 090 y la Sección 150, también se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 260 pueden modificar o agregar algo a éstas u otras secciones donde sea necesario.

Sustento de la Regla 260-000(1) (Véase la Figura 260-000). El equipo de rayos X o de tomografía computarizada genera tensiones muy altas y peligrosa radiación cuando está en operación. Las reglas especiales son necesarias para asegurar que la instalación eléctrica de dicho equipo eléctrico sea segura; éstas pueden diferir de otros requerimientos generales del Código o ser suplementarias.

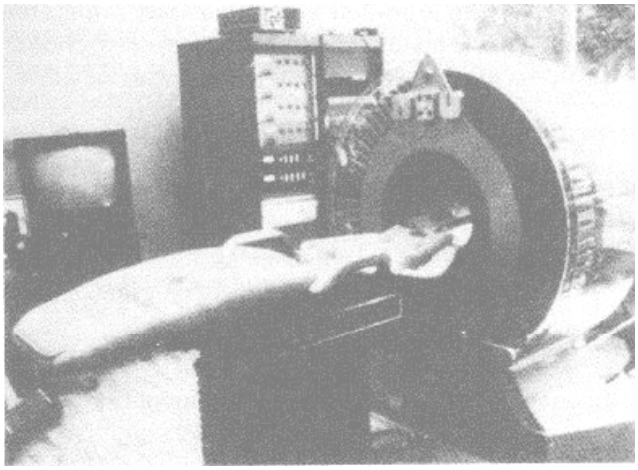


Figura 260-000
Equipo de Tomografía Computarizado

Sustento de la Regla 260-000(2) . La radiación de los rayos X (directa, desviada o secundaria) es controlada por el diseño del equipo eléctrico, el cual debe satisfacer las rígidas normas establecidas por las autoridades competentes al respecto. De este modo, no hay riesgo al controlar esta variable de radiación en el Código.

Propósito de la Regla 260-000. En el Alcance se indica claramente que la Sección 260 cubre la instalación eléctrica de rayos X o el equipo computarizado de tomografía y que no cubre el control de radiación de los rayos X.

Sustento de la Regla 260-002. Las definiciones generalmente se encuentran en la Sección 010. De cualquier modo, una palabra, término o derivado de éste, aplicado sólo en una Sección, es definido dentro de la misma.

A los rayos X o al equipo computarizado de tomografía se le asigna dos regímenes de operación: de largo tiempo y momentáneo, por causa del rendimiento de su ciclo operacional. Dicho equipo requiere la más alta línea de corriente durante el ciclo de exposición de rayos X pero sólo por un periodo muy corto (a lo más, algunos segundos). Durante la exposición la línea de corriente puede doblar o triplicar su valor.

Propósito de la Regla 260-002. El propósito al especificar regímenes de operación de tiempo largo y tiempo momentáneo para los rayos X o equipo computarizado de tomografía, es permitir a los fabricantes e instaladores que dispongan componentes adecuados para soportar las cargas largo tiempo, así como las ondas máximas de potencia típicamente encontradas durante las exposiciones de rayos X.

Sustento de la Regla 260-004(1). Los rayos X y otro equipo por imagen generan alta tensión muy peligrosa, por lo cual se ofrece una elección de instalación eléctrica: ya sea instalar los componentes de alta tensión dentro de recintos de protección de metal, que estén conectados a tierra, o instalados en espacios o recintos de protección separados, cuya puerta actúe como interruptor para desconectar la energía de los circuitos que alimentan el equipo cuando la puerta esta abierta.

Propósito de la Regla 260-004(1) (Véase la Figura 260-004(1)) Mediante esta Subregla, se previene cualquier contacto accidental con componentes de alta tensión. Algunas acciones específicas deben de ser tomadas antes de que dichos circuitos puedan ser energizados o, aún más, deben ser protegidos por completo y así ser convertidos a prueba de choques.

Sustento de la Regla 260-004(2). Las partes de alta tensión del equipo de diagnóstico por imagen deben ser aisladas de sus cubiertas de protección para prevenir choques peligrosos y asegurar el correcto funcionamiento del equipo eléctrico.

Sustento de la Regla 260-004(3). Por causa del nivel de tensión presente, los conductores en los circuitos de alta tensión deben ser del tipo a prueba de choques eléctricos dentro de la definición del Código.

Sustento de la Regla 260-004(4). Los miliamperímetros que muestran la corriente a la cabeza del tubo de rayos X son usados por los operadores para determinar la exposición correcta para el procedimiento aplicable de rayos X. Dado que el operador debe, en varios casos, ajustar esta corriente, el miliamperímetro está ubicado cerca del panel de control. Para evitar la posibilidad de choque eléctrico del operador, se requiere que el miliamperímetro esté ubicado en el alambre aislado que está conectado a tierra o debe ser protegido adecuadamente.

Propósito de la Regla 260-004(2) a la (4). El propósito en las Subreglas (2) a la (4) es proteger a los operadores y pacientes contra contactos accidentales con fuentes de alta tensión. Desde que los rayos X y otro equipo eléctrico por imagen puedan requerir altas tensiones para operar de manera satisfactoria, estas precauciones especiales de seguridad deben ser seguidas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

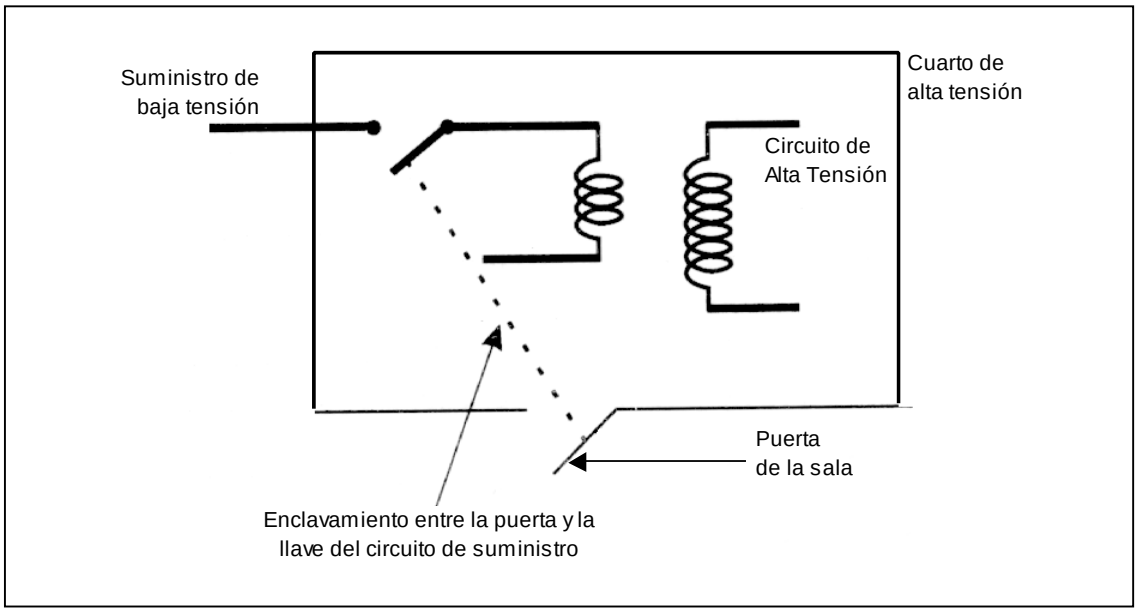


Figura 260-004(1)
Protección Contra Alta Tensión

Sustento de la Regla 260-006(1). Esta Subregla establece la regla general, la cual sostiene que el equipo eléctrico instalado permanentemente debe ser conectado al suministro de energía de acuerdo con el Código. De cualquier modo, el equipo que toma una corriente de 30 A o menos, aun instalado de manera permanente, puede ser conectado a un cordón flexible de suministro de energía.

Propósito de la Regla 260-006(1). Mediante esta Subregla, se permite la utilización de cable o cordones de uso pesado, para el equipo eléctrico conectado por cordones que toma una corriente de 30 A o menos (ejemplo, rayos X dentales), el cual puede ser montado permanentemente sobre una pared o soporte. Al mismo tiempo; las instalaciones eléctricas grandes que son fijas y toman una corriente más alta que 30 A deben ser conectadas de acuerdo con los requerimientos generales del Código.

Sustento de la Regla 260-006(2). Para realizar las funciones deseadas, los rayos X móviles, el equipo de diagnóstico por imagen y los generadores industriales transportables de rayos X, tienen que ser rápidamente conectados al suministro de potencia en diferentes ubicaciones.

Propósito de la Regla 260-006(2). El propósito es adecuar el uso de rayos X y del equipo de diagnóstico por imagen transportables, por medio de un cordón de suministro de energía de uso pesado, apropiado para la conexión a este suministro.

Sustento de la Regla 260-008. En una emergencia, se debe disponer de un medio listo para interrumpir con facilidad el circuito de los rayos X o del equipo computarizado de tomografía, que sea accesible al operador; uno de éstos ha de ser fácilmente accesible desde el panel operador de control.

Propósito de la Regla 260-008. Se requiere que esta regla sea satisfecha de las siguientes maneras:

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(a) mediante medios de desconexión en el circuito de suministro y dimensionados como se especifica en la Subregla (1); y

(b) mediante un interruptor apropiado en la consola de control de radiación; o

(c) para el equipo eléctrico, con un cordón de suministro de potencia conectado al circuito 220V, 15 A , tirando el enchufe del tomacorriente de la pared.

Sustento de la Regla 260-010(1). El equipo de rayos X debe estar conforme a las normas aprobadas aplicables, bajo las cuales los transformadores y capacitadores, que forman parte de dicho equipo eléctrico, deben ser aprobados para el uso en éste.

Propósito de la Regla 260-010 (1). Mediante esta Subregla se aclara que los requerimientos de la Sección 150 no se aplican a los transformadores y a los capacitadores en el equipo de diagnóstico por imagen para evitar la duplicación de pruebas e inspecciones.

Sustento de la Regla 260-010(2). Los grandes capacitadores, como aquellos encontrados en los suministros de potencia de rayos X y otros equipos de diagnóstico por imagen, mantienen una carga de energía acumulada por un periodo considerable después de la desconexión de la energía. En este estado representan un peligro de choque eléctrico.

Propósito de la Regla 260-010(2). (Véase la Figura 260-010(2)). El objetivo es, mediante esta regla, hacer a los capacitadores, tanto inaccesibles a contactos accidentales, como seguros al ser tocados proveyendo un medio automático de descarga (por ejemplo, conexión directa a tierra) después que la alimentación del suministro es desconectada.

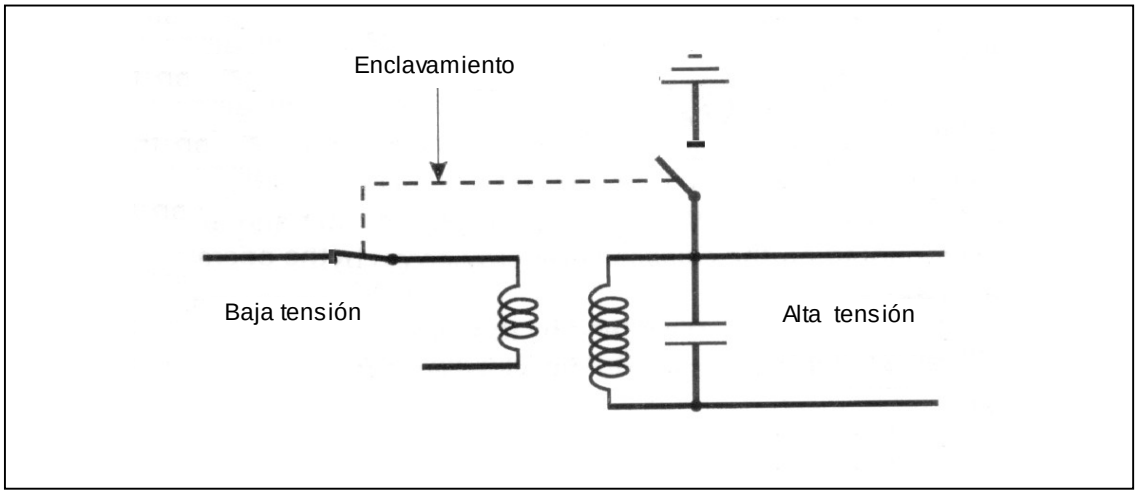


Figura 260-010(2)
Descarga y Puesta a Tierra Automática

Sustento de la Regla 260-012(1). Una falla ocurrida en un equipo de diagnóstico por imagen, especialmente durante el ciclo radiográfico operacional, puede tener serias consecuencias. Por consiguiente, debe proporcionarse un medio apropiado para desconectar el suministro de energía desde la sección de baja tensión del transformador elevador.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 260-012(1). Un dispositivo de sobrecorriente debe ser parte del equipo eléctrico o que sea fácilmente accesible cerca al equipo eléctrico.

Sustento de la Regla 260-012(2). En ciertos diseños, el dispositivo de sobrecorriente de la Subregla (1) puede tener una capacidad nominal de corriente más alta que la considerada necesaria para proteger adecuadamente el fluoroscopio y los circuitos terapéuticos. Cuando esto ocurre, se debe adicionar fusibles de derivación para proteger dichos circuitos.

Propósito de la Regla 260-012(2). (Véase la Figura 260-012(2)) El propósito en esta Subregla es asegurar la protección adecuada al fluoroscopio y a los circuitos terapéuticos bajo cualquier diseño de configuración.

Sustento de la Regla 260-012(3). Desde que el equipo transportable de diagnóstico por imagen es usualmente autocontenido completamente y las partes de alta tensión en el generador de rayos X son adecuadamente encerradas en un recinto individual de protección de metal conectado a tierra, un dispositivo de sobrecorriente no es considerado necesario como es declarado en las Subreglas (1) y (2). De cualquier modo, si estas condiciones no son satisfechas y se requiere un dispositivo de sobrecorriente, éste debe ser montado en el equipo para fácil acceso del operador.

Propósito de la Regla 260-012(3). Mediante esta Subregla se aclaran las Subreglas (1) y (2) sobre el equipo transportable de diagnóstico por imagen y se permite una excepción a ellas si las condiciones de protección son satisfechas.

Sustento de la Regla 260-12(4). Si más de un aparato es alimentado por una fuente común de alta tensión, (por ejemplo, un generador de rayos x suministrando dos cabezas de rayos X, como sería el caso en el consultorio de un dentista), cada uno de estos debe ser capaz de ser desconectado independientemente de la fuente de alta tensión.

Propósito de la Regla 260-012(4) (Véase la Figura 260-012(4)) Mediante esta Subregla se previene la generación no intencional de los rayos X desde un aparato, mientras otro está trabajando, cuando ambos tienen una fuente común de alta tensión.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

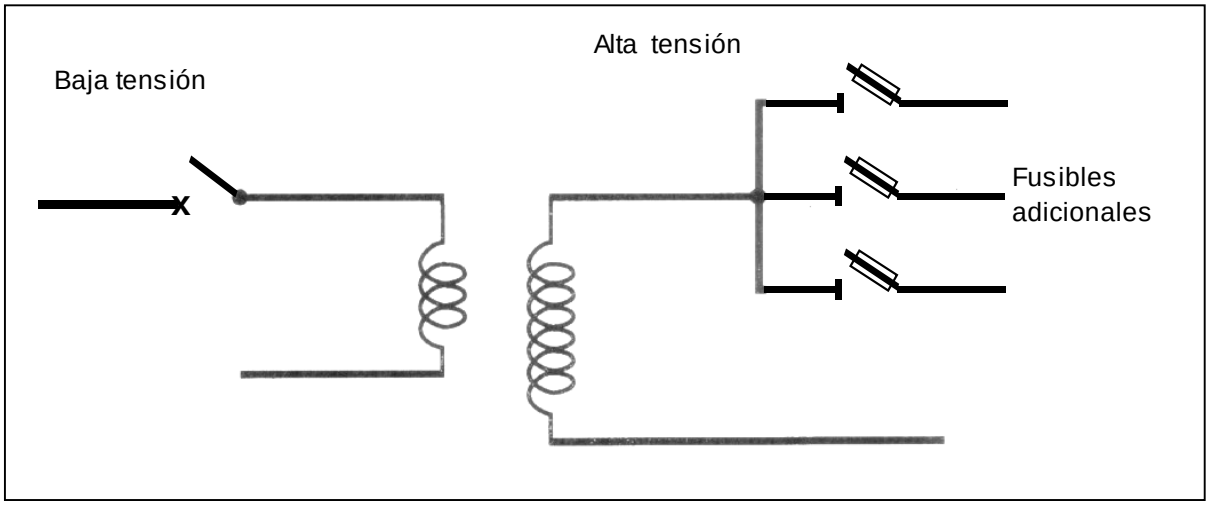


Figura 260-012(2)
Protección de Circuitos de Alta Tensión con Fusibles

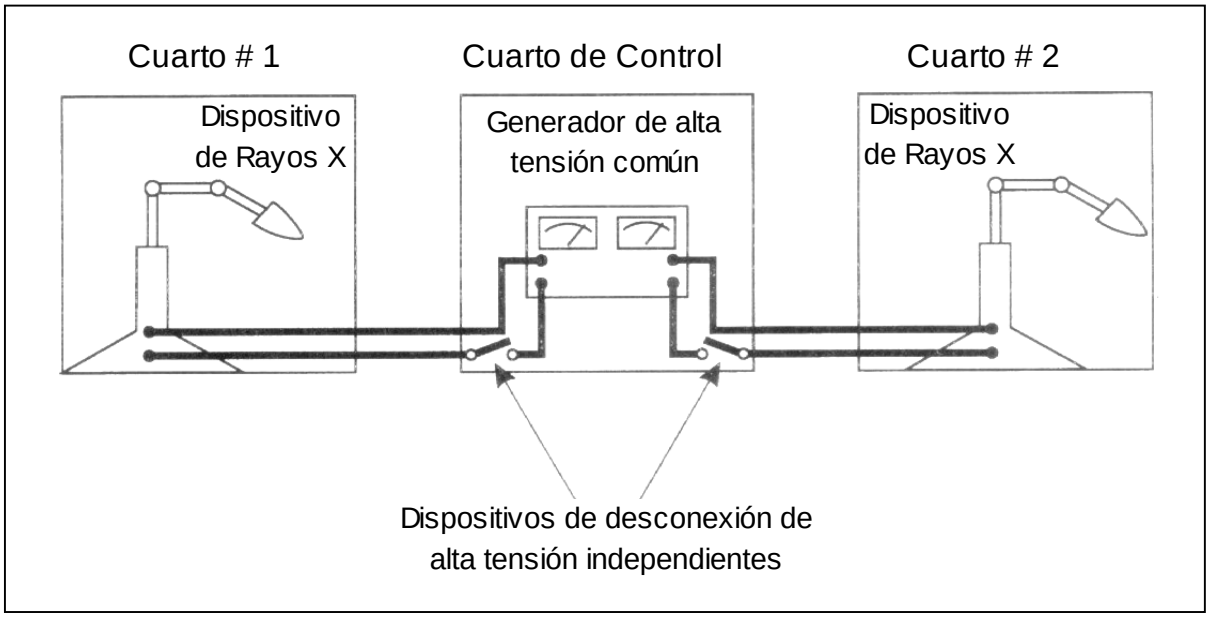


Figura 260-012(4)
Instalación Típica de Suministro de Generador y Dos Cabezas de Rayos X

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 260-014. Para proteger a los pacientes de tensiones parásitas o de dispersión, las partes de metal del equipo de rayos X o del equipo de diagnóstico por imagen (por ejemplo, plataformas para tubos, mesas, fluoroscopios y otros aparatos auxiliares) deben estar conectadas a un punto de puesta a tierra común a todos los metales en la sala o consultorio. Esto da como resultado que todos los objetos de metal estén a la misma tensión y evita que los operadores y/o pacientes puedan recibir choques eléctricos cuando se tocan dos objetos de metal separados, al mismo tiempo.

Propósito de la Regla 260-014. El objetivo es que todas las partes de metal no transportadoras de corriente del equipo, en una instalación común estén al potencial a tierra cuando se enlacen, como se requiere en la Sección 060.

Sustento de la Regla 260-016. Los rayos X o el equipo computarizado de tomografía toman la más alta corriente de línea durante los ciclos de exposición de rayos X, ésta puede ser, varias veces la capacidad nominal de corriente de largo tiempo (en estado estacionario) pero sólo por periodos muy cortos (un máximo de 20 segundos, pero normalmente menos de 5 segundos). Cuando dos o más circuitos derivados son usados para suministrar una instalación de rayos X, los cálculos en la Subregla (2) deben ser realizados.

Propósito de la Regla 260-016. Se tiene el propósito de reconocer la corta duración de la alta corriente de línea durante los ciclos de exposición y permitir el uso de conductores de suministro y dispositivos de protección de sobrecorriente a un costo y tamaño razonable que sean satisfactorios para los propósitos requeridos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 270

SISTEMAS DE CALEFACCION

Alcance

Sustento de la Regla 270-000. Esta regla es la más importante porque identifica al equipo eléctrico de un edificio, estructura o instalaciones a los que se aplican los requerimientos de la Sección 270. Indica que las reglas generales del Código, por ejemplo, las Secciones 010 a la 090 como la 150, se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 270 pueden enmendarlas o añadirse a ellas cuando sea necesario.

Generalidades

Sustento de la Regla 270-102. Las definiciones generalmente se colocan en la Sección 010, sin embargo, una palabra, término o su derivado que se aplican solamente a una Sección, se define en esa sección.

Propósito de la Regla 270-102. El objetivo es proveer definiciones claras de la terminología usada en la Sección 270.

Sustento y Propósito de la Regla 270-104. Los equipos de calefacción instalados en lugares específicos, deben ser marcados para indicar que son adecuados para esa ubicación.

Sustento de la Regla 270-106. Las conexiones terminales deben ser accesibles para verificar la calidad de la terminación y para probar la operación de la unidad de calefacción. Los accesorios terminales deben ser construidos con un material no combustible y que esté accesible sin perturbar el sistema de alambrado.

Propósito de la Regla 270-106. La intención es que las conexiones terminales estén accesibles y si la temperatura en el punto de conexión de la unidad de calefacción excede a los 60º C, se deben instalar conductores con la temperatura de aislamiento más alta para el circuito derivado completo o terminado en una caja de uniones instalado como se especifica en la Regla 170-408.

Sustento de la Regla 270-108. Para la carga de los circuitos derivados, dimensionamiento de conductores, protección contra sobrecorriente, reparaciones y seguridad, las unidades calefactoras se deben conectar a circuitos derivados usados sólo para ese propósito. Puede ser insegura la interconexión con luces u otro tipo de cargas eléctricas.

Propósito de la Regla 270-108. Se debe mantener separado al equipo de calefacción de otras cargas, con excepción de las lámparas de calor mencionadas en la Subregla (3), que pueden estar conectadas al circuito derivado de uso general. Los conductores

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

deben tener una capacidad de corriente no menor que la carga conectada y un aislamiento apropiado para la temperatura encontrada en la unidad de calefacción.

Sustento de la Regla 270-110. El propósito de esta regla es asegurar que la instalación eléctrica va a proveer la más alta eficiencia de la unidad de calefacción y además va a proteger la estructura circundante. Además, los artefactos de calefacción deben estar soportados en forma segura, provistos para ser inspeccionados. Los artefactos deben estar protegidos de daño por elevación, o ser del tipo aprobado para tal aplicación.

Propósito de la Regla 270-110. La intención es proveer instrucciones detalladas para la instalación satisfactoria de las unidades calefactoras eléctricas.

Sustento de la Regla 270-112. A menos que el fabricante haya provisto los ductos de cable necesarios, permitiendo a las unidades calefactoras ser usadas como ductos de cable para los conductores del circuito derivado, puede resultar que los conductores del circuito sean expuestos al elemento de calefacción, causando daño al aislamiento del conductor.

Propósito de la Regla 270-112. El canal del ducto de cable de una unidad calefactora de zócalo, puede contener a los conductores que alimentan a las unidades adyacentes siempre y cuando las unidades estén marcadas para ese propósito y las unidades adyacentes están en el mismo circuito derivado. Esto es para asegurar que los conductores no estén sujetos a daño por sobrecalentamiento o por efecto mecánico y que no exista daño sostenido por el elemento calefactor.

Sustento de la Regla 270-114(1), (2) y (3). Se debe tener cuidado cuando se diseña un sistema de calefacción eléctrico. Los requerimientos de esta regla restringen el tamaño de los circuitos derivados en una casa habitación, pero permiten circuitos más pesados en un edificio no residencial.

Propósito de la Regla 270-114(1), (2) y (3). Se provee de una protección correcta de sobrecorriente para los conductores de los circuitos derivados de un artefacto o de varios artefactos agrupados en un circuito derivado. Cada unidad calefactora con valor nominal mayor a 30 A, debe estar conectada a un circuito derivado de uso exclusivo. En una casa habitación, las unidades calefactoras pueden estar agrupadas en un circuito derivado, siempre y cuando el dispositivo de sobrecorriente no tenga un valor nominal mayor a 30 A, mientras que en otros tipos de ocupaciones, los dispositivos pueden tener una capacidad nominal de 60 A . Una desviación bajo la Regla 020-030 puede ser obtenida para grupos de unidades calefactoras en un circuito derivado con dispositivos de sobrecorriente mayores a 60 A .

Los dispositivos de los circuitos derivados pueden exceder los 60 A en un sistema trifásico, siempre y cuando las unidades calefactoras sean conectadas de manera que se logre un circuito balanceado.

Sustento y Propósito de la Regla 270-114(4). (Véase la Figura 270-114(4)). Se permite que el calibre de los conductores se reduzca, desde los conductores del circuito derivado a las unidades calefactoras, siempre y cuando la capacidad de corriente de los conductores no sea menor que un tercio del valor nominal de los dispositivos de sobrecorriente y las derivaciones no tengan más de 7,5 m de longitud.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

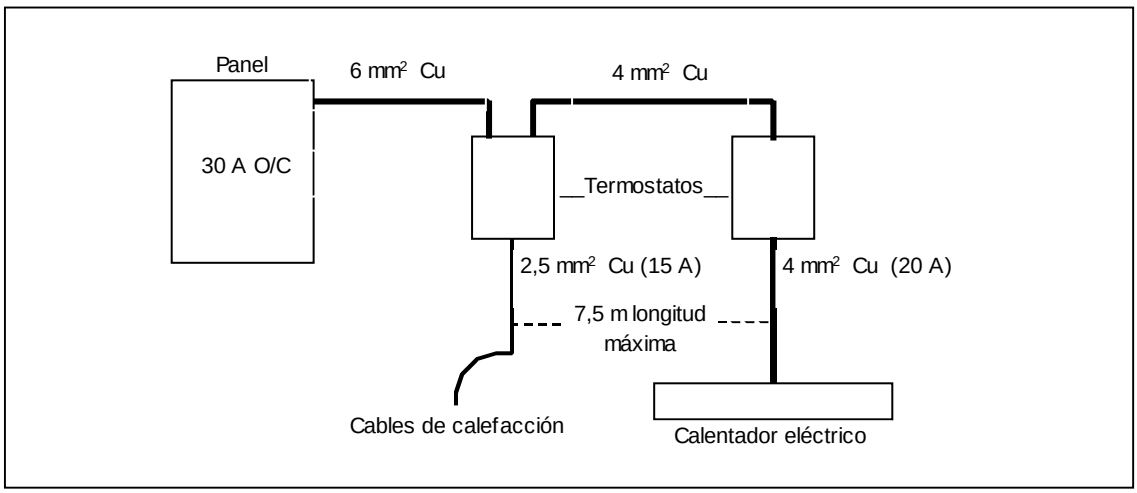


Figura 270-114(4)
Agrupamiento y Protección de Sobrecorriente

Sustento de la Regla 270-114(5). Las porciones de calefacción de los equipos de cables calefactores expuesto a materiales combustibles, pueden provocar un incendio si están protegidos por un dispositivo de sobrecorriente de más de 15 A .

Propósito de la Regla 270-114(5). El propósito es restringir los dispositivos de sobrecorriente a 15 A cuando la porción de calefacción (resistencias) de un equipo de cable calefactor no está embutida en material no combustible.

Sustento de la Regla 270-114(6). Las cargas de calefacción son consideradas como cargas continuas y se ha determinado que los dispositivos de sobrecorriente bajo carga continua pueden sobrecalentarse provocando que el fusible se funda o que el interruptor automático se dispare en forma prematura.

Propósito de la Regla 270-114(6). El objetivo es evitar una interrupción innecesaria al sistema calefactor limitando la carga conectada al 80% del valor nominal del dispositivo de sobrecorriente cuando éste no está rotulado para el 100% de la operación continua.

Cuando un circuito de acometida, alimentador o derivado es usado solamente para la alimentación de energía del equipo calefactor, se pretende que la carga total del dispositivo de sobrecorriente no exceda el 80% del valor nominal del dispositivo cuando éste está rotulado para la operación continua del 80% o está sin rotular.

Los pasos para el dimensionamiento del dispositivo de sobrecorriente y la capacidad de corriente mínima del conductor para un circuito de acometida, alimentador o derivado, que solamente provee energía al equipo de calefacción, son como sigue:

Paso 1: Determinar la carga de calefacción eléctrica en amperes amperes al dividir la carga de la calefacción eléctrica en watts, por la tensión del sistema de baja tensión de corriente alterna listado en la Regla 050-100.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Paso 2: Determinar el valor nominal de la operación continua del interruptor fusible, interruptor automático o tablero de distribución a ser usado.
Paso 3: Calcular la capacidad mínima del dispositivo de sobrecorriente, multiplicando la carga de calefacción en amperes (ver el Paso 1) por 125%; o dividiendo la carga de calefacción en amperes por el 80% cuando el valor nominal de la operación continua del equipo es el 80% o el equipo no está rotulado.

Nota: *Si se usa el 100% del valor nominal de la operación continua del equipo, la carga de calefacción en amperes (ver el Paso 1) es la capacidad mínima del dispositivo de sobrecorriente.*

Paso 4: Usando la capacidad mínima del dispositivo de sobrecorriente del Paso 3, se selecciona el tipo y tamaño de los estándares de fabricación del dispositivo de sobrecorriente.

Paso 5: Calcular la capacidad de corriente mínima del conductor, multiplicando la capacidad del dispositivo de sobrecorriente seleccionado en el Paso 4 por el 80% o utilizar la carga de calefacción en amperes (ver el Paso 1), cualesquiera sea el mayor (Véase la Regla 270-114(7)).

Ejemplo:

Se requiere conectar un horno de hasta 20 kW, 380 V, trifásico. Determinar el dispositivo de sobrecorriente y la sección mínima del conductor requerido.

Paso 1: Carga en amperes: watts/(volts x 1,732)
20 000 W/(380 V x 1,73) = 30,9 A

Paso 2: Valor nominal de operación continua del equipo: el equipo no está rotulado.

Paso 3: La capacidad mínima del dispositivo de sobrecorriente:
30,9 x 125% = 38 A o
30,9 / 0,8 = 38 A

Paso 4: Tamaño más próximo de fusible o interruptor automático manufacturado al tamaño mínimo calculado (Paso 3) es un fusible de 40 A o un interruptor automático de 40 A .

Paso 5: Capacidad del conductor usando un fusible o un interruptor: 40 A x 0,8 = 32 A

Por lo tanto, de acuerdo al método de instalación se debe seleccionar de la Tabla 2 un conductor de 6 mm^2 de sección (aislamiento XLPE), si se usa un fusible o un interruptor automático.

Sustento y Propósito de la Regla 270-114(7). Se pretende que la capacidad de corriente de los conductores no sea menor que la carga conectada y se permita que el dispositivo de sobrecorriente se incremente en 25%. Al ser fija la carga de la resistencia, la corriente no va a incrementarse, pero en el evento de un corto circuito, va a operar el dispositivo de sobrecorriente, sacando a la unidad calefactora de la alimentación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de las Reglas 270-116(1) y (2). Para asegurar que los conductores instalados para alimentar las cargas de calefacción, van a tener una capacidad de corriente suficiente para llevar la carga, se han establecido los factores de demanda y el método de cálculo de la capacidad de corriente de los conductores.

Propósito de las Reglas 270-116(1) y (2). Los conductores que alimentan las cargas de calefacción deben tener una capacidad de corriente no menor que la suma de las cargas instaladas, con las siguientes excepciones:

Los conductores que alimentan a un horno eléctrico deben tener un valor nominal del 100% del valor nominal del horno; sin embargo, en una casa habitación, con un termostato en cada habitación, la capacidad de corriente de los conductores de la acometida, o de los conductores alimentadores puede ser menor al aplicar el siguiente factor de demanda: 100% de los primeros 10,000 W mas el 75% del resto.

Ejemplo:

Carga instalada	= 18 000 W
Primeros 10 000 W al 100%	= 10 000 W
Restantes 8 000 W (8 000 x 0,75)	= 6 000 W
Total	= 16 000 W

El hecho de que no todos los calefactores estén prendidos al mismo tiempo, permite el uso de los factores de demanda mostrados.

Sustento y Propósito de la Regla 270-116(3). Cuando los conductores de la acometida de los alimentadores, suministran las cargas combinadas de calefacción y otro equipo eléctrico, se calculan las otras cargas de acuerdo a la Sección 08 y luego se añaden a las cargas de calefacción calculadas en esta Sección.

Sustento y Propósito de la Regla 270-116(4). Se debe tener cuidado cuando se calculan las cargas combinadas para otros usos. Si la carga calculada de otro equipo eléctrico es menor que el 25% de la carga de calefacción conectada, ningún factor de demanda va a ser aplicable a la carga de calefacción eléctrica.

Sustento de la Regla 270-118. Los dispositivos de control de temperatura dan un control automático al equipo de calefacción y deben ser seleccionados e instalados para dar una operación satisfactoria y segura para el mantenimiento y protección contra incendio.

Propósito de la Regla 270-118. (Véase la Figura 270-118). Los dispositivos de control de temperatura deben ser instalados para proveer una instalación eléctrica segura.

La Subregla (1) requiere que el control de temperatura tenga una capacidad nominal en amperes de por lo menos el mismo valor nominal de la corriente del equipo eléctrico que controla. Los contactos del control de la temperatura se pueden soldar juntos o quemarse si están expuestos a corriente excesiva.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

La Subregla (2) permite que un dispositivo de control de temperatura de un solo polo sea conectado en un circuito derivado de calefacción de dos conductores vivos no puestos a tierra, siempre y cuando el dispositivo de control no indique una posición de "apagado". La posición marcada como "apagado", puede ser interpretada como un mecanismo de desconexión de "apagado", que puede presentar un peligro para el personal.

La Subregla (3) establece que se debe tener cuidado para asegurar que el dispositivo de control de temperatura (límite superior) no permita que la temperatura sobrepase el punto de inflamabilidad del líquido y termine así en un incendio.

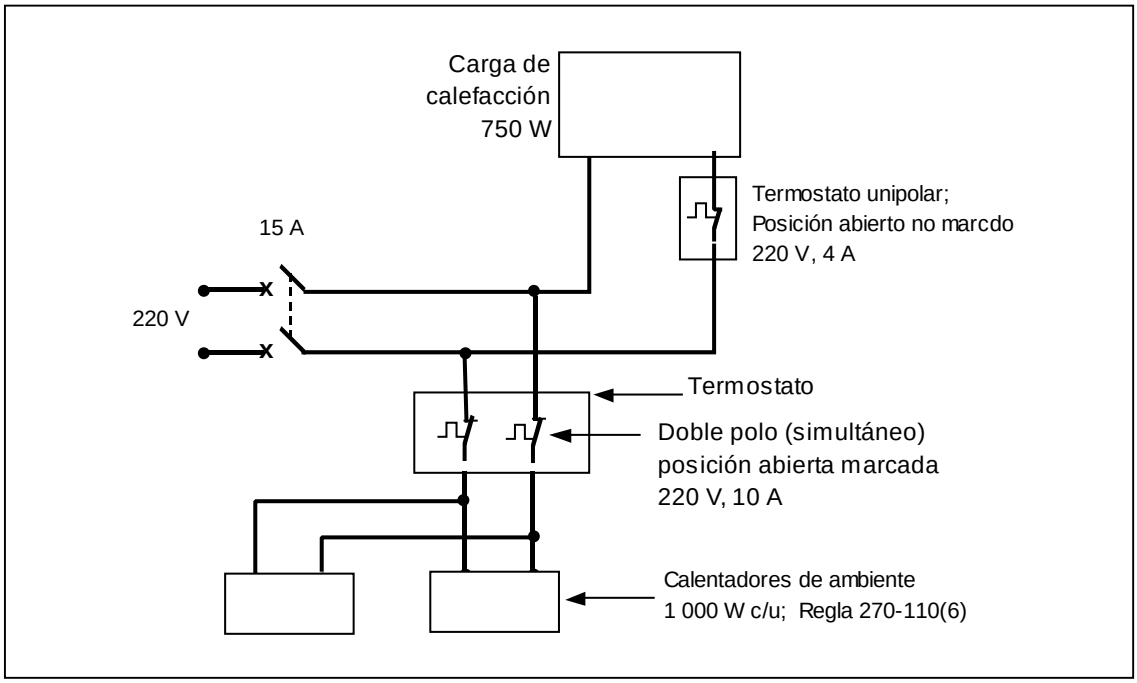


Figura 270-118
Dispositivos de Control de Temperatura

Sustento de la Regla 270-120. Los juegos de cables calefactores deben tener valores nominales de tensión, potencia en watts y/o de corriente nominales, localizadas en la etiqueta mencionada en la regla.

Propósito de la Regla 270-120. El propósito es que se provea la información necesaria de manera que los sistemas sean correctamente diseñados e instalados en forma segura.

Sustento de la Regla 270-122. Se deben instalar los juegos de cables calefactores de manera que provean una instalación eléctrica segura.

Propósito de la Regla 270-122. El propósito es proveer una instalación eléctrica segura que, cuando se haya finalizado, vaya a proveer un sistema de calefacción satisfactorio. Las instrucciones de instalación listadas en esta regla son bastante claras.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 270-124. Los cables calefactores embebidos en concreto deben ser salvaguardados de la humedad y del daño mecánico.

Propósito de la Regla 270-124. Se pretende tener la porción calefactora de los cables calefactores, completamente embebida en el concreto, con los cables no calefactores protegidos entre el concreto y la caja de empalme que ha sido instalada para conectar los conductores del circuito derivado y los cables sin calefacción del juego de cables calefactores. La etiqueta que identifica al equipo de cables calefactores va a ser ubicado en la caja de empalme. El juego de cables calefactores debe llevar la designación Tipo 1B como se listó en la Tabla 60.

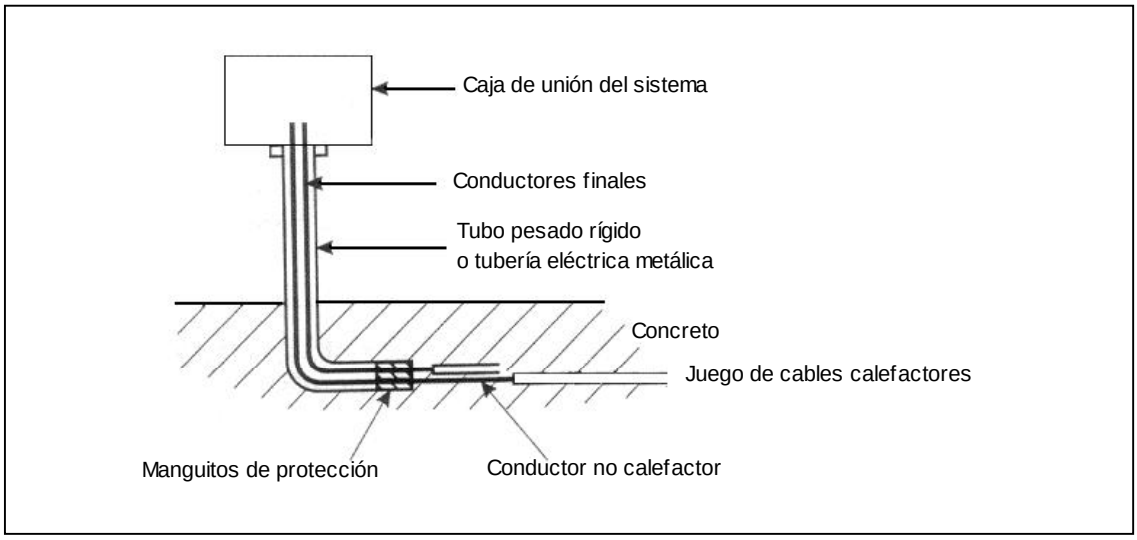


Figura 270-126(2)
Juego de Cables de Calefacción en Serie Típico

Sustento y Propósito de la Regla 270-128. Como una condición de aprobación para los juegos de paneles de calefacción, los terminales no calefactores deben ser ensamblados en fábrica. Se permite que los paneles de calefacción tengan terminales no calefactores en el lugar de trabajo. En ambos casos, el objetivo es que los conductores usados como cables sin calefacción sean los listados en la Tabla 19 para usarlos como cables sin calefacción en paneles de calefacción y en juegos de paneles de calefacción y los conductores han de ser rotulados como apropiados para ser usados como cables sin calefacción.

Sistemas de Calefacción Eléctrica de Superficies

Sustento de la Regla 270-300. Los cables calefactores para calefacción de superficies están en contacto directo con las superficies a ser calentadas y pueden estar expuestos en lugares mojados, húmedos o secos. Además, se debe considerar la superficie a ser calentada (por ejemplo: concreto, asfalto, tierra) cuando se haga la instalación de cables calefactores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

El diseño inherente del juego o conjunto de cables calefactores y juegos de paneles, puede permitir que no se detecte un arco por no provocar el disparo del dispositivo de sobrecorriente, resultando en un peligro de fuego. El requerimiento de una trenza o chaqueta metálica enlazado a tierra y con protección contra una falla a tierra, da una salvaguarda contra este peligro potencial.

Propósito de la Regla 270-300. Se pretende dar una dirección en la selección del correcto cable calefactor o el juego de cables calefactores. Para seleccionar la condición de uso y aplicación se indica en la Tabla 60, la designación del tipo de 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 3A, 3B, 3C, 3D, 5A o 5B.

Cuando se instalan los juegos de cables calefactores, que están instalados sobre o alrededor de la superficie, como se describe en la Regla 270-308, el propósito es que los juegos de cables calefactores, tengan una trenza o chaqueta metálica. Cuando los juegos de paneles calefactores están instalados en tanques, recipientes o tuberías en instalaciones industriales, de acuerdo a la Regla 270-314, el juego de paneles calefactores deben tener una cubierta metálica sobre la superficie y que no esté en contacto con la superficie a ser calentada.

Para aumentar la seguridad, se debe instalar una protección contra fallas a tierra, con un disparo suficiente para permitir una operación normal, en los juegos de cables calefactores y en los juegos de paneles calefactores, excepto los instalados bajo la superficie calentada, de acuerdo a la Regla 270-306. Se permite hacer una excepción a la protección contra fallas a tierra en establecimientos industriales que utilizan personal calificado para darle servicio a los sistemas de calefacción instalados, donde es necesaria la operación continua del sistema de calefacción para la seguridad del equipo de procesos, siempre y cuando se instale una alarma para indicar la presencia de una falla a tierra.

Sustento de la Regla 270-302. Si los artefactos eléctricos de calefacción estuviesen expuestos a la lluvia, éstos se deteriorarían y podrían volverse inseguros.

Propósito de la Regla 270-302. Para extender la vida de las unidades calefactoras eléctricas, se requiere que estén protegidas de la intemperie y que todas las partes metálicas de las unidades, que no lleven corriente, sean enlazadas equipotencialmente a tierra.

Sustento de la Regla 270-304. Las restricciones mencionadas en esta regla van a proveer una instalación eléctrica segura al proteger los materiales cercanos a la unidad de calefacción.

Propósito de la Regla 270-304. Se provee una instalación eléctrica segura al limitar la temperatura, estableciendo una distancia a los materiales adyacentes o al instalar un control seguro del límite superior.

Sustento de la Regla 270-306. Cuando los cables o paneles calefactores son instalados en exteriores bajo la superficie calentada, en la mayoría de casos, la superficie es concreto o asfalto. El instalador debe asegurarse que la superficie calentada no sea dañada o que los cables o paneles calefactores no sean dañados por una calzada, vereda o instalaciones similares.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Cuando se instalan los cables o paneles calefactores en concreto, se requiere que el concreto de la calzada, vereda o instalaciones similares, sea lo suficientemente grueso para que el concreto no se corte, rompa o mueva debido a las condiciones de la instalación (por ejemplo: tráfico vehicular, escarcha) si se da el movimiento de concreto, se pueden dañar los cables o paneles calefactores, requiriendo de reparaciones o reemplazos costosos. Además, los cables o paneles calefactores deben ser embebidos en el concreto con una profundidad suficiente para evitar que la superficie de éste se agriete o fragmente debido al ciclo de calefacción de la unidad.

En instalaciones de asfalto, existe la preocupación de que éste sea de un grosor suficiente para que no se parta durante el uso, lo que podría dañar a los cables o paneles calefactores. Si se entierra la unidad de calefacción demasiado profundo en el asfalto, la unidad de calefacción puede suavizar el asfalto durante el ciclo de calefacción, lo que podría dañar la superficie del asfalto.

Cuando se instalan los cables o paneles calefactores en interiores y exteriores, también existe la preocupación de que la unidad de calefacción energice algún cuerpo metálico que pueda presentar un peligro de choque eléctrico (electrocución).

Propósito de la Regla 270-306. (Véase la Figura 270-306). Los cables o paneles calefactores deben ser instalados en un bloque de concreto de un espesor mínimo de 100 mm cuando no esté sujeto a tráfico vehicular, de manera que el bloque no se quiebre, dañando así a los cables o paneles calefactores; o de 150 mm si está sometido a tráfico vehicular.

En las instalaciones de asfalto, el objetivo es que los cables o paneles calefactores, sean cubiertos con una malla metálica de fierro o acero, o sujetos por un mínimo de 25 mm del asfalto o una losa de base equivalente que esté siendo soportado por concreto o piedra molida compacta de por lo menos 150 mm de profundidad.

El concreto, los cables o paneles calefactores deben tener un mínimo de 50 mm de concreto entre la superficie y la unidad, mientras que para el asfalto, se puede reduce a 25 mm, para evitar dañar la superficie calentada.

También los cables o paneles calefactores exteriores instalados en concreto o asfalto, deben tener una chaqueta metálica. Cuando los cables o paneles calefactores no requieran de una chaqueta o pantalla metálica, todos los metales no aislados que se encuentran bajo la superficie calentada, deben ser enlazados equipotencialmente a tierra, se otorga una excepción a los cables o paneles calefactores no metálicos instalados en interiores y espaciados con un mínimo de 25 mm del metal no aislado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

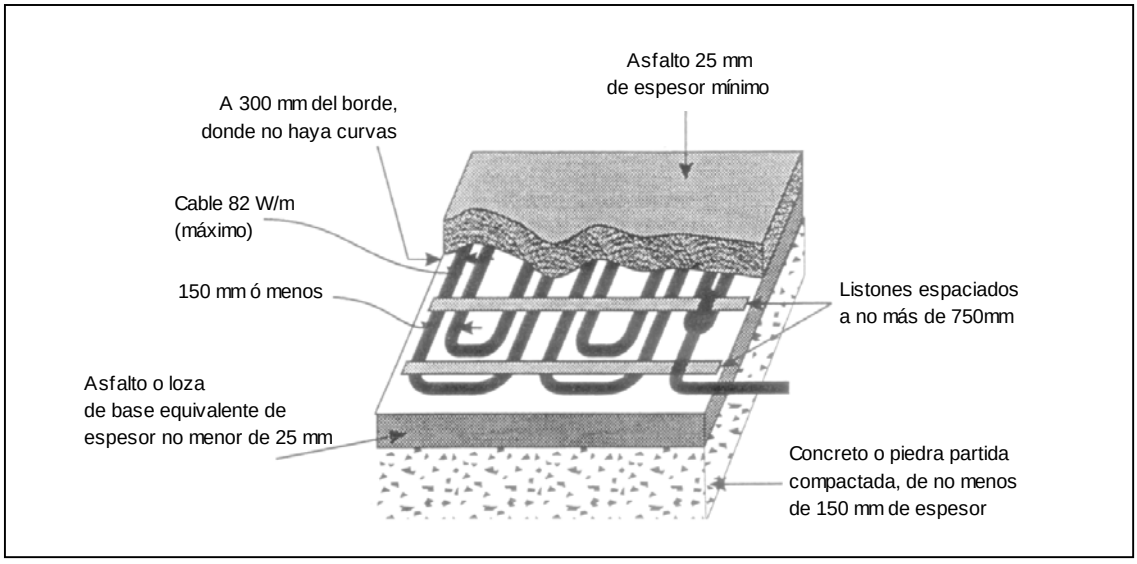


Figura 270-306
Superficie de Asfalto de Calefacción

Sustento de la Regla 270-308. El propósito de esta regla es proteger el cable calefactor durante y después de una construcción y facilitar la operación de protección de la falla a tierra.

Propósito de la Regla 270-308. El propósito es asegurar los juegos de cables calefactores a las superficies mediante dispositivos de fijación adecuados que no dañen la unidad de calefacción y que permitan alguna holgura en el cable, en áreas que van a tener un poco de movimiento. También, la trenza o chaqueta metálica en cada juego de cables calefactores, deben ser enlazada equipotencialmente a tierra.

Sustento de la Regla 270-310. El propósito de esta regla es ver que los juegos de cables calefactores en paralelo estén correctamente instalados por seguridad y para una operación apropiada.

Propósito de la Regla 270-310. Se quiere restringir la tensión, para juegos de cables calefactores en paralelo, a 600 V o menos y que todas las estructuras metálicas usadas como soporte de los cables, sean enlazadas a tierra según las instrucciones del fabricante.

Sustento de la Regla 270-312. Los requerimientos establecidos en esta regla deben ser estrictamente seguidos para el uso de los cables calefactores sobre o dentro de las tuberías no metálicas, ductos o recipientes. Su instalación, sin las consideraciones para el sobrecalentamiento de las tuberías metálicas, ductos o recipientes, puede provocar que se deteriore el material, que a su vez puede provocar una fuga.

La trenza o chaqueta metálica debe ser enlazada equipotencialmente a tierra para facilitar la operación de la protección de falla a tierra.

Propósito de la Regla 270-312. Se requiere que las instrucciones sobre la instalación eléctrica de los fabricantes, sean estrictamente seguidas. Existe la preocupación del sobrecalentamiento, bloqueo de tuberías y la posibilidad de un incendio.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Se debe instalar un sensor (límite superior) en el circuito derivado para restringir la temperatura y que ésta sea establecida debajo de la temperatura de fusión del material que se calienta. Además se requiere un collarín apropiado para permitir que el juego del cable calefactor esté conectado a un circuito derivado externo. También se requiere que la trenza o chaqueta metálica de cada juego de cables calefactores, estén enlazados equipotencialmente a tierra.

Sustento de la Regla 270-314. Los establecimientos industriales pueden requerir juegos de paneles calefactores para que sean instalados en tanques, tuberías o recipientes para proteger su equipo y permitirles hacer ciertos tipos de procesos. Estos juegos de paneles calefactores pueden estar sujetos a condiciones ambientales más severas que en los otros tipos de establecimientos y a daño potencial.

Propósito de la Regla 270-314. Cuando los juegos de paneles calefactores están instalados en establecimientos industriales, se requiere que éstos sean asegurados en el lugar mediante el empleo de dispositivos de fijación adecuados y tengan su cubierta metálica enlazada equipotencialmente a tierra. No es la intención de esta regla permitir que los juegos de paneles calefactores no industriales sean adaptados para su uso en establecimientos industriales. (Véase la Regla 270-300(5) y (6) para obtener información adicional).

Sustento de la Regla 270-316. Todo el personal debe estar advertido si las tuberías, ductos o recipientes están instalados con calentadores de alguna clase.

Propósito de la Regla 270-316. Se requiere que las tuberías, ductos o recipientes sean marcados en forma apropiada para indicar si están calentados desde una fuente eléctrica. El alimentador del cable de calefacción, también debe tener signos o etiquetas.

Otros Sistemas de Calefacción

Sustento de la Regla 270-400. Es imperativo que se seleccione, instale y proteja de las fallas a tierra en forma apropiada al juego de cables calefactores. La Tabla 60 lista las condiciones de uso, aplicación y tipo de designación.

Propósito de la Regla 270-400. Se requiere que el correcto juego de cables calefactores sea seleccionado e instalado de acuerdo a los requerimientos de la Tabla 60. Esta regla lista muy claramente el método de instalación eléctrica y el área que tiene que ver cuando se instalan cables calefactores en tuberías, ductos y recipientes. También se requiere que el cable calefactor sea protegido por medio de protección de fallas a tierra, con un ajuste de disparo suficiente como para permitir una operación normal del cable calefactor.

Sustento de la Regla 270-402. El sustento detrás de los requerimientos de esta regla es la seguridad.

Propósito de la Regla 270-402. (Véase la Figura 270-402). Se requiere que la instalación eléctrica siga los requerimientos listados en esta regla, desde la (a) hasta la (k). Antes de iniciar, se recomienda que se prepare un bosquejo de la instalación completa y luego se aplique cada requerimiento de la regla. Nadie debe intentar calentar las tuberías por resistencia sin ayuda o dirección del personal familiarizado

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

con tal sistema. El personal que ejecute este tipo de sistema debe estar familiarizado con él y entender la operación de calentamiento de tuberías por resistencia.

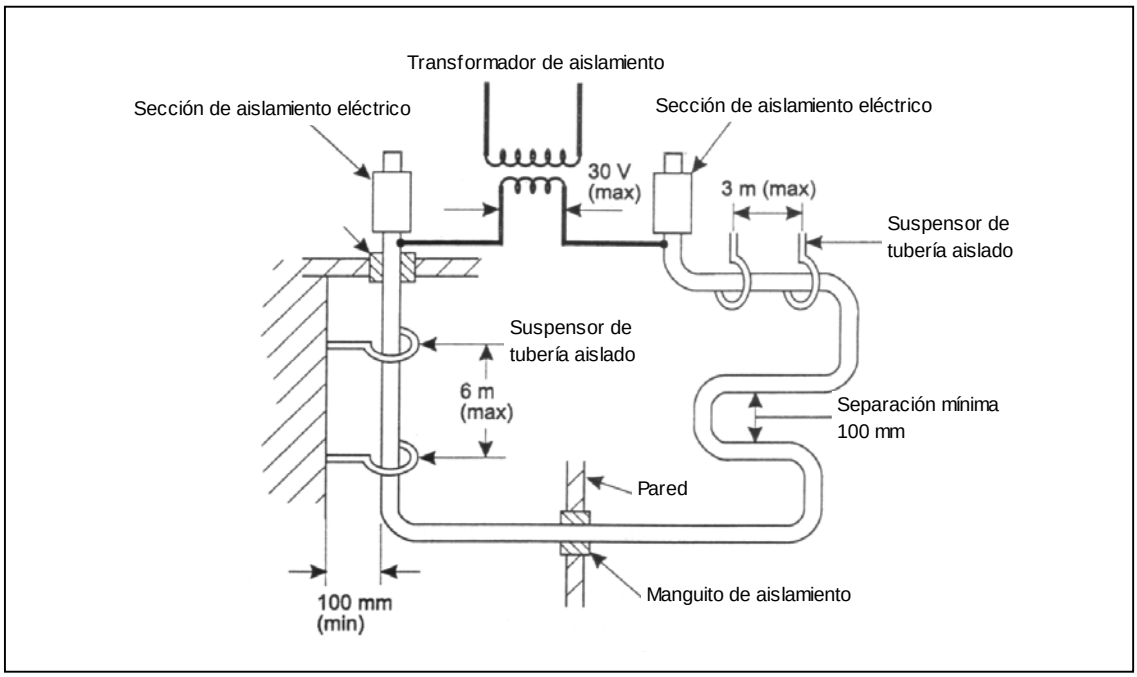


Figura 270-402
Instalación Típica de Resistencia de Calefacción en Tubería

Sustento de la Regla 270-500. El propósito de la regla es proveer una instalación segura de calefactores para cuartos de sauna.

Propósito de la Regla 270-500. Es necesario que se apruebe la unidad calefactora para sauna y se construya el cuarto de acuerdo a las especificaciones del fabricante, que han de ser permanentemente fijadas a la unidad. Los requerimientos listados en esta regla son muy explícitos y es importante que se sigan. Se da mayor información en el Anexo B.

Por la seguridad de los ocupantes que usan un cuarto de sauna, se requiere que se monte un interruptor de apagado temporizado, con un ajuste máximo de una hora, sin posibilidades de extensión, la cual, debe ser montada en la pared exterior del cuarto que contiene el calentador de sauna, y debe desconectar todos los conductores no puestos a tierra que alimentan al calefactor de la sauna.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 280

PARQUES DE DIVERSIONES Y SIMILARES

Alcance y Aplicación

Sustento de la Regla 280-000. Esta regla es muy importante, ya que identifica las áreas de los locales a los cuales se aplican los requerimientos adicionales de la Sección 280. Asimismo, la Subregla (1) indica que también se aplican las reglas generales del Código, es decir, las Secciones 010 a 090 y 150, pero que los requerimientos de la Sección 280 pueden modificar estas reglas o complementar a las mismas u otras cuando sea necesario.

Cabe recalcar que las disposiciones de las reglas sólo se aplican al suministro de energía para los juegos mecánicos y concesionarios. Las disposiciones necesarias para la seguridad y control de los juegos mecánicos recaen bajo la jurisdicción de otras autoridades. Estas reglas no se aplican a los dispositivos que funcionan con moneda montados sobre bases estáticas y diseñados para alojar a una persona.

Propósito de la Regla 280-000. Estos requerimientos se aplican al funcionamiento y empleo seguro de equipos eléctricos para parques y juegos mecánicos, equipos que por lo general se encuentran expuestos a condiciones anormales de utilización debido a su instalación temporal.

Sustento de la Regla 280-002. Por lo general las definiciones se dan en la Sección 010. Sin embargo, una palabra o término o sus derivados que se aplican sólo a una Sección se definen en dicha Sección.

Propósito de la Regla 280-002. Se han incluido algunas definiciones de la terminología especial empleada en este contexto a fin de aclarar su significado. Los nombres comúnmente utilizados para los diferentes tipos de "juegos mecánicos de diversión" se pueden encontrar en las Normas aprobadas: En "parques de diversión" se incluyen a aquellas áreas de paseo, áreas de estacionamiento al aire libre o parques públicos donde se pueden instalar juegos mecánicos y espectáculos. En "concesionario" se incluye las estructuras tales como carpas, aleros y edificaciones del tipo portátiles o permanentes.

Generalidades

Sustento de la Regla 280-100. A pesar de la naturaleza temporal de estas instalaciones eléctricas, aún así los conductores requieren el mismo grado de los métodos de seguridad que requieren las instalaciones permanentes.

Propósito de la Regla 280-100. (Véase la Figura 280-100(3)). Los conductores utilizados para la alimentación de los juegos mecánicos y concesionarios, pueden ser fijados ya sea empleando métodos de instalación aérea o subterránea. El objetivo es que los conductores de alimentación de energía eléctrica, de instalación aérea, cuenten con

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

sus propios medios de soporte independientes. El alumbrado decorativo, letreros, comunicaciones, y los conductores del circuito de control pueden ser instalados en las estructuras donde deben ser utilizados. El empleo de otras estructuras tal como un soporte intermedio puede ser peligroso en caso de que en algún momento sea retirado. Asimismo, esto puede ser peligroso para las personas que se hallen en las estructuras de soporte intermedio. Las distancias de seguridad que se muestran en la Subregla (3) se refieren a todos los conductores instalados con métodos aéreos. Los conductores tendidos a lo largo de calzadas o pasillos pueden ser fijados y protegidos en los "surcos del camino" provistos de un canal para el tendido de los conductores.

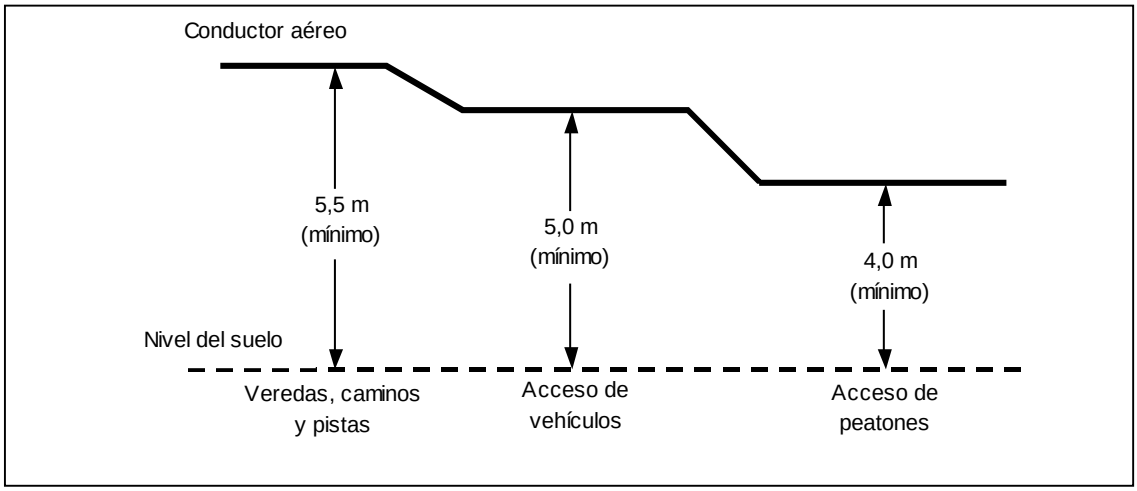


Figura 280-100 (3)
Conductores Aéreos

Sustento y Propósito de la Regla 280-102. Los equipos eléctricos son diseñados y fabricados para ser utilizados en operaciones normales; cuando son instalados en áreas o lugares accesibles a personas no autorizadas o a vehículos, éstos deben ser protegidos o aislados de peligros mecánicos. Un ejemplo de estos equipos son las luminarias, letreros, reflectores, tableros de mando y llaves.

Conexión a Tierra

Sustento de las Reglas 280-200 y 280-202. La puesta a tierra y enlace equipotencial de las acometidas y equipo eléctrico en estas aplicaciones es de vital importancia debido a los frecuentes montajes y desmontajes de sus sistemas de alambrado.

Propósito de las Reglas 280-200 y 280-202. Todas las acometidas y equipos eléctricos de distribución deben ser puestos a tierra y que las partes no conductoras de corriente del equipo eléctrico, móviles o estacionarias, deben ser enlazadas equipotencialmente a tierra de acuerdo con la Sección 010. El equipo puede ser enlazado a tierra mediante un conductor de enlace equipotencial en el cordón de alimentación o mediante un conductor individual de cobre flexible aislado de sección no menos de 16 mm^2 . Asimismo, las estaciones remotas controladas por operador, que estén conectadas con cordones deben ser enlazadas a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Acometidas y Distribución

Sustento y Propósito de la Regla 280-300. El objetivo es que el equipo de acometida tenga una suficiente capacidad de corriente, como para alimentar la suma de las cargas conectadas. En caso de que se encuentre instalado en un local accesible a personas no autorizadas, el equipo de acometida debe contar con medios de bloqueo.

Sustento y Propósito de la Regla 280-302. Un refuerzo sólido asegura una protección adecuada contra daños del equipo eléctrico. El equipo instalado en el exterior debe ser protegido contra la intemperie o debe ser instalado en un recinto de protección a prueba de intemperie, o la construcción del mismo sea a prueba de intemperie (recintos de protección "IP54" Publicación 529 IEC). (Véase la Sección 100).

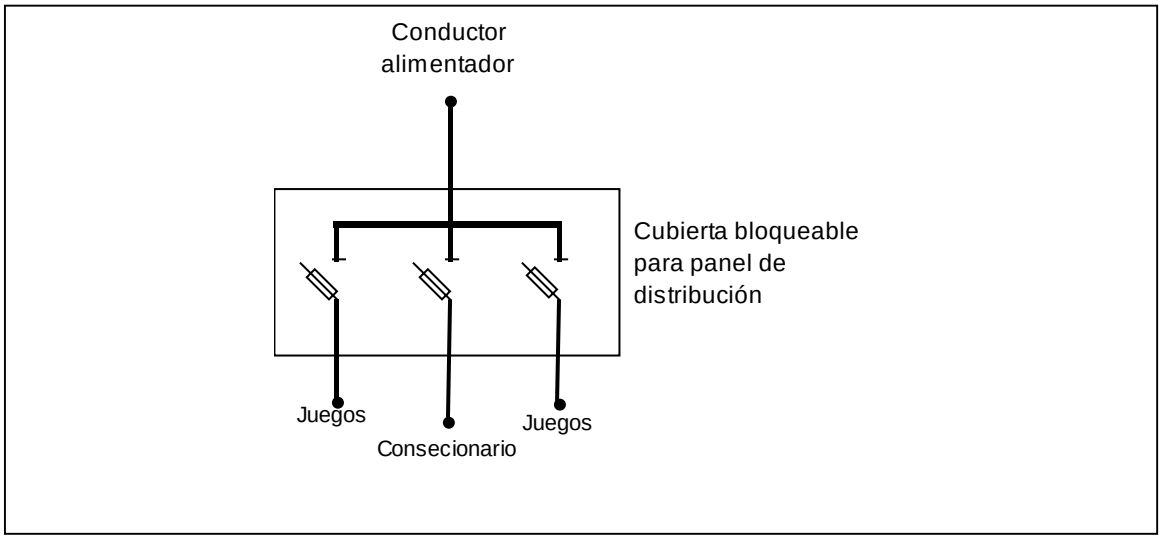


Figura 280-304
Equipos de Distribución

Sustento y Propósito de la Regla 280-304. (Véase la Figura 280-304). En cada concesionario y juego mecánico, el equipo eléctrico de distribución debe contar con medios de desconexión y un dispositivo de sobrecorriente para la protección eléctrica del equipo y para los casos de emergencia. El equipo ubicado en áreas accesibles a personas no autorizadas deben contar con medios de bloqueo.

Métodos y Equipos de Alambrado

Sustento de la Regla 280-400. Pese a la naturaleza de la instalación eléctrica, sea temporal o sea permanente, se deben de utilizar tipos reconocidos de métodos de alambrado y que sean adecuados para los lugares y condiciones de uso, tal como se muestra en la Sección 070.

Propósito de la Regla 280-400. Los métodos de alambrado elegidos deben ser instalados de acuerdo con las reglas apropiadas de la Sección 012 y las Tablas 11 y 19 para los lugares y condiciones de uso y protegidos contra daños. Los cordones deben ser diseñados para uso muy exigente. En caso de estar expuestos a la intemperie, éstos deben de ser del tipo aprobado para uso a la intemperie. Cuando los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cordones flexibles ingresan a un recinto de protección, se debe proveer un dispositivo de protección contra tirantez a los conductores, el cual evita que cualquier fuerza de tensión o torsión sea transmitida a los terminales del conductor.

Sustento y Propósito de la Regla 280-402. Los artefactos fluorescentes aprobados para ser montados en fila, tienen un espacio y medios de retención adecuados para los conductores del circuito derivado y medios para enlace equipotencial y soporte mecánico. El objetivo es que los artefactos fluorescentes montados de extremo a extremo sean identificados como apropiados para el montaje en fila continua. Asimismo, las cintas de luces deben ser fabricadas con cordones para uso muy exigente y aprobados para ser utilizados con portalámpara a prueba de intemperie, el cual puede ser el tipo espiral o tener terminales que perforen el aislamiento del cable y haga contacto con los conductores. Los portalámparas incandescentes deben ser del tipo casquillo de rosca.

Motores

Sustento y Propósito de la Regla 280-500. La instalación eléctrica de los motores y sus controles debe realizarse de acuerdo con la Sección 160, para el método de alambrado, tipo de conductor y protección contra sobrecorriente y sobrecarga, y control.

Sustento y Propósito de la Regla 280-502. Los motores deben ser ubicados en lugares secos. Sin embargo, en caso de que no resultara práctico, se puede aceptar el uso en lugares húmedos o mojados, siempre que en la placa de identificación del motor se indique que es apropiado para lugares tales como, por ejemplo, a prueba de goteo (Dripproof o DP), o a prueba de intemperie (Weatherproof o WP).

Sustento y Propósito de la Regla 280-504. El cordón flexible utilizado para la conexión de alimentación a un motor portátil debe ser de diseño para soportar esfuerzos mecánicos y para uso a prueba de intemperie y con características no menores que las del tipo SO o similar, para uso muy exigente en lugares mojados. En cuanto a los lugares y condiciones para el uso de cordones flexibles, se debe consultar la Tabla 11.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 290

PISCINAS, BAÑERAS Y FUENTES

Alcance

Sustento de la Regla 290-000. Esta regla es sumamente importante ya que identifica el equipo eléctrico en una construcción, estructura o predio, en el que se aplica los requerimientos de la Sección 290. Indica que las reglas generales del Código, por ejemplo: las Secciones del 010 al 090 y la Sección 150, también se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 290 pueden modificar o agregar algo a éstas u otras secciones donde sea necesario. Por causa de los posibles peligros eléctricos relativos a una piscina, esta regla aclara que las reglas de la Sección se aplican no sólo a la instalación de electricidad, alambrado y equipo, sino también a accesorios de metal no eléctricos, y enfatiza que el término “piscina” incluye cualquier fabricación, dispositivo o estructura que pueda contener suficiente agua para que alguien camine o se encuentre inmerso en ella.

Propósito de la Regla 290-000.Se sabe sobre los posibles peligros para una persona parada, sentada o nadando en el agua. Hay dos maneras por las que una persona en una piscina puede recibir un severo choque eléctrico: tocando la cubierta energizada de un aparato defectuoso o estando en contacto con un gradiente de tensión dentro del agua. Por lo tanto, se quiere establecer los requerimientos apropiados para alambrado y equipo eléctrico dentro o junto a una piscina, haciendo lo mejor posible el enlace equipotencial y la puesta a tierra de cualquier accesorio de metal que pueda ser energizado de alguna manera.
La Subregla (2) especifica que cuando se habla de piscinas, se quiere decir cualquier dispositivo o estructura llena de agua, dentro de la cual una persona podría estar parada o inmersa, tanto intencional como accidentalmente.

Esta sección se aplica a prácticamente a toda piscina o bañera, distinta que la bañera o tina de baño normal o común.

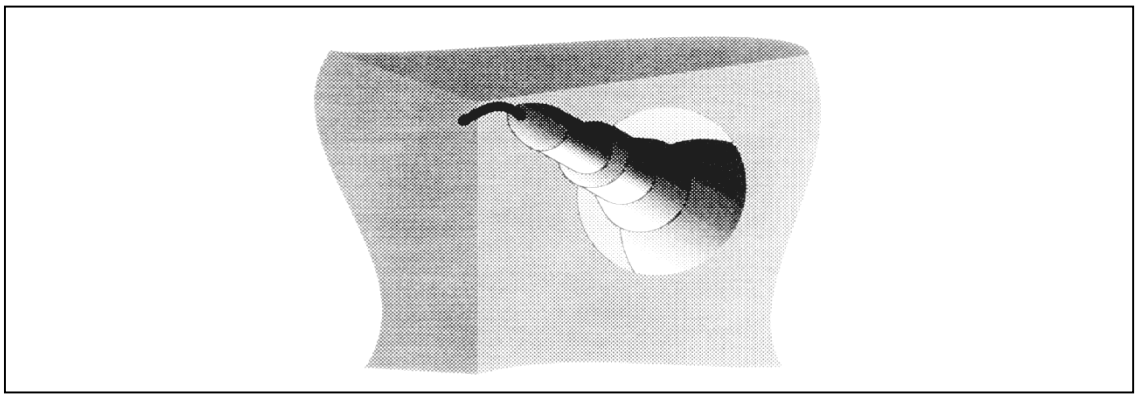


Figura 290-050-1
Luminaria de Nicho Seco

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

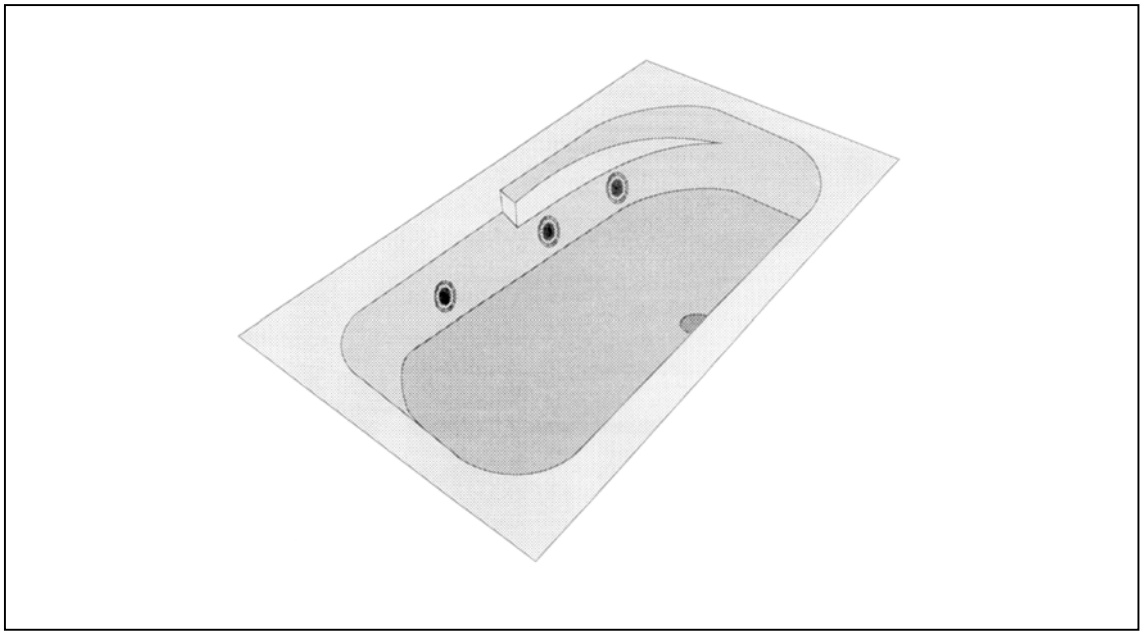


Figura 290-050-2
Bañera de Hidromasajes

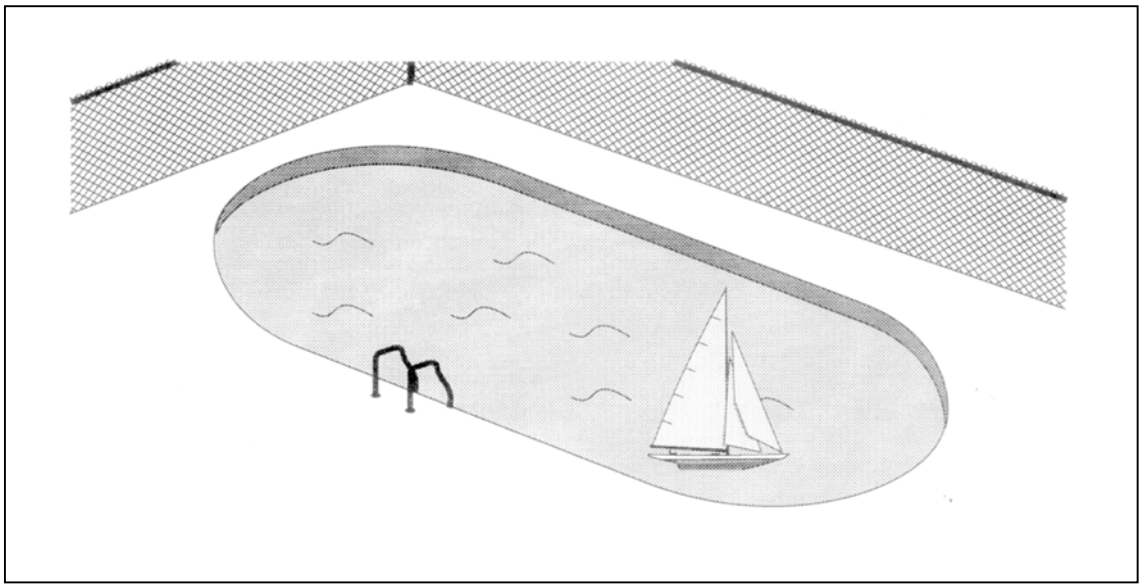


Figura 290-050-3
Piscina de Natación de Instalación Permanente

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

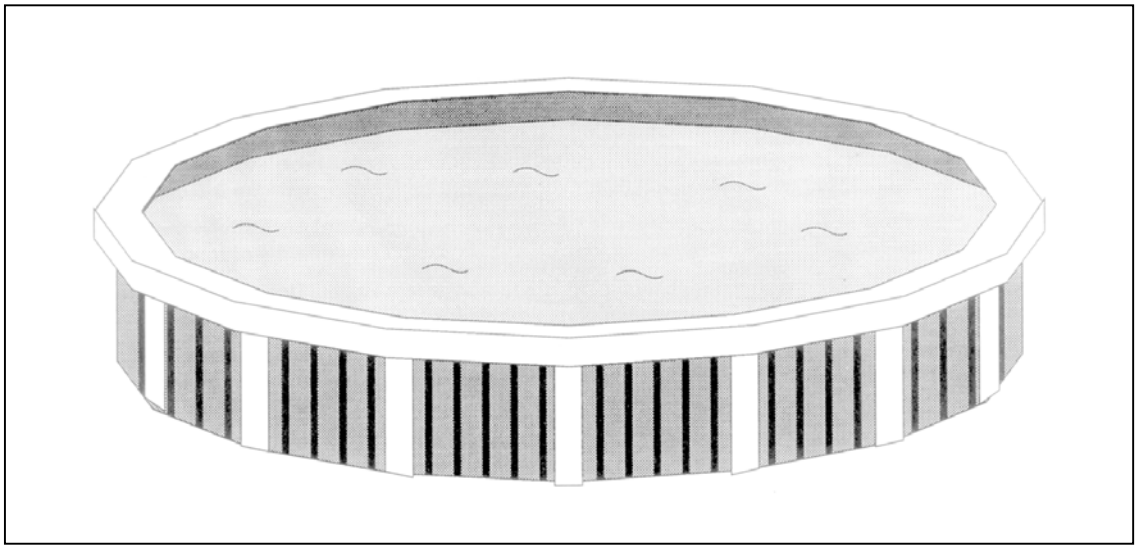
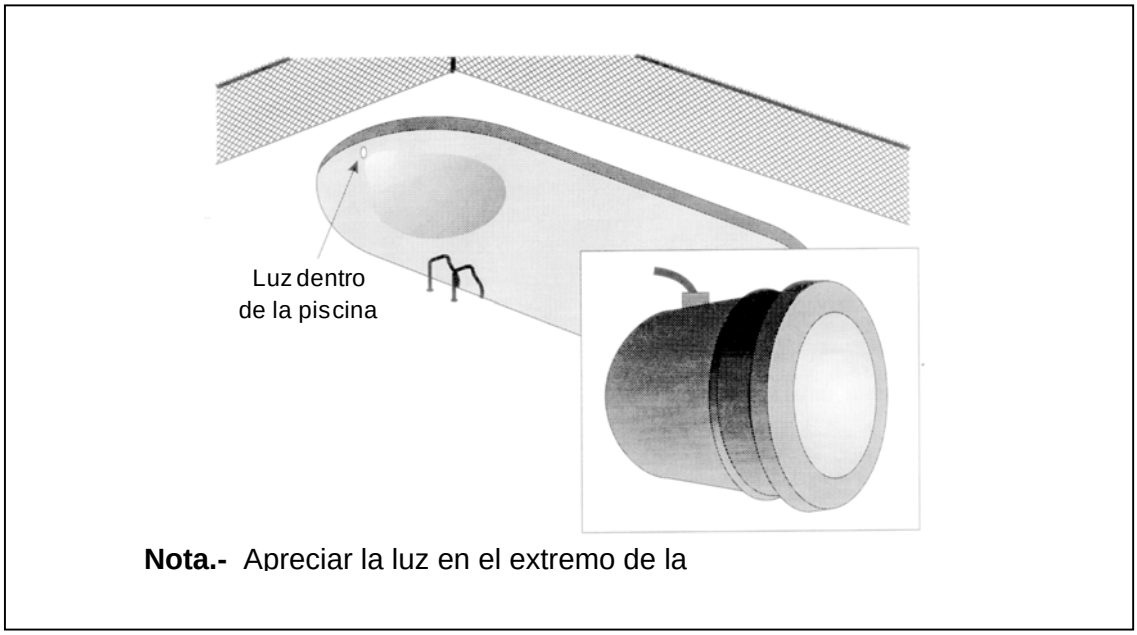


Figura 290-050-4
Piscina de Natación Desmontable



Nota.- Apreciar la luz en el extremo de la

Figura 290-050-5
Piscina de Natación Desmontable

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Generalidades

Sustento y Propósito de la Regla 290-050. (Véanse las Figuras 290-050-1, 2, 3, 4 y 5). Las definiciones se encuentran generalmente en la Sección 010. Sin embargo, una palabra, término o derivado de éste, aplicado sólo en una sección, es definido dentro de la misma.

Sustento de la Regla 290-052. El peligro posible para una persona inmersa en una piscina aumenta si hay alguna avería en el equipo eléctrico. Corrientes relativamente pequeñas pueden ser fatales en el agua, aún si la corriente no es lo suficientemente grande para matar; podrían volver a una persona inmóvil y desvalida contra el hundimiento. Por lo tanto es importante que el equipo eléctrico utilizado dentro y alrededor de las piscinas esté controlado y las mencionadas instalaciones eléctricas sean extra-seguras.

Propósito de la Regla 290-052. Se requiere que el alambrado o equipo eléctrico no esté instalado en las paredes de la piscina o en el agua a menos que esté permitido por las reglas de esta sección.

Sustento de la Regla 290-054. Esta regla reduce la posibilidad de que el alambrado aéreo caiga en la piscina o que alguien alrededor de ésta entre en contacto con un conductor aéreo.

Propósito de la Regla 290-054. (Véase la Regla 290-054 en el Apéndice B y la figura asociada). Idealmente, no debería haber ningún alambrado sobre la piscina ni sobre la cubierta alrededor de ella. Sin embargo, ya que esto no puede ser evitado siempre, algunos tipos de conductores aéreos son permitidos, provistos de ciertos espacios libres que sean mantenidos. La diferencia se basa en cuál estuvo el primero, el alambrado aéreo o la piscina: Si el alambrado aéreo estuvo ahí primero, la piscina no puede ser ubicada bajo éste, si la piscina fue construida primero, el alambrado no puede ser ubicado sobre ella.

A primera vista, esta regla parece ser aplicable sólo con piscinas exteriores, esto, sin embargo, incluye piscinas interiores. Si bien el término “alambrado eléctrico” excluye el alambrado instalado permanentemente, como el conducto rígido que alimenta las instalaciones de alumbrado aseguradas firmemente al techo sobre una piscina interior, la regla prohíbe la instalación eléctrica de alumbrado decorativo temporal (por ejemplo: luces de Navidad) sobre o alrededor de la piscina.

Para piscinas exteriores, la Subregla (3) permite algunas acometidas con tal que haya por lo menos un espacio libre de 4,5 m . Esto es para asegurar que nadie, parado alrededor de la piscina, saltando de un trampolín, sentado o parado en un borde o en la plataforma del salvavidas, pueda entrar en contacto con algunos de los conductores, aún mientras esté sosteniendo una barra o tubo, como el tubo de una aspiradora o un báculo de pastor.

No se permite la instalación de alambrado sobre piscinas, cuya tensión sea mayor a la indicada en la Subregla (3).

Sustento de la Regla 290-056. El alambrado bajo tierra, que es diferente al asociado con la piscina, puede presentar un posible peligro para los usuarios de ésta. Por ejemplo, en muchos casos el alambrado bajo tierra es utilizado para suministrar los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

servicios en una residencia (ejemplo: energía, teléfono, cable de televisión), y podría haber circuitos bajo tierra suministrando un garaje separado, el equipo de una cabaña, el alumbrado del patio, etc. Cada uno de estos circuitos debe ser protegido en algún lugar por medio de un fusible o un interruptor automático contra posibles sobrecargas. Sin embargo, es muy probable que haya alguna fuga de corriente que no sea suficiente para hacer funcionar los dispositivos de sobrecorriente, pero suficiente para poner en peligro a una persona dentro de la piscina. Esta fuga de corriente intentará seguir la vía de menor resistencia y no se quiere que esta vía atraviese la piscina.

Propósito de la Regla 290-056. Se requiere disminuir la posibilidad de que una corriente de fuga o corriente parásita pase a través de la piscina.

Sustento de la Regla 290-058. Todas las partes de metal (no portadoras de corriente) dentro y alrededor de la piscina deben ser enlazadas equipotencialmente. Notar que el término “enlace equipotencial” es definido en la Sección 010 como “una vía de baja impedancia obtenida conectando permanentemente todas las partes de metal no portadoras de corriente para asegurar la continuidad eléctrica y tener la capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente que probablemente le sea impuesta”.

Propósito de la Regla 290-058. (Véase la Figura 290-058). Esta regla asegura que todos los metales dentro y alrededor de la piscina estén al mismo potencial eléctrico, reduciendo de este modo el posible peligro de choque eléctrico, que podría ser creado por corrientes eléctricas parásitas o de dispersión. Se requiere que, para la mayoría de piscinas, los conductores de enlace equipotencial sean de cobre y no más pequeños de $16mm^2$.

Nótese que para una bañera termal de madera, los anillos o bandas metálicas utilizadas para asegurar las tablas de madera no necesitan ser enlazados equipotencialmente. (Véase la Regla 290-402(2)).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

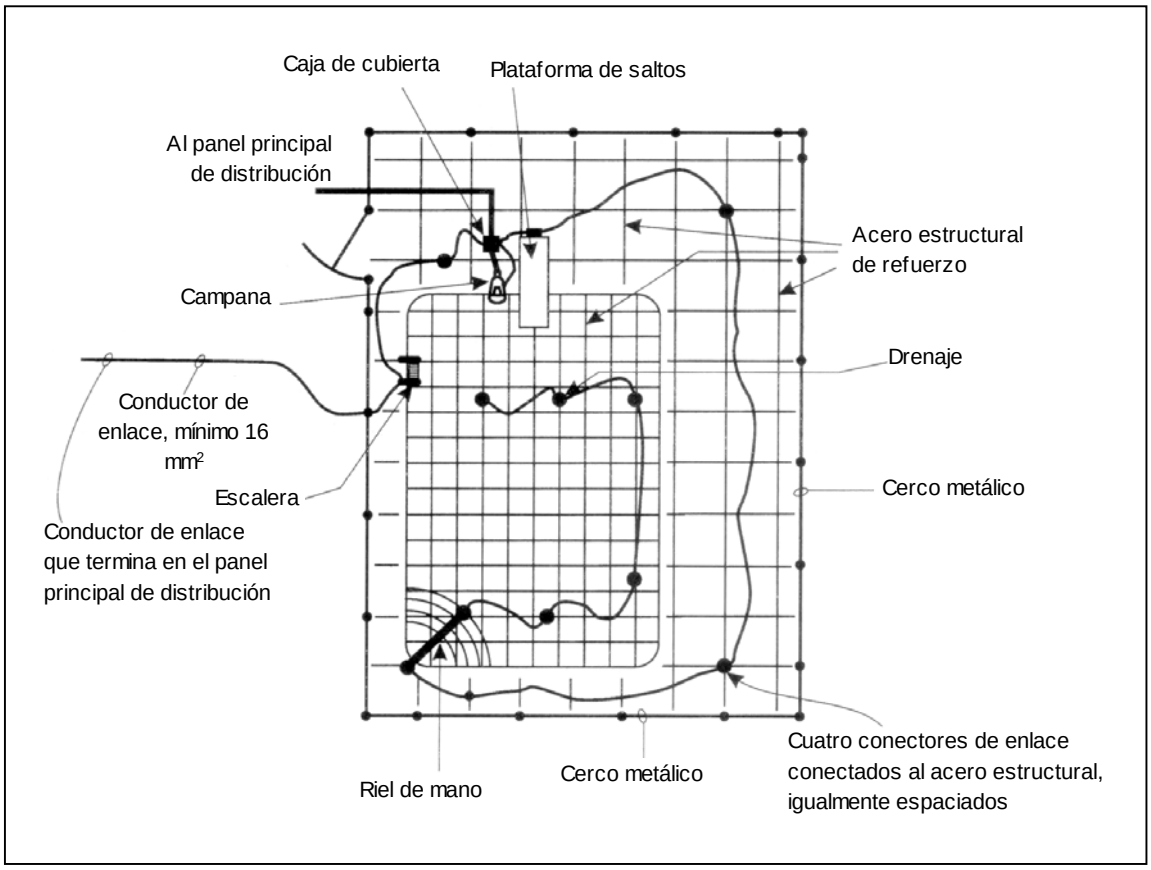


Figura 290-058
Enlace a Tierra

Sustento de la Regla 290-060. Esta regla proporciona los requerimientos para la instalación de cajas de empalme para equipo eléctrico instalado en una piscina.

Propósito de la Regla 290-060. (Véase la Figura 290-060(6)). El equipo eléctrico más común en una piscina es el alumbrado bajo el agua, aunque en algunas piscinas decorativas, una bomba bajo el agua podría ser utilizada para una fuente. En dichos casos, una caja de empalme debe ser necesaria para hacer la conexión entre el circuito de alambrado de derivación y el equipo en cuestión. Una caja de empalme puede sólo ser sumergida en una piscina decorativa y aún entonces la caja debe ser específicamente aprobada para este propósito. La caja de empalme más común cubierta por esta regla es instalada al lado del suministro de la tubería pesada tendida desde la campana o casco moldeado de un artefacto de iluminación bajo el agua y es usualmente llamada caja de cubierta. Dado que no se confía en la vía de enlace equipotencial provista por una tubería pesada de metal para dichas instalaciones eléctricas, se requiere terminales dentro de la caja de cubierta para conectar los conductores de cobre de enlace equipotencial. Así también como se quiere aislar los circuitos que alimentan este equipo bajo el agua de todos los otros circuitos, los conductores desde cualquier circuito, que son diferentes a los usados en la conexión con el equipo bajo el agua, no pueden entrar a la caja de cubierta.

Para prevenir que el agua entre a la caja de cubierta a través de los tubos pesados de la campana, se requiere que haya un sello impermeable alrededor del cordón. Para prevenir una presión indebida de agua en este sello, el fondo de la caja de cubierta

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

debe estar sobre el nivel normal de agua en la piscina. Si esto sólo puede ser efectuado elevando la caja sobre el borde de la piscina, podría convertirse en un obstáculo para alguien que camine o corra alrededor; por lo tanto es posible prevenir que sea un obstáculo colocándola bajo un trampolín. Con mucha frecuencia, la superficie de la caja de cubierta puede ser ubicada al nivel de la superficie de la cubierta y, como es recalcado en el Apéndice B, “la cubierta en la vecindad de la caja de cubierta podría ser inclinada hacia arriba hasta la superficie de la caja de cubierta, desde el nivel normal de cubierta”, para prevenir la acumulación de agua en la superficie de la caja de cubierta.

Sustento de la Regla 290-062. Dos tipos de transformadores pueden ser utilizados con el equipo eléctrico instalado en una piscina.

Un tipo es un transformador de potencia. Si una instalación de alumbrado bajo el agua opera a una tensión extra baja (menos de 30 V), la caída de tensión debería ser considerada y el instalador podría querer montar el transformador cerca de la instalación. Con el transformador ubicado cerca de la piscina, la instalación podría presentar un peligro de choque eléctrico para cualquier persona que esté utilizando el área de la piscina.

El otro tipo de transformador es un transformador de audio, tanto para parlantes bajo el agua como para altavoces normales instalados a una distancia dentro de 3 m de la pared de la piscina. Aislando estos circuitos de tierra, bajo una condición de falla a tierra, la corriente no debe fluir a las partes metálicas de la piscina.

Propósito de la Regla 290-062. Se requiere que los transformadores y recintos de protección especiales para transformadores no estén ubicados a una distancia dentro de 3 m de la pared de la piscina, a menos que ésta esté al otro lado de alguna barrera permanente como una pared, donde es completamente inaccesible a cualquier persona dentro del área de la piscina. También se requiere que una protección de metal conectada a tierra sea provista entre los bobinados primarios y secundarios.

Se requiere que los transformadores de audio estén también instalados dentro o colocados junto al amplificador entre los terminales de salida de audio y cualquier altavoz instalado a una distancia de 3 m de la pared de la piscina y que tenga una tensión eficaz de salida máxima de 75 V .

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

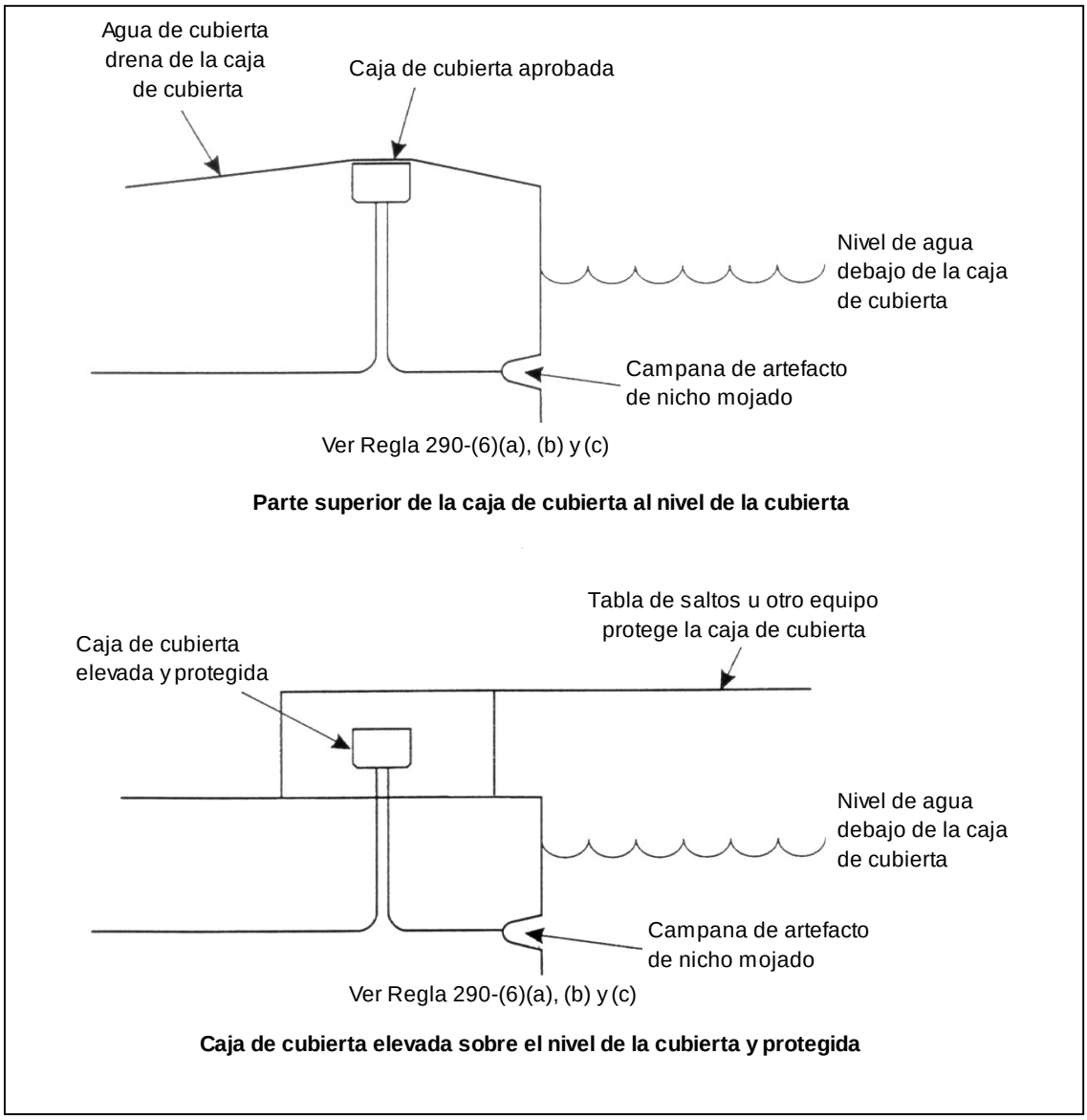


Figura 290-60 (6)
Caja de Cubierta

Sustento de la Regla 290-064. Esta regla reduce el uso de equipo eléctrico portátil alrededor de la piscina.

Propósito de la Regla 290-064. (Véase la Figura 290-064). Una persona en una piscina podría recibir un choque eléctrico al tocar la cubierta energizada de un aparato defectuoso como un radio o un aparato portátil. Por lo tanto no se permite ningún tomacorriente a una distancia de 1,5 m de la pared interior de la piscina. Desde que los aparatos que podrían ser utilizados alrededor de la piscina tienen un cordón relativamente corto, los tomacorrientes se instalan a una distancia mayor de 1,5 m, aunque si están a menos de 3 metros de la pared interior de la piscina, deben ser protegidos por un interruptor de falla a tierra (ver también el propósito de la Regla 290-0290). Esta regla parece permitir la instalación de tomacorrientes sin interruptores de falla a tierra si están a más de 3 m de la piscina; pero nótese que la Subregla (19) de la Regla 150-702 requiere que todos los tomacorrientes exteriores de residencias

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

independientes y ubicados a una altura menor que 2,5 m del suelo deben estar protegidos por un interruptor de falla a tierra.

El propósito de esta regla es restringir el uso de aparatos cerca del borde de la piscina, de modo que sea improbable que un nadador entre en contacto con un aparato o con otra persona en contacto con uno. Las dimensiones establecidas están basadas en la extensión del cordón normalmente provisto con un artefacto el cual es el motivo por el que la Subregla (3) estipula que las distancias han de ser medidas como las trayectorias más cortas a seguir. Si se usan cordones de extensión se frustrarían estos requerimientos de seguridad.

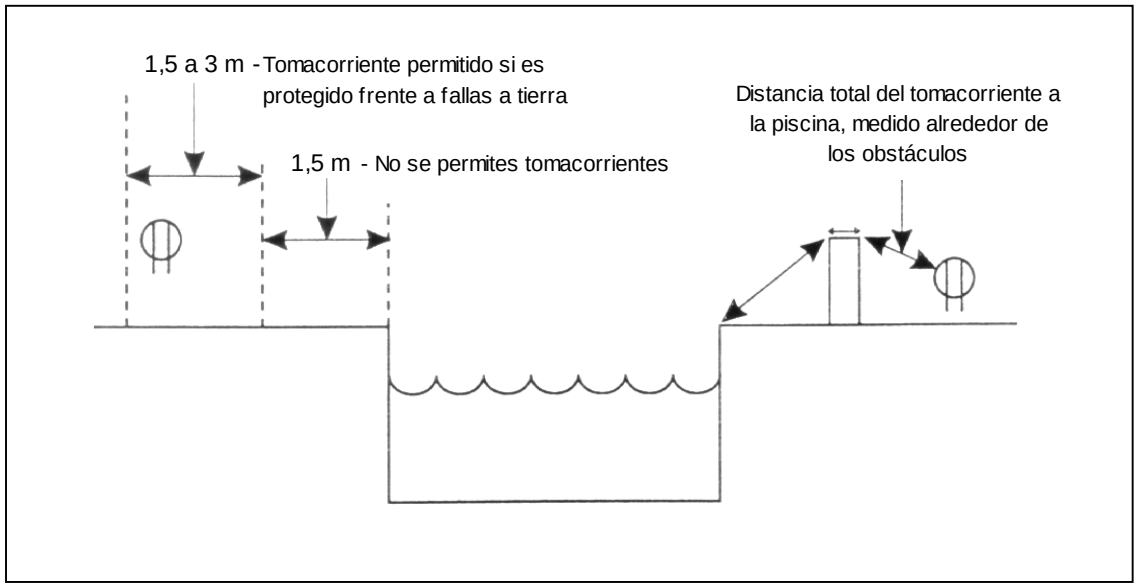


Figura 290-064
Instalación Típica de Tomacorriente Cerca de la Piscina

Sustento de la Regla 290-066. Desde que no hay un requerimiento para el alumbrado dentro o alrededor de la piscina y siendo preocupante la posibilidad de corrientes eléctricas de fuga hacia el agua de la piscina, parecería deseable prohibir el alumbrado. Sin embargo, una piscina puede presentar peligros diferentes a choques eléctricos y, si una piscina está hecha para ser usada después de oscurecer, lo más recomendable es proveer iluminación adecuada, aún bajo el agua. La iluminación por encima de la piscina usualmente se refleja en la superficie del agua y hace difícil ver si un nadador está teniendo problemas. Una buena iluminación, tanto por encima como por debajo del agua, es una función importante de seguridad; de cualquier modo se quiere asegurar que el abastecimiento de dicha iluminación no represente un peligro.

Esta regla reconoce tres tipos de iluminación: iluminación bajo el agua provista por medio de luminarias sumergibles, iluminación bajo el agua provista por luminarias de nicho seco e iluminación del área sobre el agua. Como no se espera que alguien nade en una piscina decorativa, las luminarias sumergibles no necesitan estar montadas en una campana o casco moldeado. Sin embargo, en cualquier otro tipo de piscina, debe utilizarse una campana moldeada. Una campana moldeada de metal debe ser puesta a tierra, y por consiguiente capaz de drenar corrientes de fuga que podrían desarrollarse si hubiera una falla en la luminaria, y podría ser considerado como una segunda línea de defensa en el caso de una avería del interruptor de falla a tierra

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

requerido por la Regla 290-068. La tensión máxima para la operación de una luminaria sumergible es 150 V . Las luminarias de nicho mojado son las comúnmente provistas en piscinas privadas. Éstas luminarias son provistas de una extensión extra de cordón, así pueden ser retiradas de la campana y colocadas en la cubierta de la piscina para trabajos de mantenimiento.

Las luminarias de nicho seco se encuentran usualmente en las piscinas más grandes, donde el suministro de tensión puede ser de 300 V . Naturalmente, todo equipo de iluminación debería ser accesible para servicio y mantenimiento. El acceso a las luminarias de nicho seco es por un túnel o camino alrededor de las paredes exteriores de la piscina o a través del buzón de registro de la cubierta de la piscina.

El equipo de iluminación, incluyendo sus soportes, puede presentar un peligro de choque eléctrico a personas en el área que entren en contacto con ella, tanto directa como indirectamente (ejemplo: postes de metal utilizados en el servicio de las piscinas).

Propósito de la Regla 290-066. (Véase la Figura 290-066). Se debe proveer los requerimientos apropiados para la instalación segura de la iluminación (ejemplo: luminarias de nicho seco y de nicho mojado) dentro y alrededor de una piscina y que estén protegidos por un interruptor de falla a tierra al ser instalados bajo o a una distancia de 3 m o menos de la superficie de la piscina, o de las paredes y que no estén separados del área de la piscina por una cerca, pared u otra barrera permanente.

Se requiere también que el equipo de iluminación montado en soportes esté protegido por un interruptor de falla a tierra cuando los soportes son instalados a una distancia de 3 m de las paredes de la piscina.

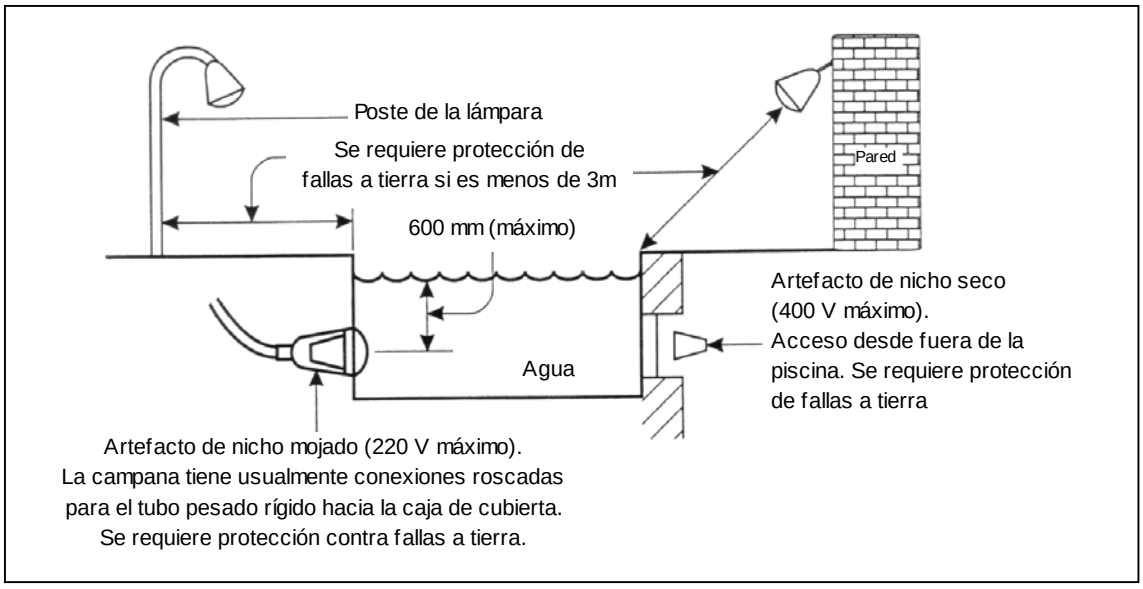


Figura 290-066
Instalación Típica de Luminaria e Iluminación

Sustento de la Regla 290-068. La función primordial de un interruptor de falla a tierra es la protección contra el riesgo de choques eléctricos causados por las corrientes de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

fuga o de dispersión a tierra, producidas por defectos de los circuitos o equipo eléctricos. Esta regla establece los requerimientos para la instalación de interruptores de falla a tierra usados con el equipo de piscinas.

Propósito de la Regla 290-068. al especificar el uso de un interruptor de falla a tierra del tipo Clase A, se requiere que el valor aceptable de la corriente de dispersión (fuga a tierra) no exceda de 5,9 mA . Si este valor se excede, el circuito debe ser abierto. Si no se dispone de interruptores del tipo Clase A de las características nominales requeridas por el equipo eléctrico, el equipo puede ser protegido por un interruptor de falla a tierra que debe eliminar la falla a tierra en el tiempo especificado para un interruptor del tipo Clase A.

- Se requiere que el interruptor de falla a tierra esté permanentemente conectado a un alimentador, circuito derivado, o dispositivo individual.
- Los interruptores de falla a tierra son importantes para la seguridad y deben ser probados regularmente. Para información de los operadores de la piscina, debe colocarse una señal de advertencia al costado del interruptor que controla al circuito protegido por el interruptor de falla a tierra.
- Se requiere que el interruptor de falla a tierra no se instale a una distancia menor de 3m del agua de la piscina, de una fuente o bañera termal, y no menor de 1,5 m de una bañera de hidromasajes. Una excepción a esta regla se da cuando el interruptor de falla a tierra forma parte integral de una fuente, bañera termal o bañera de hidromasajes, ensamblada en fábrica y autorizada por las normas de fabricación (aprobada) y es ubicada detrás de una barrera que evite que el ocupante de la bañera entre en contacto con el interruptor de falla a tierra.

Sustento y Propósito de la Regla 290-070. Cuando las piscinas están equipadas con altavoces sumergidos, la Regla 290-062 requiere que la salida del amplificador correspondiente pase a través de un transformador aislador. Esta regla aclara que el alambrado hacia el altavoz no sea conectado a tierra, puesto que esto anularía el propósito del empleo del transformador aislador. A fin de evitar que un nadador haga contacto con el altavoz mismo, se requiere que sea instalado en una cavidad, protegido con una pantalla de metal rígida, resistente a la corrosión y puesta a tierra.

Piscinas de Natación de Instalación permanente.

Sustento de la Regla 290-100. Esta regla provee requerimientos apropiados para el alambrado de equipo eléctrico utilizado en piscinas de natación, de instalación permanente.

Propósito de la Regla 290-100. El equipo más comúnmente instalado en una piscina es el de alumbrado sumergido bajo el agua. Si se utiliza una luminaria de nicho mojado, se requiere que se instale en la campana o casco, alojada dentro de la pared de la piscina (Véase la Regla 290-066) La regla 290-060 requiere la instalación de una caja de cubierta (caja de empalme) para la conexión, con cordón flexible, entre el circuito derivado y la luminaria. Se requiere un tubo metálico pesado y rígido entre la campana y la caja de empalme, suficientemente grande para contener el cordón flexible aprobado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Para no anular la protección provista por el interruptor de falla a tierra, se requiere que el conductor protegido por el interruptor se mantenga separado de cualquier otro conductor.

El agua se puede acumular en un tubo metálico pesado instalado en las paredes o cubierta de la piscina, ya sea por escape, falla de alguna empaquetadura o sello o, más frecuentemente, por condensación; por lo tanto se requiere el drenaje apropiado para su eliminación.

Piscinas de Natación Desarmables

Sustento y propósito de la Regla 200. El peligro potencial de un choque eléctrico extremo hace esencial que no se utilice equipo eléctrico no específicamente aprobado en o sobre una piscina.

Sustento de la Regla 290-202. Una piscina suficientemente grande para nadar contiene una cantidad considerable de agua, y no es práctico cambiar el agua frecuentemente. A menos que se provea un medio para filtrarla, el agua podría presentar peligros contra la Salud. Por consiguiente, se provee normalmente bombas para filtros como parte de una piscina, las que deben ser específicamente aprobadas para ese propósito. Previstas para ser montadas cerca de las paredes laterales de la piscina, las bombas son provistas de un cordón flexible y con enchufes para conectarlas en un tomacorriente.

Propósito de la Regla 290-202. (Véase la Figura 290-202). Se requiere que los tomacorrientes para bombas utilizadas en piscinas de natación desarmables, estén permanentemente instalados a no menos de 1,5 m y no más de 7,5 m de la piscina. No se debe utilizar cordones de extensión. Si la bomba se encuentra dentro de los 3 m de las paredes interiores de la piscina y no está apropiadamente separada de área de la piscina (esto es, que podría ser tocada por cualquier persona que se encuentre en el área de la piscina) se requiere que sea aprobada para esta aplicación y protegida con un interruptor de falla a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

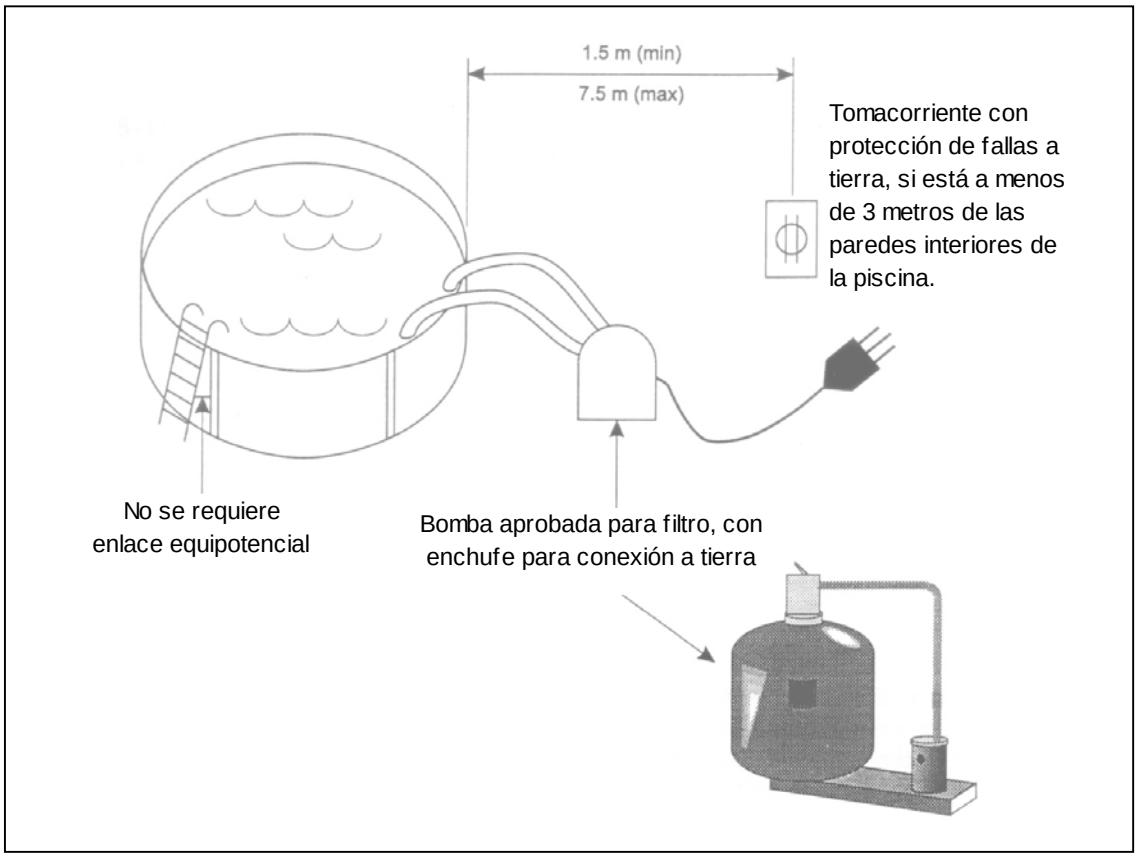


Figura 290-202
Instalación Típica de Bomba

Bañeras de Hidromasajes

Sustento y Propósito de la Regla 290-300. Cualquier persona sumergida en el agua corre un riesgo considerable si se expone aun a corrientes relativamente pequeñas (mayores de 5mA). Por esta razón se quiere asegurar que las unidades equipadas con componentes eléctricos sean protegidas con interruptores de falla a tierra.

Sustento de la Regla 290-302. Esta regla también establece los requerimientos para la ubicación de los controles para bañeras de hidromasajes, con el objeto de eliminar los peligros de un choque eléctrico potencial.

Propósito de la Regla 290-302. Los ocupantes de una bañera de hidromasajes no deben ser capaces de alcanzar los controles, a menos que éstos hayan sido montados en fábrica como parte integral de una unidad aprobada. Se requiere que los controles se instalen detrás de una barrera, o se ubiquen a más de 1m, medido horizontalmente, desde las paredes de la bañera.

Sustento de la Regla 290-304. Esta regla recuerda que un cuarto que contiene una bañera de hidromasajes está clasificado como un cuarto de baño.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 290-304. Se requiere asegurar el cumplimiento de todas las otras reglas relativas a la instalación de equipo eléctrico en cuartos de baño.

Fuentes y Bañeras Termales

Sustento y Propósito de la Regla 290-400. Estas reglas proveen requerimientos específicos para la instalación de fuentes y bañeras termales.

Sustento y Propósito de la Regla 290-404. Se requiere que los controles estén ubicados de tal manera que no puedan ser alcanzados por alguien dentro de una fuente o bañera termal, y que otro equipo eléctrico como los tomacorrientes y luminarias estén instalados en concordancia con las otras reglas de esta Sección.

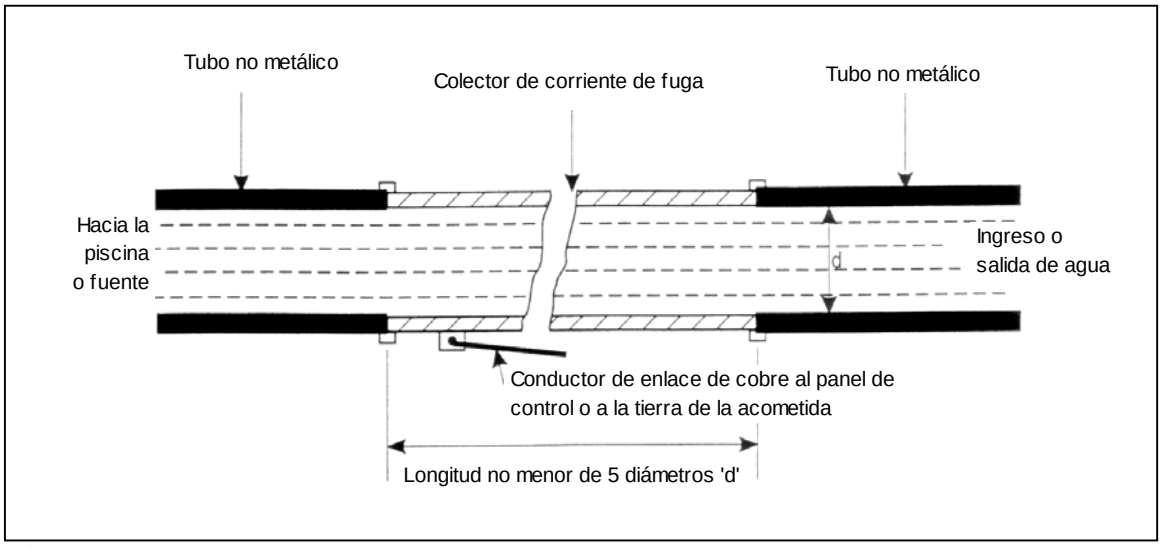


Figura 290-406
Típica Instalación en Obra, Colector de Corriente de Fuga

Sustento de la Regla 290-406. Las fuentes y bañeras termales ensambladas en el sitio, debido a sus métodos de construcción, pueden presentar un peligro de choque eléctrico a sus ocupantes, por una fuga de corriente de dispositivos eléctricos en contacto con el agua de la piscina**.** Se quiere asegurar que las fuentes y las bañeras termales ensambladas en el sitio satisfagan las mismas normas de seguridad como las unidades de manufactura. Esta regla establece los requerimientos para recolectores de fuga de corriente en fuentes o bañeras termales, ensamblados en el sitio.

Propósito de la Regla 290-406. (Véase la Figura 290-406). Vale la pena repetir aquí la definición de un recolector de fuga de corriente: “un dispositivo designado para dotar de una vía a tierra para una fuga de corriente originada por aparatos en contacto con el agua de una piscina”. Se requiere que toda agua que pasa a través de entradas y salidas de agua de una fuente o bañera termal ensamblada en el sitio salga a través de un recolector de fuga de corriente, a no ser que el único componente eléctrico en el sistema sea una bomba marcada como una bomba aislada de extremo mojado.
Se requiere que un recolector de fuga de corriente sea una sección de tubería de metal resistente a la corrosión al menos cinco veces tan larga que su diámetro, provisto con una oreja resistente a la corrosión, en un tendido de conducto no metálico (Véase la Figura 290-406). Si el recolector de fuga de corriente es parte de una fuente

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

o bañera termal que es inicialmente construido para ensamblaje en el sitio, un dispositivo proveyendo igual protección, puede ser utilizado en lugar de uno de los descritos líneas arriba.

Se requiere que los colectores de fuga de corriente estén aislados eléctricamente de la fuente o de la bañera termal, pero enlazados a sus paneles de control o al servicio principal a tierra por un conductor de cobre de enlace equipotencial. El conductor de enlace equipotencial para el recolector de fuga de corriente debe estar dimensionado según la Tabla 16 donde este conductor es protegido mecánicamente de la misma manera como son protegidos los conductores de circuito para la fuente o bañera termal, o un conductor de cobre de 16mm2 como mínimo.

Sustento y Propósito de la Regla 290-408. (Véase la Figura 290-406). Reconociendo que algunas unidades podrían ser diseñadas a pedido, se quiere asegurar que los componentes individuales son aprobados específicamente para el objetivo y son ensamblados de la manera correcta. Dado que dichas unidades no pueden ser certificadas como las ensambladas en la fábrica, es necesario incluir algunos requerimientos adicionales.

Uno de estos requerimientos concierne al ventilador de aire y a la necesidad de evitar el contacto del agua con las partes vivas del ventilador. Como se denota en el Apéndice B, “un conducto invertido en forma de U instalado en el conducto de aire, de modo que el fondo del vértice de la curva superior del conducto no esté a menos de 300 mm, por encima del borde de la bañera, es considerado un medio para prevenir el contacto del agua con las partes vivas del ventilador”.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 300

INSTALACIONES PREFABRICADAS

Alcance

Sustento de la Regla 300-000. Esta regla es muy importante, ya que identifica los equipos eléctricos utilizados en edificaciones, estructuras o locales a los cuales se aplican los requerimientos de la Sección 300. Asimismo, ésta indica que se aplican las reglas generales del Código, es decir, las Secciones 010 a 090 y 150, pero que los requerimientos de la Sección 300 pueden modificar estas reglas o complementar a las mismas u otras cuando sea necesario.

Esta Sección establece las consideraciones especiales que se aplican a las estructuras reubicables, tanto móviles como aquellas que han sido concebidas para ser ubicadas permanentemente sobre bases fijas.

Propósito de la Regla 300-000. Se pretende identificar los elementos a los cuales se aplica esta Sección y a cuales no, es decir, vehículos recreativos (casas móviles).

Estructuras Reubicables

Sustento de la Regla 300-100. Todos los componentes utilizados deben de cumplir con los requerimientos del Código.

Propósito de la Regla 300-100. Todos los equipos eléctricos utilizados en las edificaciones, indicados en el Alcance de esta Sección deben cumplir con los requerimientos y deben ser identificados como aprobados.

Sustento de la Regla 300-102. Ya que la mayor parte del trabajo eléctrico en una casa móvil se realiza en fábrica, en esta Sección se incluyen las reglas para las conexiones de acometida o suministro de energía.

Propósito de la Regla 300-102. La Subregla (1) indica cuál debe ser el método de conexión eléctrica aceptable. Se considera que esta regla debe reflejar los tipos comunes de instalación eléctrica que pueden utilizar diversas formas de fuente de alimentación de energía eléctrica.

La Subregla (2) prevé una excepción según la regla 020-030 en caso de que no pueda cumplirse con el método recomendado de conexión.

Sustento de la Regla 300-104. La Regla 300-104 ha sido concebida como una extensión de la Regla 300-102, en la medida en que ésta informa a la fábrica o al fabricante sobre las ubicaciones de la tubería pesada de conexión de energía y el tipo requeridos. Asimismo, se pretende que las personas que monten las instalaciones eléctricas en el lugar de instalación sepan sobre las condiciones que posiblemente encuentren.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 300-104 (Véase la Figura 300-104). Se pretende establecer una ubicación y tamaño común para la tubería pesada de acometida en la medida que sea posible y asegurar que las tuberías sean adecuadas. Se ha agregado la Subregla (4) a fin de que la interconexión según los requerimientos de la Sección 060 pueda cumplirse sin ninguna renovación adicional en el lugar de instalación utilizando una tubería no metálica para el conductor de puesta a tierra. Esta tubería pesada asegura un fácil acceso a los requerimientos de puesta a tierra y enlace equipotencial.

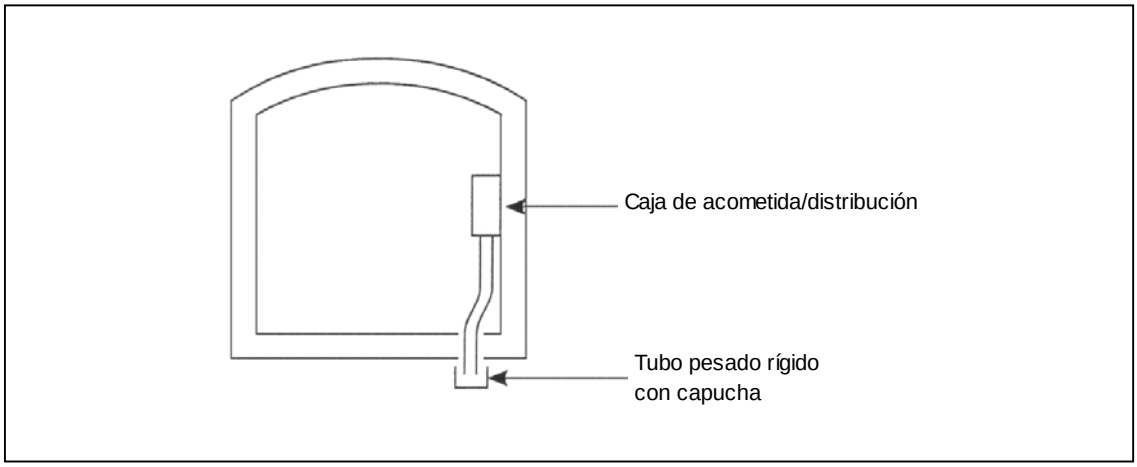


Figura 200-104
Conexión de la Acometida a Casa Móvil

Sustento y Propósito de la Regla 300-106. Se ha agregado la Regla 300-106 para proveer un lugar para la salida de comunicación sin que sea necesario para el instalador perforar agujeros en una casa móvil nueva. Para proporcionar esta acometida, el Anexo B ofrece sugerencias en cuanto a la ubicación así como el tamaño de la tubería pesada.

Sustento de la Regla 300-108. La Regla 300-102 requiere que se utilicen ciertos métodos cuando se conecten casas móviles y estructuras móviles comerciales e industriales al circuito de suministro, debido a la transportabilidad de estas unidades, son necesarios requerimientos especiales cuando se utilice un cordón o juego de cordones de alimentación.

Propósito de la Regla 300-108. (Véase la Figura 300-108(4). Se proveen los requerimientos para la conexión de las casas móviles y las estructuras móviles comerciales e industriales utilizando un cordón o juego de cordones de suministro de energía. Estos requerimientos se indican en las Subreglas (1), (2) y (3).

Cuando se permite una excepción para utilizar un cordón o juego de cordones de suministro de energía para conectar una casa al circuito de alimentación, tal como lo estipula la Regla 300-102(2), se debe cumplir con los requerimientos de la Subregla (4).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

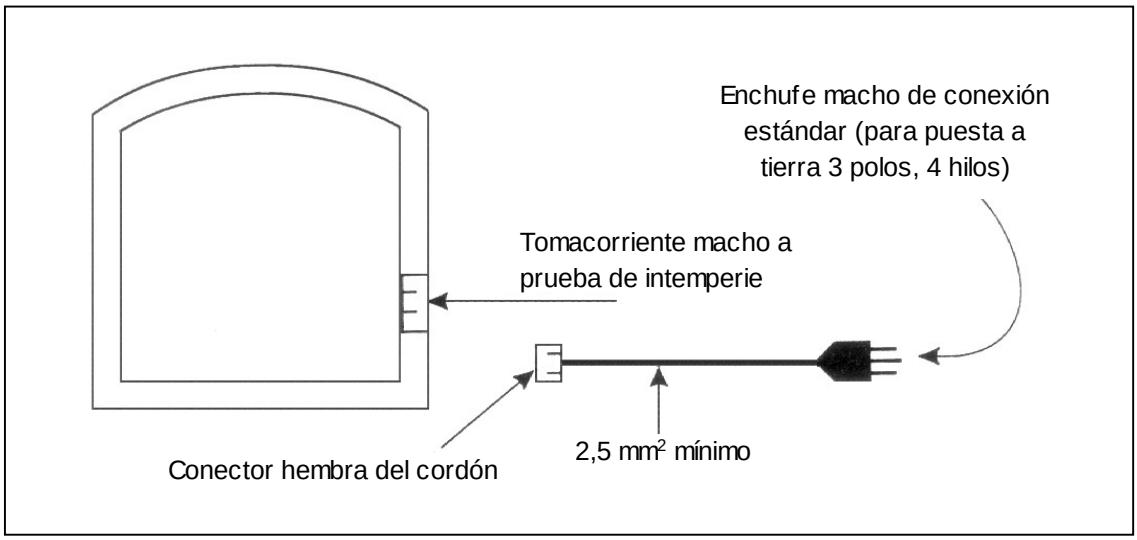


Figura 300-108 (4)
Casa Móvil con Ensamble de Cordón

Sustento de la Regla 300-110. Esta regla establece el mismo requerimiento de acometida de la Sección 300 para una casa móvil así como para otras casas. Asimismo, prevé la interconexión de los conductores de puesta a tierra y enlace equipotencial o el empleo de conductores individuales para los juegos de cordones o los cordones de suministro de energía.

Propósito de la Regla 300-110. La acometida de la casa móvil debe ser calculada tal como lo requiere la Sección 050.

Sustento de la Regla 300-112. La Regla 300-112 comprende otras reglas para la ubicación del equipo eléctrico de acometida y distribución, pero el Párrafo (e) exige la utilización de interruptores para todos los circuitos a excepción de los circuitos de extra baja tensión (otras Secciones permiten el empleo de tableros protegidos con fusibles).

Sustento y Propósito de la Regla 300-114. Esta regla refiere a las reglas de otras Secciones del Código, las cuales deben consultarse para una mejor comprensión.

Sustento y Propósito de la Regla 300-116. Algunas casas móviles y estructuras móviles comerciales e industriales cuentan con secciones de habitaciones giratorias y expansibles. Esta regla proporciona un procedimiento para su conexión, el cual puede no ser un procedimiento normal de otras Secciones del Código.

Sustento y Propósito de la Regla 300-118. Se ha agregado esta regla a fin de asegurar que una casa móvil dividida en secciones tenga facilidades para interconectar sus secciones de una manera segura.

Sustento de la Regla 300-120. Esta regla sirve como guía para las instalaciones eléctricas de equipos eléctricos especiales (por ejemplo, suministro de aire fresco) y su conexión a los circuitos derivados de una casa móvil. Asimismo, la Subregla (2) brinda orientación respecto a la carga asumida en un circuito.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 300-120. Se permite la conexión de equipos eléctricos comunes en un área de edificación, a fin de facilitar el proceso de construcción en fábrica.

Sustento y Propósito de la Regla 300-122. Se atrae la atención del usuario del Código hacia otros requerimientos. Asimismo, el Anexo B proporciona aclaraciones respecto a los requerimientos de estas reglas.

Sustento de la Regla 300-124. Esta regla debe asegurar que se utilicen los ventiladores correctos en el área de la cocina. Ésta proporciona los requerimientos para el tipo de ventilador así como para su ubicación.

Propósito de la Regla 300-124. (Véase la Figura 300-124(2)). Se asegura que el equipo eléctrico sea ubicado en el lugar requerido.

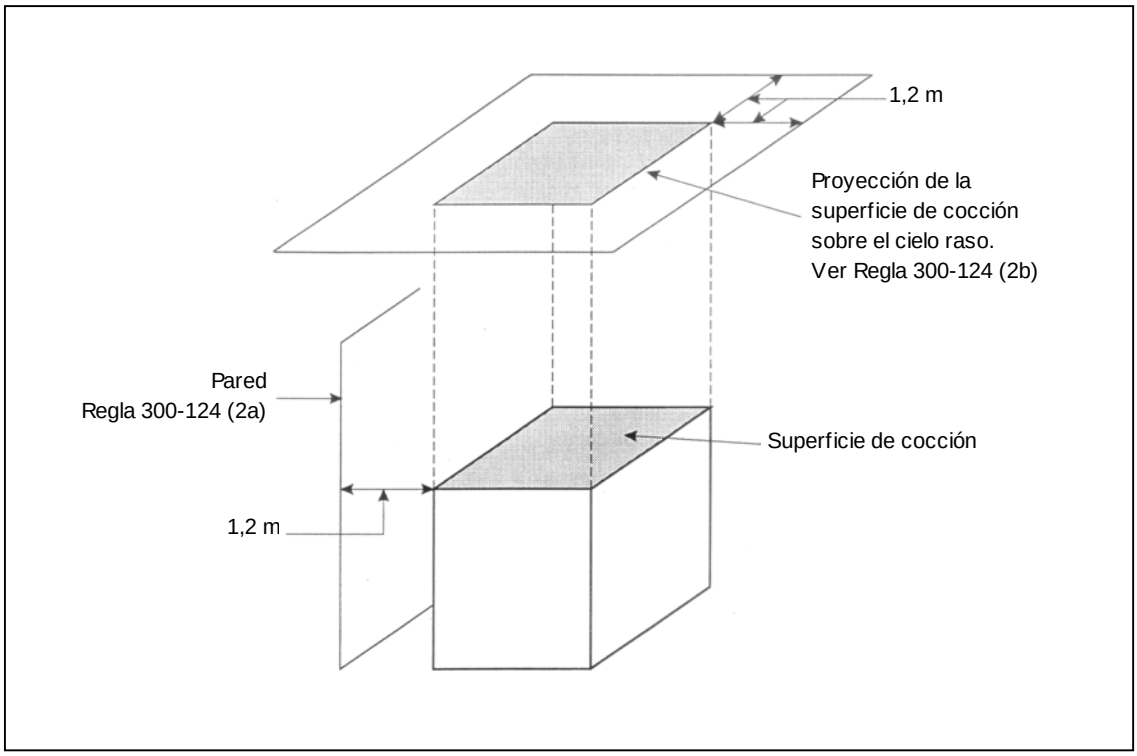


Figura 300-124 (2)
Espacios Adyacentes a Equipos de Cocción

Sustento y Propósito de la Regla 300-126. La Sección 060 establece requerimientos para la conexión a tierra y el enlace equipotencial. Esta regla establece el procedimiento y método mínimo aceptable para proporcionar el enlace equipotencial y puesta a tierra requeridos.

Sustento de la Regla 300-128. La identificación requerida por esta regla debe ser en la sección principal de una unidad de varias secciones. En caso de duda, se asume que la sección principal es aquella donde se ubica el tablero de acometidas principal o primario.

Propósito de la Regla 300-128. Se proporciona una ubicación estándar para todas las identificaciones.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 300-130. El sistema eléctrico instalado en fábrica de las casas móviles y de las estructuras móviles comerciales e industriales debe ser sometido a prueba a fin de asegurar que el sistema está en condiciones de buen funcionamiento. Las pruebas de continuidad y resistencia de aislamiento deben ser llevadas a cabo en el montaje terminado en la fábrica. Los detalles de estas pruebas se indican en esta regla y deben consultarse.

Se debe tener en cuenta la nota de la Regla 300-130 del Anexo B, ya que las pruebas pueden dañar a algunos equipos eléctricos especiales.

Estructuras No Reubicables (Prefabricadas)

Sustento y Propósito de la Regla 300-200. Esta regla general pretende atraer la atención a las reglas que también se aplican a este tipo de construcción.

Sustento de la Regla 300-202. Esta regla establece que se debe proporcionar una capacidad eléctrica adecuada para uso normal de las estructuras prefabricadas.

Propósito de la Regla 300-202. Para establecer la mínima capacidad de la acometida, se deben considerar las reglas de la Sección 050. Se debe dimensionar la capacidad de la acometida y la tubería pesada para los conductores por lo menos para los mínimos requerimientos establecidos en la Sección 050. El Acápite (b) enfatiza el requerimiento que debe aplicarse a la acometida para una edificación.

Sustento de la Regla 300-204. Se deben tomar medidas para la instalación, sea en la fábrica o sea en el lugar de instalación, de una caja de acometida y otros equipos eléctricos de acometida y distribución en la estructura.

Propósito de la Regla 300-204. El equipo eléctrico de distribución y acometida debe estar ubicado en un lugar fácilmente accesible; lo más cerca posible del punto por donde el cual ingresarán los conductores de acometida a la edificación; y debe instalarse para cada unidad de un condominio residencial multifamiliar o de cada casa de una agrupación habitacional, o en un lugar céntrico accesible a todos lo habitantes en todos los demás casos. Asimismo, cada estructura terminada debe de contar con su propio equipamiento eléctrico de distribución.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 310

AEROPUERTOS

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 310-000. Esta regla es sumamente importante ya que identifica el equipo eléctrico y la práctica de instalación eléctrica para el circuito de iluminación de ayuda visual en aeropuertos, para los cuales se aplican los requerimientos de la Sección 310. Indica que las reglas generales del Código, por ejemplo las Secciones del 010 al 090 y la Sección 150, también se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 310 pueden modificar o agregar algo a éstas u otras secciones donde sea necesario.

Es necesario tener una Sección separada dadas las singularidades de los sistemas de iluminación de ayuda visual de los aeropuertos, instalados con circuitos de tipo en serie, por ejemplo corriente constante.

En pequeños aeropuertos y para ciertos tipos de ayudas visuales en grandes aeropuertos, la iluminación puede ser instalada con circuitos comunes de tipo múltiple, por ejemplo de tensión constante. En éstos, la parte pertinente de la Sección 310 es aquella para la profundidad del entierro de los cables (Véase la Regla 310-004).

Propósito de la Regla 310-000. (Véase la Figura 310-000). Se considera que la instalación de iluminación de un aeropuerto es única porque el circuito de tipo en serie tiene características eléctricas especiales.

Los circuitos de tipo en serie difieren de los circuitos comunes de tipo múltiple, en que el regulador de suministro no responde a cortocircuitos ni fallas a tierra. Éstos son vistos no como condiciones anormales sino como sólo una variación en la carga.

Una falla única a tierra no afecta la operación del sistema de iluminación. Dos o más fallas de tierra tienen como resultado sólo la pérdida de una porción del sistema de iluminación o la reducción de la intensidad de luz en las instalaciones de iluminación en esa porción. De hecho, la instalación de una tierra intencional es un método aceptable para investigar la ubicación de fallas.

Los circuitos abiertos, por otro lado, son vistos como anormales. El papel de un regulador es ajustar su tensión de salida para así mantener una corriente constante con cambio de carga. Al abrirse el circuito primario presenta una carga de impedancia infinita, y puede ocurrir daños en el equipo eléctrico o surgir un peligro para el personal si el sistema no es automáticamente apagado por los dispositivos protectores del regulador.

El circuito de iluminación de tipo en serie, con transformadores de aislamiento y contrapeso de puesta a tierra, es mostrado en la Figura 310-000.

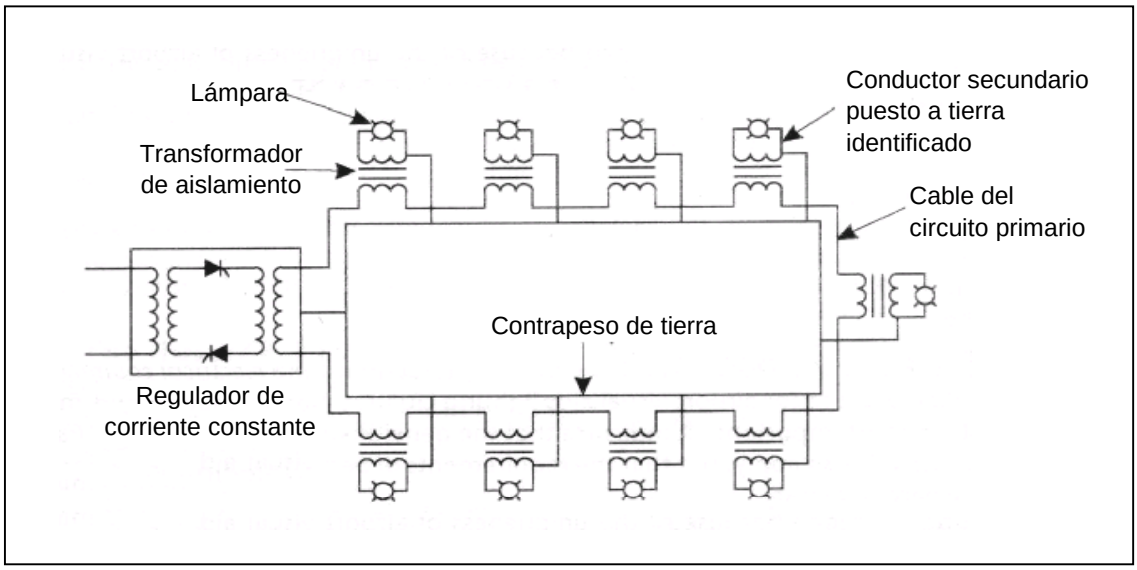


Figura 310-000
Sistema de Iluminación en Serie para Aeropuertos

Sustento de la Regla 310-002. Las definiciones son generalmente ubicadas en la Sección 10. Sin embargo, una palabra, término o su derivado se aplicada sólo en una Sección si es definida en la misma.

El circuito de tipo en serie está diseñado para que ni los terminales de salida del regulador de corriente constante, ni el bobinado primario de los transformadores aisladores estén enlazados a tierra. Sin embargo, se provee una red puesta a tierra en el lado secundario de los transformadores aisladores y, por esto, se necesita terminología especial.

Propósito de la Regla 310-002. "Contrapeso de puesta a tierra" significa un conductor de cobre sólido puesto a tierra que interconecta los secundarios de los transformadores aisladores, las anclas puestas a tierra de instalaciones elevadas y las estructuras metálicas de las luces de acercamiento. Este contrapeso tiene la función primaria de proteger los cables subterráneos de las descargas atmosféricas; también provee un punto inmediato de puesta a tierra para los cables sujetos a fallas a tierra.

"Ancla de tierra" significa las estacas sobre las cuales están montadas las instalaciones elevadas de luces. La estaca montada sirve como un electrodo puesto a tierra.

Sustento de la Regla 310-004. Para facilitar la reparación oportuna de conductores fallados, se permite una profundidad menor que la de la regla 310-010 en las instalaciones eléctricas del aeropuerto y lejos de áreas públicas. También se prescribe una separación para evitar la propagación de daños a los conductores adyacentes.

Propósito de la Regla 310-004. Enterrando a una profundidad menor de 450 mm, se intenta facilitar el rápido acceso a los conductores subterráneos, particularmente en suelos que se congelan durante los meses de invierno. A diferencia de las aplicaciones industriales, el personal de mantenimiento de los aeropuertos no utiliza

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cavadoras automáticas de gran tamaño, ya que éstas no pueden ser fácilmente retiradas del campo de aterrizaje y pueden representar un peligro para las naves.

Programar las reparaciones puede ocasionar alteraciones en los vuelos y esto tendría como resultado costos elevados e incomodidad para los pasajeros. Por lo tanto, es esencial que las fallas de circuitos sean reparadas lo más pronto posible.

Sobre incidentes de fallas en tierra, el regulador no se apaga y la corriente continúa fluyendo a través del punto de la falla siguiendo la vía de menor resistencia. Una vía de baja resistencia puede ocasionarse debido a las condiciones húmedas del suelo, o puede ser creada, en suelos secos, por la corriente al quemar el aislamiento a lo largo del cable. Los cables que están muy cerca al cable afectado también pueden quemarse propagándose así el daño.

Para reducir la propagación del daño de los cables, se recomienda una separación mínima de 75 mm entre los circuitos de cables de tipo en serie. Los cables de baja tensión requieren una separación de 300 mm de los cables de tipo en serie, debido a que estos tienen un grosor menor de aislamiento y son, por lo tanto, más susceptibles al daño. Los cables de comunicación también están separados 300 mm de los cables de tipo en serie debido a la necesidad de reducir la posibilidad de señales inducidas. Donde sea práctico, los cables de comunicación no deben ser puestos paralelos a los cables de iluminación en serie y de potencia.

Aún con la provisión de conductores de contrapeso a tierra, la propagación del daño puede darse. El conductor de contrapeso sólo disminuye la posibilidad y el grado de daño. Puede suceder que los cables de dos circuitos estén dañados y eléctricamente enlazados por una falla a tierra. En tales casos, el circuito sospechoso puede ser mantenido con tensión desde el regulador del circuito al cual está vinculado. Por lo tanto, es importante que se desenergicen todos los circuitos cuando se está haciendo reparaciones.

Sustento de la Regla 310-006. Asegurando que hay facilidad de acceso, se asegura una reparación oportuna. Las Subreglas (2), (3) y (4) aseguran que el lado del secundario que está puesto a tierra en el al transformador aislador, es el mismo al que está conectado al electrodo más accesible de la base de la lámpara.

Propósito de la Regla 310-006. Los transformadores aisladores deben estar a una profundidad conveniente para proveer adecuada protección y aun permitir el rápido acceso para las reparaciones. Es más probable que el transformador aislador sea el punto de falla del circuito, que los cables instalados entre los transformadores.

Para la ayuda visual en los aeropuertos todas las instalaciones de luz deben emitir la misma intensidad, a fin de proveer una exposición uniforme a las naves que están aterrizando o despegando de una pista. Por esta razón, las luces están conectadas en series a través de transformadores aisladores y tienen la misma corriente a pesar de caídas de tensión en el cable. Por medio de su uso, el transformador aislador también sirve para mantener la continuidad operacional del sistema aun con fallas de lámparas.

Para aplicaciones en aeropuertos, las instalaciones de luz están diseñadas de acuerdo a requerimientos precisos de distribución fotométrica. Para satisfacer estos requerimientos el filamento de la lámpara es de baja tensión y de tamaño pequeño para simular un punto que puede ser fácilmente controlado por los lentes. El

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

transformador aislado sirve para proveer baja tensión a partir del circuito de alta tensión o del circuito primario subterráneo.

El transformador es “aislador” ya que no tiene conexión eléctrica entre las bobinas primarias y secundarias. Sin embargo, esta característica de aislamiento es obviada si ocurre una falla de cortocircuito del primario al secundario, por lo que se necesita una apropiada puesta a tierra en el lado secundario.

Sustento de la Regla 310-008. El sistema de luces debe estar instalado con un conductor de contrapeso puesto a tierra, para proteger al personal de mantenimiento de choques eléctricos y al equipo eléctrico de daños debidos a la descarga de rayos (descarga atmosférica) y formación de arcos por fallas a tierra.

Propósito de la Regla 310-008. Se tiene el objetivo de eliminar el peligro de choque asegurando tensión cero volts, entre los electrodos más accesibles de la base de la lámpara y el suelo sobre el cual está el personal de mantenimiento.

Sin la disposición de un conductor de contrapeso puesto a tierra, si sucede un cortocircuito entre el primario y secundario del transformador aislador, se puede presentar una alta tensión entre la base de la lámpara y el suelo circundante. Aunque el montaje (ancla a tierra) está en el suelo, su sola puesta a tierra no sería efectiva cuando las instalaciones de luces se rompan y permanezcan aún conectadas al secundario del transformador. El personal puede estar expuesto a choques eléctricos si recogen los artefactos de alumbrado para reponerlos o volverlos a montar. Por lo tanto se debe proveer un conductor de contrapeso conectado al lado secundario del transformador aislador, tan bien como el ancla a tierra.

Sustento de la Regla 310-010. Un conductor de contrapeso a tierra debe ser provisto con un sistema de iluminación en serie, para la protección contra descargas atmosféricas y evitar choques eléctricos al personal de mantenimiento.

Propósito de la Regla 310-010. (Véase la Figura 310-010). Mediante la Regla 310-010(2) se debe colocar el contrapeso de manera que cubra completamente todos los cables en la zanja. En el caso de una zanja con uno o dos cables, el contrapeso es ubicado directamente sobre el o los cables de forma paralela. Donde la zanja contiene más de dos cables y los cables exteriores están apartados a más de 150 mm, el conductor de contrapeso debe ser instalado en forma de zigzag para asegurar la completa cobertura como se muestra en la Figura 310-010.

La efectividad del conductor de contrapeso depende del grado de contacto con el suelo, por lo que la Regla 310-010(2)(c) requiere que esté ubicado fuera de conductos no metálicos.

De acuerdo a la Regla 310-010(4) el conductor de contrapeso debe tener la forma de una red. Desde que los cables del sistema de iluminación están instalados a poca profundidad para facilitar una reparación oportuna, el conductor de contrapeso puede no ser completamente efectivo en todos los puntos del campo de aterrizaje, debido a la variación de la humedad contenida en el suelo. La provisión de conexión cruzada para crear una red aumenta la efectividad del sistema de puesta a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

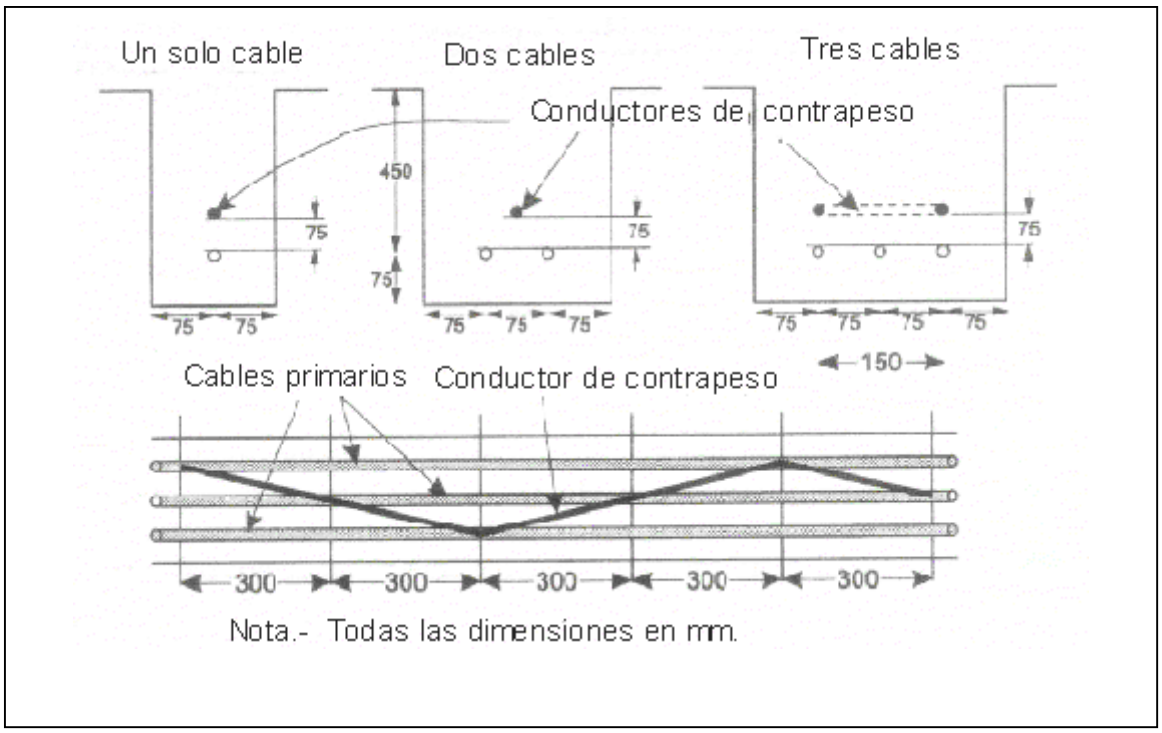


Figura 310-110
Cables y Contrapeso de Tierra en Zanja

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 320

INSTALACIONES TEMPORALES

Alcance

Sustento de la Regla 320-000. Esta regla es muy importante, ya que identifica los equipos eléctricos de las edificaciones, estructuras o locales a los cuales se aplican los requerimientos de la Sección 320. Ésta indica que también se aplican las reglas generales del Código, es decir, las Secciones 010 a 190 y 150, pero que los requerimientos de la Sección 320 pueden modificar estas reglas o complementar a las mismas u otras cuando sea necesario.

Esta Sección del Código, establece reglas específicas para las instalaciones eléctricas temporales que proveen energía para alumbrado, herramientas, calor, etc. durante el curso de la construcción de obras e instalaciones similares de corta duración.

Propósito de la Regla 320-000. Ya que muchas veces resulta poco práctico utilizar los métodos de alambrado comunes para las instalaciones eléctricas temporales, esta Sección hace excepciones para algunos de los requerimientos de las Secciones generales del Código, aunque aún así proporciona un adecuado nivel de seguridad para la duración de la instalación.

Sustento de la Regla 320-002. El alambrado temporal de una obra de construcción está expuesto a un grado mucho mayor de daño mecánico que cualquier otro tipo de instalación eléctrica. Por esta razón, el ente encargado de la inspección debe realizar revisiones y verificaciones con bastante frecuencia durante todo el tiempo de ejecución de la obra.

Propósito de la Regla 320-002. Se debe de asegurar que se mantenga la seguridad de la instalación eléctrica durante todo el tiempo de ejecución de la obra.

Sustento y Propósito de la Regla 320-004. Ya que el alambrado temporal puede estar sujeto a usos incorrectos excesivos, se requiere que los conductores sean del tipo especificado en la Sección 070 o sean cordones flexibles para uso extra exigente a la intemperie. No se hacen excepciones a los requerimientos para los conductores no aislados y la conexión a tierra de las instalaciones eléctricas y se aplican las Secciones generales apropiadas del Código.

Sustento de las reglas 320-008 y 320-010. Será necesario una ubicación adecuada para el equipo eléctrico de acometida, especialmente para las acometidas temporales. En caso de que este equipo se dañe, puede ocasionar peligros de incendio o electrocución. Por lo general existe una cantidad grande de personas que trabajan muy cerca del equipo eléctrico en una obra de construcción. Estas personas también pueden estar trabajando en condiciones desfavorables, lo cual incrementa la probabilidad de un peligro de electrocución en caso de que surja una condición de falla debido a la incorrecta ubicación o mantenimiento del equipo de acometida y distribución.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de las Reglas 320-008 y 320-010. Se requiere que el equipo eléctrico de acometida esté ubicado en una edificación temporal o en un poste si es que la instalación eléctrica cumple con los requerimientos de la regla. La regla restringe la accesibilidad del equipo eléctrico y exige que el equipo sea protegido contra daños mecánicos y los agentes atmosféricos.

Sustento de la Regla 320-012. Los alimentadores que suministran a los tableros de distribución, debido al lugar en que están instalados, requieren protección contra daños mecánicos.

Propósito de la Regla 320-012. Se requiere que se utilicen cables blindados como alimentadores de los tableros, pero también se permite el uso de cordones flexibles en los tableros portátiles. Asimismo, se requiere que los alimentadores sean protegidos contra daños mecánicos y sean controlados con medios de desconexión protegidos mediante dispositivos de sobrecorriente.

Sustento de la Regla 320-014. En los circuitos derivados se permite el uso de cables con chaqueta no metálica tipo STO o similar, esto nuevamente refleja la preocupación respecto al daño mecánico de los cables. Ya que los tramos de los cables pueden ser bastante largos en el emplazamiento de la obra, se debe tener en cuenta la caída de tensión, y por esta razón se requiere el uso de conductor de cobre de sección mínima de 4,0 mm^2 . Asimismo, la caída de tensión es la causa por la cual los circuitos derivados de alumbrado se mantienen separados de los circuitos de alimentación. A menudo, los circuitos de alumbrado son cargados a su capacidad y no representan una buena fuente de alimentación para los motores, etc. Con frecuencia, las obras de construcción requieren alumbrado para ser utilizado por largos períodos y por lo tanto se consideran cargas continuas.

Las cargas de calefacción eléctrica están expuestas a uso continuo y también se les consideran cargas continuas.

Propósito de la Regla 320-014. Se requiere que los cables con chaqueta no metálica utilizados para las instalaciones eléctricas temporales tengan características para alambrado exterior en lugares secos o mojados. Si el cable requiere ser enterrado directamente, la chaqueta no metálica debe proteger adecuadamente a los conductores. Asimismo, la regla permite el uso de cables blindados o cualquier otro tipo de sistemas de tubería pesada. Cualquiera sea el método de alambrado utilizado, la instalación se debe realizar de acuerdo con los requerimientos de la Sección 070.

Se consideran cargas continuas a los circuitos derivados para alumbrado y calefacción eléctrica; por lo tanto, estos circuitos no deben ser cargados a una capacidad mayor del 80% de la capacidad nominal del interruptor.

Los circuitos derivados de los motores deben de cumplir con los requerimientos de la Sección 160.

Sustento de la Regla 320-016. Las Instalaciones Eléctricas Temporales, no deben de estar conectadas a circuitos permanentes de la edificación, a fin de evitar que un circuito se energice mediante dos fuentes de alimentación individuales. En caso de que estas conexiones sean permitidas, éstas pueden, asimismo, representar un peligro de electrocución para los trabajadores que podrían pensar que la nueva instalación no está conectada a una fuente de alimentación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 320-016. Se requiere utilizar este procedimiento sólo mediante un permiso especial por parte del ente inspector y del suministrador de energía. El permiso especial otorgado debe de estar restringido a ciertos circuitos claramente identificados. Antes de que la fuente de alimentación permanente sea energizada, se debe retirar la fuente de alimentación temporal.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 330

EMBARCADEROS

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 330-000. Esta regla es muy importante ya que identifica el equipo eléctrico en una edificación, estructura o predios para los cuales los requerimientos de la Sección 330 se aplican. Indica que las reglas generales del Código, esto es, las Secciones del 010 al 090 y la Sección 150, también se aplican pero que los requerimientos de la Sección 330 pueden modificar o agregar algo a éstas u otras secciones donde sea necesario.

Los puertos para pequeñas embarcaciones o los puertos de pesca son comparables por tamaño a los puertos deportivos, pero las reglas previas no se ajustan a las diferentes actividades que se llevan acabo en estos lugares. Estos puertos son muy pequeños para que se les dé el mismo tratamiento como para los de naves grandes.

Propósito de la Regla 330-000. El propósito es proveer de reglas para las instalaciones eléctricas de servicio, para un vasto rango de puertos para pequeñas naves.

Puertos Deportivos y Clubes de yate. Generalidades

Sustento de la Regla 330-050. Esta sección está dividida en dos áreas generales: servicios para embarcaciones de deporte o placer y servicios para embarcaciones con fines más comerciales.

Propósito de la Regla 330-050. Esta regla indica cual de las siguientes reglas se aplica en primer lugar a los puertos deportivos de embarcaciones de placer.

Sustento de la Regla 330-052. Los tomacorrientes que proveen energía a las naves ubicadas en la orilla, han sido estandarizados para ajustarse a un vasto rango de cargas – desde botes a vela hasta grandes yates de motor. Las cargas asociadas con naves más pequeñas (por ejemplo, botes a vela) probablemente sólo requieran un tomacorriente de15 A . Las cargas más grandes (por ejemplo, grandes yates de motor) estarán mejor servidas por tomacorrientes de 20 A o de mayor corriente.

Los tomacorrientes deben reunir los requerimientos del ambiente del puerto deportivo o club de yates (por ejemplo, niveles variantes de agua, la humedad y las salpicaduras de las olas) sin presentar un peligro de seguridad a los usuarios de los servicios.

Propósito de la Regla 330-052. (Véase la Figura 330-052). Los tomacorrientes utilizados en muelles flotantes, diques o estructuras deben estar hechos de materiales resistentes a la corrosión, ubicados de tal manera que no puedan ser sumergidos en el agua, protegidos de salpicaduras y ser de los tipos nombrados en las normas. Asimismo, los tomacorrientes con una configuración de 6-15R o similares, que

suministran energía a los botes en la orilla, deben estar protegidos por un interruptor de falla a tierra Clase A.

Los interruptores de falla a tierra de Clase A también deben ser utilizados para proteger tomacorrientes de 15 A y 20 A, 220 V, que no son para suministrar energía en la orilla a los botes.

Sustento de la Regla 330-054. Un circuito derivado que suministra energía en la orilla a un equipo eléctrico de un bote, no debe ser mezclado con el suministro de energía de otro bote, porque dadas las posibles diferencias de los sistemas de alambrado a bordo y porque no es deseable, que una falla en un bote cause una interrupción del servicio a otro. Los circuitos derivados que suministran energía a los servicios ubicados en la orilla, no deben suministrar energía a los botes.

Propósito de la Regla 330-054. El objetivo es limitar cada circuito de derivación a un tomacorriente en la orilla, para controlar la energía a cada bote.

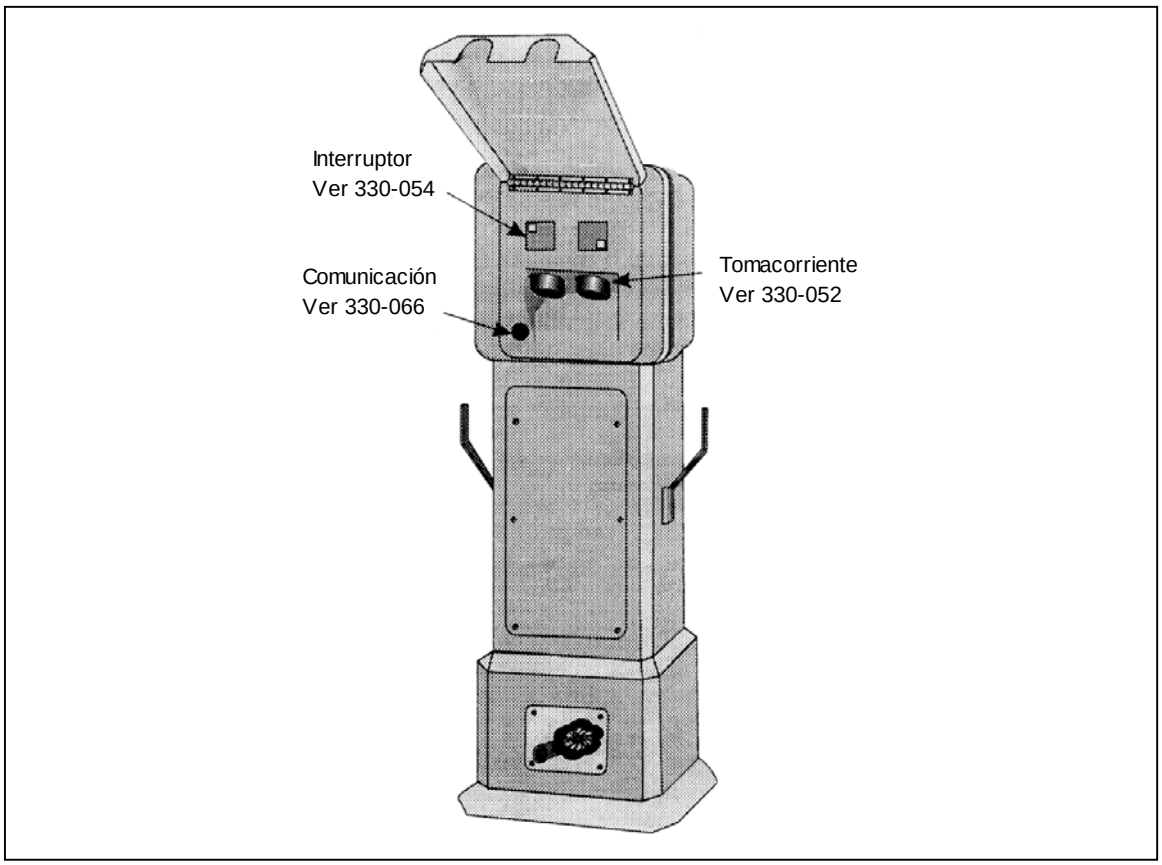


Figura 330-052
Recinto a Prueba de Intemperie Típico

Sustento de la Regla 330-056. En estudios de carga se ha encontrado que los factores de demanda que estaban siendo aplicados para calcular el tamaño de los alimentadores y los servicios para suministrar energía en la orilla a los botes eran demasiado grandes y las acometidas estaban siendo sobredimensionadas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 330-056. (Véase la Figura 330-056). Los factores de demanda deben ser usados para calcular las cargas de los servicios marinos que suministran energía en la orilla a los botes. Los cálculos están basados en la corriente nominal en amperes de los tomacorrientes y pueden ser usados para sistemas tanto de una fase como de tres fases.

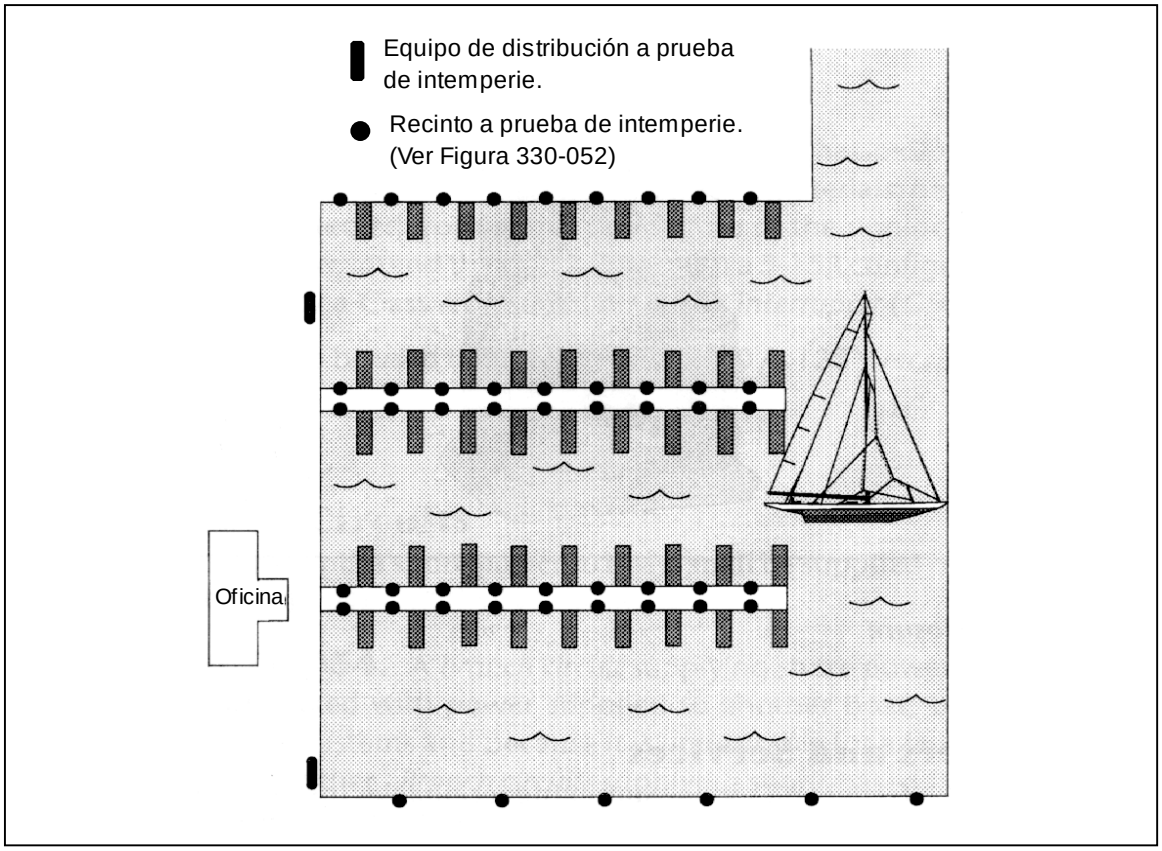


Figura 330-056
Distribución de las Embarcaciones de Recreo (Pequeñas) en puertos deportivos

Sustento de la Regla 330-058. Los métodos de alambrado utilizados en puertos deportivos están sujetos a daños mecánicos, a las condiciones severas del clima incluyendo el salpicar del agua y a la corrosión por exposición a la humedad.

Propósito de la Regla 330-058. El objetivo es que los métodos de alambrado sean protegidos de daños mecánicos y de la corrosión. En la regla hay una lista de las características de los tipos de alambrado y sistemas de tuberías metálicas pesadas escogidos.

Sustento de la Regla 330-060. Debido a las influencias corrosivas encontradas en ambientes marinos es esencial mantener la integridad del sistema de puesta a tierra en todos los circuitos para prevenir peligros de choque eléctrico.

Propósito de la Regla 330-060. El objetivo es que todas las puestas a tierra y enlaces equipotencial de un equipo eléctrico estén en concordancia con la Sección 060, y que sean usados conductores de cobre.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 330-064. Las áreas que rodean diques u otros lugares donde se expende gasolina son consideradas lugares peligrosos y pueden estar sujetos a explosiones y fuego.

Propósito de la Regla330-064. Las estaciones de gasolina deben estar sujetas a los requerimientos de la Sección 120 y que el nivel de agua más bajo sea considerado como el nivel de tierra.

Sustento de la Regla 330-066. Los sistemas de comunicación instalados en puertos deportivos están sujetos a las mismas condiciones ambientales y al daño mecánico que otros equipos eléctricos.

Propósito de la Regla 330-066. El propósito es que el equipo de los sistemas de comunicación este instalado de acuerdo con los requerimientos del a Sección 340.

Muelles Marinos, Estructuras y Puertos de Pesca.

Sustento y propósito de la Regla 330-100. Esta regla indica cual de las reglas siguientes se aplica en primer lugar a los muelles marinos, estructuras y puertos de pesca (ver también la Regla 330-050).

Sustento de la Regla 330-102. Los tomacorrientes instalados en estas áreas pueden estar sujetos a condiciones ambientales más severas que aquellos bajo la Regla 330-052 (por ejemplo, el rociar del agua salada). La carga eléctrica suministrada a las embarcaciones usando estas instalaciones puede requerir tomacorrientes dimensionados en 60 A y más.

Propósito de la Regla 330-102. Los tomacorrientes para suministro de energía en la orilla a las embarcaciones, que están instalados bajo esta regla, deben ser provistos de protección, tanto mecánica como anticorrosiva, y debe de usarse un interruptor de falla a tierra Clase A para tomacorrientes en las orillas, dimensionados en 15 A y 20 A, 250 V, monofásico.

Sustento de la Regla 330-104. Los métodos de alambrado en estos lugares pueden estar sujetos a condiciones ambientales mas severas que aquellos encontrados bajo la Regla 330-058, incluido el movimiento de marea. En este caso, se permite que el alambrado este hecho con cierta flexibilidad. Se encuentra también la posibilidad de daño mecánico debido al tipo de trabajo llevado acabo en el medio de transporte (por ejemplo montacargas usados para descarga de pescado y el movimiento de camiones y otros vehículos).

Propósito de la Regla 330-104. (Véase la Figura 330-104(2)). El objetivo es que los métodos de alambrado usados sean flexibles, resistentes a la corrosión y de construcción robusta para proteger los circuitos que suministran energía a las embarcaciones y a otros equipos, en los muelles marinos, estructuras y puertos de pesca donde están expuestos al clima, salpicaduras de agua o rociado de sal.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

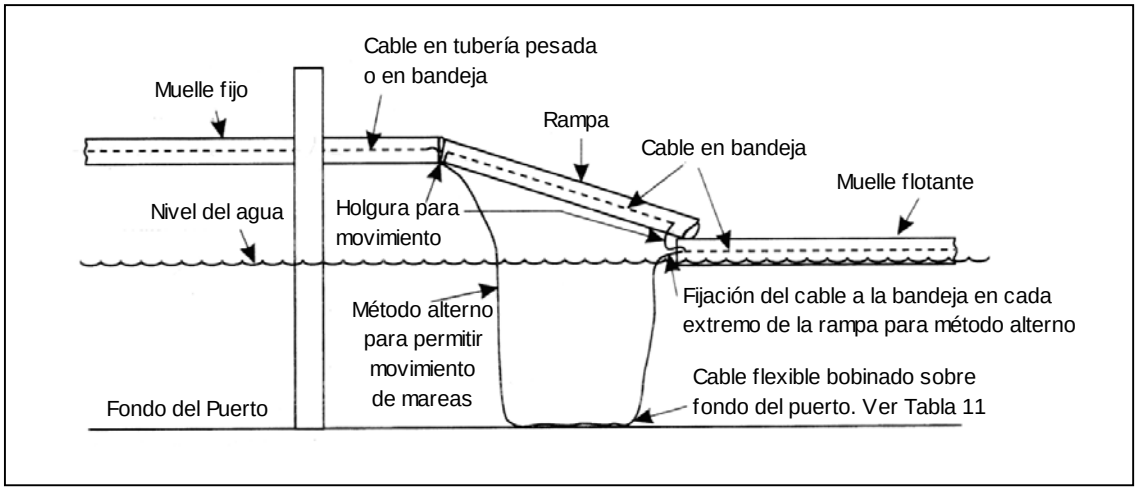


Figura 330-104 (2)
Ruta Típica de Cable de Muelle Fijo a Muelle Flotante

Sustento de la Regla 330-106. Se reconoce que hay lugares donde no es práctico instalar sistemas de conexión a tierra con una tierra convencional.

Propósito de la Regla 330-106. (Véase la Figura 330-106). Se tiene como objetivo mostrar que pueden ser utilizados exitosamente métodos alternativos donde hay problemas en obtener tierra aceptable. La puesta a tierra y el enlace equipotencial deben estar hechos de acuerdo a la Sección 010 del Código, con conductores de cobre de enlace equipontecial no más pequeños que 4 mm^2 .

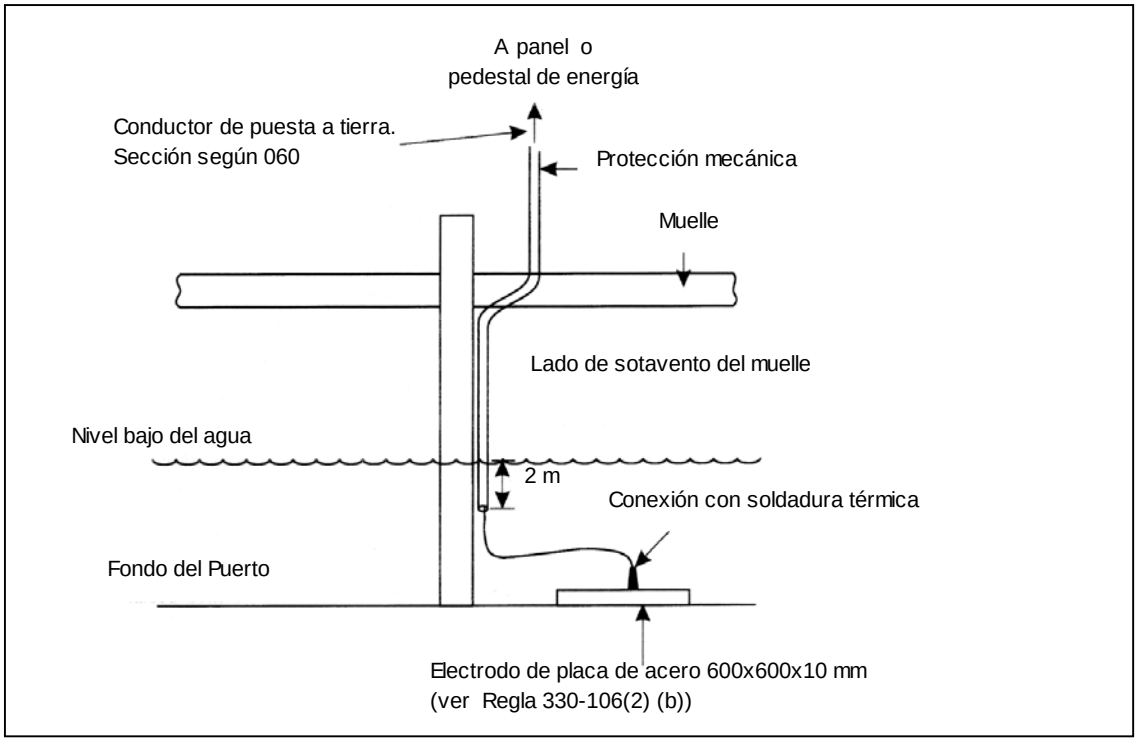


Figura 330-106
Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial

Sustento de la Regla 330-108. Algunas de las reglas en esta Sección se refieren al uso de materiales resistentes a la corrosión. Una anotación ha sido hecha en el

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Apéndice B para ayudar en la selección del material, en ésta se nombran los materiales encontrados como adecuados para el ambiente marino.

Propósito de la Regla 330-108. Los materiales usados en lugares exteriores deben ser resistentes a la corrosión o tratados de manera adecuada para protegerlos de daños corrosivos.

Sustento de la Regla 330-110. Se sabe que muchas de las actividades que tienen lugar en un muelle, como el embarque, carga y descarga y el movimiento de camiones y otros vehículos, representan una amenaza para la seguridad de la instalación eléctrica.

Propósito de la Regla 330-110. El equipo eléctrico en las instalaciones de un muelle, debe ser ubicado donde no dificulte el trabajo que se desarrolla en el lugar.

Sustento de la Regla 330-112. Para proteger el equipo eléctrico de daños mecánicos y ambientales, es necesario colocarlo de tal manera que no represente riesgos y asegurar que los recintos de protección del equipo sean de robusta construcción.

Propósito de la Regla 330-112. Los métodos de protección nombrados en esta regla deben proveer la protección mecánica y ambiental requerida para una eficiente y segura instalación eléctrica.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 340

SISTEMAS ELÉCTRICOS DE COMUNICACIONES

Alcance

Consideraciones de Aplicación. A veces resulta difícil determinar si los requerimientos de la Sección 090 o de la Sección 340 se aplican a un circuito. Una pauta para determinar la correcta aplicación de las reglas es la siguiente:

(a) Si el propósito es que el circuito sólo envíe una señal "cerrado" o "abierto", el circuito es un circuito de señal o señalización y se aplica la Sección 090; y

(b) Si se requiere enviar/transmitir voz, sonido o datos a través del circuito, éste es un circuito de comunicación y se aplica la Sección 340 (ver la definición de sistema de comunicación).

Sustento de la Regla 340-000. Esta regla es muy importante, ya que identifica los equipos eléctricos de las edificaciones, estructuras o locales a los cuales se aplican los requerimientos de la Sección 340. Ésta indica que también se aplican la reglas generales del Código, es decir, las Secciones 010 a 090 y 150, pero que los requerimientos de la Sección 340 pueden modificar estas reglas o complementarse a las mismas u otras cuando sea necesario.

Los sistemas de comunicación son un tipo de sistema especializado que requieren ser tratados en una Sección aparte. Los circuitos tienen valores eléctricos y peligros que difieren de muchos otros circuitos eléctricos del Código.

Propósito de la Regla 340-000. La Sección 340 se debe aplicar a la instalación y mantenimiento de un sistema de comunicación (tal como se define en la Sección 010).

Generalidades
Terminología Especial

Planta expuesta quiere decir el circuito o cualquier parte del cual está expuesto a descargas atmosféricas, a tensiones de valor eficaz que exceden de 300 V debido a contactos accidentales con el alumbrado eléctrico o los conductores de energía, inducción ocasionada por la operación inestable de las líneas eléctricas o fallas, y a elevaciones del potencial de tierra.

Sustento de la Regla 340-100. Por lo general, las definiciones se dan en la Sección 010. Sin embargo una palabra o termino o sus derivados, que se aplican sólo a una Sección se definen en dicha Sección. A pesar de que los circuitos de comunicación funcionan principalmente dentro de las limitaciones de los circuitos Clase 2, éstos pueden estar expuestos a descargas atmosféricas o contactos accidentales con sistemas eléctricos de energía /alumbrado que funcionan a tensiones mayores de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

300 V . Por lo tanto, debe ser necesario especificar cuándo es que dichos conductores de los circuitos de comunicación se encuentran "expuestos", de manera que se tomen precauciones adicionales de seguridad tales como protecciones y/o enlaces equipotenciales, conectados a tierra a fin de minimizar los posibles peligros de incendio y electrocución.

Propósito de la Regla 340-100. Cuando cualquier equipo eléctrico o conductor de un circuito de comunicación pueda estar expuesto o a descargas atmosféricas o a contactos accidentales con los conductores de los sistemas eléctricos de energía o alumbrado que operan a tensiones que exceden de 300 V, se considera que dichos circuitos de comunicación son plantas expuestas. Se pueden encontrar las precauciones adicionales especiales que deben tomarse en relación a las plantas expuestas cada vez que se haga referencia a las mismas en la Sección 340.

Sustento de la Regla 340-102. En ciertas condiciones de funcionamiento, los equipos de comunicación pueden estar expuestos a energías eléctricas que pueden representar una posible electrocución y peligros. Los equipos utilizados en estas condiciones deben de ser diseñados y sometidos a prueba a fin de disminuir los posibles peligros que pueden ocasionar al usuario final. Asimismo, esta regla estipula que se debe respetar las normas para los equipos adecuados y las consideraciones de seguridad.

Propósito de la Regla 340-102. A fin de reducir la posibilidad de incendios y electrocuciones se requiere que el equipo de comunicación sea aprobado.

(a) cuando el equipo sea conectado a un circuito considerado como planta expuesta; o

(b) cuando el equipo sea conectado a un circuito de telecomunicación que funcione a cualquier tensión a no ser que las demás reglas de la Sección 340 estipulen específicamente lo contrario.

(c) Cuando las demás reglas de la Sección 340 requieran que el equipo sea aprobado, sin considerar las condiciones de instalación.

Sustento de la Regla 340-104. El principal interés de esta regla es saber hasta qué punto se puede colocar otros tipos de circuitos en el ensamble de un cable de comunicación. Se sabe que, en muchos casos, las compañías de telecomunicaciones son las portadoras de los tipos especiales de circuitos de comunicación, de señales entre diversas edificaciones (para fines especiales como pueden ser las señales de alarma de incendio). Sin embargo, una vez que estos tipos especiales de circuitos se encuentran dentro de los locales, se pueden presentar diferentes consideraciones (de aquellas para los circuitos de comunicación) como los métodos de instalación, que dependen de la función de los circuitos.

Propósito de la Regla 340-104. Cuando se instala un cable de comunicación para que ingrese a una edificación (o salga de la misma), se requiere que el cable sea clasificado como "cable de entrada a una edificación" (ver la Nota del Anexo B). Este cable de entrada puede constar de un conjunto tanto de conductores de comunicación como de conductores de circuito de radio y televisión, circuito de control remoto o de un circuito de alarma de incendio. El cable de entrada en su totalidad se define como un conductor de comunicación y debe de ser instalado de acuerdo con las reglas de la Sección 340. Sin embargo, no se permite que los conductores/cables de comunicación

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

instalados dentro de una edificación para fines de distribución de servicio, contengan también conductores que no pertenezcan al circuito de comunicación.

Cuando los conductores de un circuito de radio y televisión, de un circuito de control remoto o de un circuito de alarma de incendio se interconecten con los conductores de un cable de comunicación de entrada a una edificación, se requiere que el punto de interconexión cuente con una protección adecuada que limite los niveles de tensión y corriente, a valores aceptables para todos los circuitos y conductores implicados.

Sustento de la Regla 340-106. Cuando un circuito de comunicación que está en un modo de funcionamiento determinado, es energizado accidentalmente por otro sistema eléctrico (por ejemplo, a través del contacto con un conductor de energía eléctrica), o entra en contacto con una descarga atmosférica, el circuito puede representar un peligro de formación de chispas, incendio o electrocución. Por lo tanto, se debe tomar precauciones especiales para las situaciones en que los conductores de comunicación sean colocados en un lugar peligroso (por ejemplo, en un área de almacenamiento de gasolina o en un montacargas de granos).

Propósito de la Regla 340-106. Cuando los equipos de comunicación o conductores se coloquen en lugares considerados peligrosos según la Sección 110, 120 o 140, se requiere que las instalaciones de estos conductores o equipos también se realicen de acuerdo con las reglas aplicables a dichas Secciones (110, 120 o 140), minimizando de esta manera el peligro de incendio o explosión.

Sustento de la Regla 340-108. Se debe observar que cuando una compañía de electricidad o una compañía de comunicaciones instala circuitos de comunicación como parte de su red, la instalación la realizan personas especialmente capacitadas y calificadas. Asimismo, el Alcance del Código reconoce que, en algunas áreas, las funciones de electricidad y comunicaciones desempeñadas por una empresa concesionaria de servicio (por ejemplo, un concesionario de comunicaciones o concesionario de electricidad) quedan eximidas del Código, para todo efecto se debe tomar en cuenta el Código Nacional de Electricidad - Suministro.

En muchos casos, se instala una fuente de energía eléctrica o un dispositivo limitador de energía entre un circuito de suministro eléctrico y un circuito de comunicaciones. Tales dispositivos deben de ser aprobados según las normas apropiadas, a fin de asegurar que la fuente de alimentación no energice accidentalmente el sistema de comunicación y cree un peligro de incendio o electrocución.

Propósito de la Regla 340-108. Cuando una compañía de electricidad o una compañía de comunicaciones, que opera por lo general dentro del Alcance de la Sección 340 del Código, instala circuitos de comunicación como parte de su red de servicios de operación, la instalación realizada por dicha compañía, en algunas áreas, no requiere ser inspeccionada por el ente de inspecciones correspondiente . Cuando la fuente de potencia de un circuito de comunicación sea suministrada por un transformador u otro dispositivo, y cuando el dispositivo es conectado a un circuito de suministro eléctrico, el transformador o dispositivo debe estar sujeto a inspecciones por parte del ente de inspecciones correspondiente. .

Sustento de la Regla 340-110. En las operaciones generales, se puede instalar un transformador de comunicación u otros dispositivos similares en diversos lugares a lo largo de todo el circuito, para fines tales como hacer funcionar ciertas piezas del equipo o suministrar una fuente de energía a ciertas partes del circuito. Estos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

dispositivos deben de ser diseñados y fabricados de tal manera que no creen peligros eléctricos de incendio y electrocución al circuito.

Propósito de la Regla 340-110. Cuando se instale en un circuito de comunicación un transformador u otro dispositivo similar que se conecte al circuito de alimentación de energía, se requiere que el dispositivo sea aprobado, a fin de minimizar la posibilidad de que ocurran peligros de incendio o electrocución. El dispositivo debe de ser aprobado para el tipo de servicio para el cual es instalado (por ejemplo, para proveer energía a un contestador automático de llamadas telefónicas).

Protección

Sustento de la Regla 340-200. Existen dos tipos de protectores, primarios y secundarios. El protector primario está básicamente diseñado para salvaguardar a los usuarios o locales contra la posibilidad de peligros de incendio o electrocución provenientes del sistema de comunicación. Los protectores secundarios están básicamente diseñados para limitar la corriente y la posible tensión del equipo de comunicación y alambrado.

Recientemente, muchas empresas privadas (no las compañías de teléfonos) han estado instalando sistemas de comunicación. En tanto que en el pasado las compañías de comunicación desarrollaron requerimientos de funcionamiento internos específicos para los protectores primarios, y han capacitado a personas para su instalación, las personas particulares pueden no estar familiarizadas con todos los requerimientos de seguridad de los locales necesarios para dichos protectores primarios. La Regla 340-200 ha sido incluida a fin de que todos los protectores primarios, cuando sean instalados en los sistemas de comunicación, cumplan con las normas de seguridad establecidas.

Asimismo, es asunto de interés que el protector primario sea colocado en una edificación o sobre la misma de tal manera que no plantee peligros de incendio o electrocución. Se debe tomar precauciones para cualquier situación en que no sea necesario proveer un conductor de comunicación de entrada con un protector primario.

Propósito de la Regla 340-200. Se requiere que todos los protectores primarios de comunicación sean aprobados para minimizar la posibilidad de que se presenten peligros de electrocución o incendio a los usuarios o locales.

Cuando se coloque un protector primario en la parte externa de una edificación o sobre una instalación inmediatamente adyacente a la parte externa de la edificación (por ejemplo, un pedestal de servicio de comunicación de un aparcamiento de remolques), se requiere que el protector sea colocado tan cerca como sea posible del punto donde el cable/conductor entra a la estructura de la edificación. Con fines de protección, los conductores de comunicación que ingresen a la edificación no deben de estar expuestos a daños o contactos adicionales con otras fuentes de energía eléctrica. Cuando el protector primario sea colocado dentro de la edificación, se requiere que sea instalado tan cerca como sea posible del punto de entrada. (Ver la Nota del Anexo B para el punto de entrada respecto a la Subregla 340-200(2)).

Ya que el protector primario puede estar expuesto a la posibilidad de formación de chispas o generación de calor durante la operación, no se permite que un protector sea instalado en ningún lugar peligroso estipulado en la Sección 110, 120 o 140 del

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Código. Cuando ninguna parte de un circuito de comunicación total/completo sea considerada como planta expuesta, no es necesario proporcionar un protector primario al circuito. Cuando están ubicados a la intemperie, los circuitos deben de ser colocados debajo del nivel del piso terminado en una canalización subterránea (tal como se especifica en la Regla 340-602), de tal manera que no deben ser considerados como "planta expuesta". (Por lo general, los cables/conductores enterrados directamente se clasifican como planta expuesta ya que normalmente están sujetos a descargas atmosféricas).

Sustento de la Regla 340-202. En ciertas condiciones de las instalaciones del conductor, se puede omitir el requerimiento de un fusible integral para el protector primario, dado que la posibilidad de peligro de incendio disminuye por otros factores de fusión del conductor/cable.

Las partes vivas expuestas, por ejemplo los terminales de un protector primario, pueden representar un peligro de electrocución o durante un estado de operación normal del circuito de comunicación (sólo la operación de la línea) o en una condición operativa del protector. Se deben tomar precauciones a fin de evitar contactos humanos accidentales con dichas partes expuestas.

Propósito de la Regla 340-202. (Véase la Figura 340-202). Cuando sea necesario colocar un protector primario en un circuito de comunicación tal como se especifica en la Regla 340-200, se requiere que el protector tenga la capacidad de conectar a tierra cada conductor de la línea de comunicación implicada.

Asimismo, se requiere que el protector primario tenga un fusible integral conectado en serie en cada conductor de la línea de comunicación, a fin de prevenir la posibilidad de recalentamiento (por ejemplo, durante un contacto de potencia permanente a baja impedancia). Como alternativa de un fusible integral, el protector primario puede ser del tipo sin fusibles donde la adecuada fusión es proporcionada por los conductores de la línea de entrada externa a los cuales está conectado. Cuando existan cualquiera de los tres siguientes diseños de planta expuesta, se debe proporcionar una adecuada fusión a los protectores del tipo que no cuentan con fusibles:

(a) El cable de comunicación de entrada que ingresa conectándose con el protector primario tiene una chaqueta o pantalla metálica enlazadas a tierra. El protector primario y el conductor de puesta a tierra del protector deben tener una capacidad de corriente nominal mayor a la de los conductores que se encuentran dentro del cable de la planta expuesta, de modo que los conductores expuestos se fundirán de manera segura a niveles de corriente menores a aquellos niveles nominales del protector y su conductor de puesta a tierra.

(b) El conductor de comunicación de entrada que ingresa conectándose con el protector primario consta sólo de conductores aislados extendidos desde un cable de planta expuesta. El cable de la planta expuesta debe tener una pantalla o chaqueta metálicas enlazadas a tierra. El protector primario y el conductor de puesta a tierra del protector deben de tener una capacidad de corriente nominal mayor a la de los conductores que se encuentran dentro del cable de la planta expuesta, de modo que los conductores expuestos se fundirán de manera segura a niveles de corriente menores a aquellos niveles nominales del protector y su conductor de puesta a tierra. También los conductores del cable de la planta expuesta se deben fundir a corrientes menores que las de los conductores aislados.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(c) El conductor de comunicación de entrada que ingresa conectándose con el protector primario, consta sólo de conductores aislados extendidos desde una planta expuesta que no cuenta con una chaqueta o pantalla metálicas enlazadas a tierra. Los conductores aislados pueden estar conectados a la planta expuesta mediante los 'conductores de conexión'. El protector primario y el conductor de puesta a tierra del protector deben tener una capacidad de corriente nominal mayor a la de los conductores que se encuentran dentro del cable de la planta expuesta, de modo que los conductores expuestos se fundan de una manera segura a niveles de corriente menores a aquellos niveles nominales del protector y su conductor de puesta a tierra. Asimismo, los conductores aislados, (es decir, el conductor de comunicación de entrada que llega) deben tener un valor de capacidad de corriente mayor al de la capacidad de corriente a la cual o la planta expuesta o los conductores de conexión entre la planta expuesta y los conductores aislados se fundirán de manera segura. El conductor de puesta a tierra del protector primario debe ser conectado a tierra a una fuente adecuada tal como se establece en la Regla 340-706.

(d) Se permite que los conductores de un cable con chaqueta o pantalla metálicas puestas a tierra que están expuestos a descargas atmosféricas, mas de alguna otra forma no expuestos a los contactos accidentales con los conductores de potencia o alumbrado u otras fuentes de energía eléctrica, sean conectados a un protector primario sin fusibles.

Se requiere que los protectores primarios que presenten partes vivas expuestas, tales como terminales, sean colocados en un recinto apropiado (por ejemplo, un recinto bloqueado para teléfonos/comunicaciones) u otra área similar accesible sólo a personas calificadas, familiarizadas con los peligros y operaciones del circuito/protector de comunicación. El recinto o área debe cumplir con los requerimientos de la Regla 020-202. Cuando el recinto o área similar sean diseñados para alojar tanto los sistemas de electricidad y comunicación (tal como un recinto eléctrico de uso en común), se requiere que haya una mínima separación de 900 mm entre los protectores y cualquier equipo eléctrico que requiera ajustes o mantenimiento. Dicha separación es necesaria para evitar contactos eléctricos accidentales entre los diferentes niveles de tensión de estos dos tipos de sistemas. (El requerimiento de un recinto o área similar para un protector que tenga partes vivas expuestas no es aplicable cuando el protector esta protegido contra contactos accidentales mediante una cubierta, cabina u otro recinto de protección aprobados).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

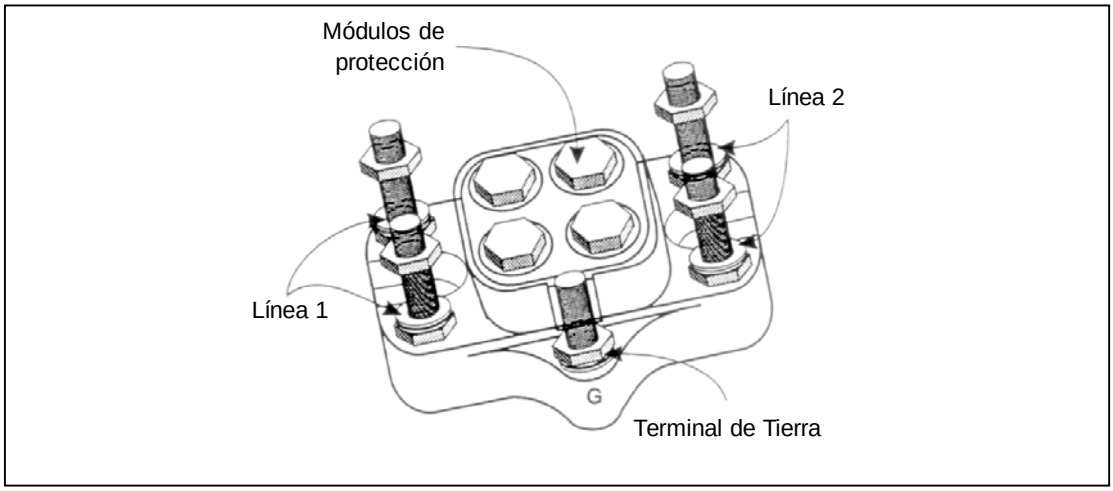


Figura 340-202
Protector Primario de Comunicaciones

Sustento de la Regla 340-204. Cuando los circuitos de comunicación proporcionen servicio a estaciones de maniobra de alta tensión, es imprescindible instalar equipos de protección de comunicación especialmente diseñados. Por lo general, el equipo de protección es del tipo no interrumpible de modo que los circuitos de comunicación esenciales para la transmisión de señales y la maniobra de dichas estaciones/subestaciones no deben fallar o abrirse durante las disrupciones de potencia (tal como las condiciones de falla). (Los tipos normales de los protectores aprobados para el circuito de comunicación son los interrumpibles).

Propósito de la Regla 340-204. Cuando el equipo sea instalado para la protección de los circuitos de comunicación que proporcionan servicio a una estación de alta tensión (por ejemplo, una estación de maniobra de un transformador eléctrico), se requiere que el equipo sea adecuado para dicha aplicación particular. Por lo general, dicho equipo debe ser del tipo no interrumpible (por ejemplo, un transformador aislador y/u otro dispositivo electrónico) y no necesita ser aprobado como protector de comunicación. Se ha agregado una nota al Anexo B para ayudar a determinar cuál debe ser el adecuado para una aplicación particular.

Conductores en Interior

Sustento de la Regla 340-300. La Sección 340 se ocupa del montaje de los conductores de comunicación en interior y puede comprender otras Secciones del Código, ya que la mayor parte de estas reglas se aplican a la seguridad de la instalación y mantenimiento de los sistemas de energía eléctrica que funcionan a altas tensiones y capacidades de corriente

Propósito de la Regla 340-300. Cuando se instalan conductores de comunicación a una edificación/estructura, se requiere que éstos sean colocados de una manera sistemática y segura. Asimismo, el proceso de instalación debe de ceñirse a todas las reglas de la serie 300 de la Sección 340 que pueden ser aplicables.

Sustento de la Regla 340-302. Los requerimientos para la ubicación de los sistemas de canalización que alojan a los conductores de comunicación se encuentran en la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sección 070, y no en la Sección 340. A fin de asegurar una conexión a tierra apropiada de las canalizaciones metálicas, se deben cumplir con los requerimientos de la Sección 060.

Propósito de la Regla 340-302. Además de cualquiera de los mínimos requerimientos para las canalizaciones exigidos en la Sección 340, debe ser un buen procedimiento proporcionar canalizaciones cuando se vaya a instalar grandes cantidades o tamaños de conductores de comunicación o cuando sea necesario un acceso futuro para las extensiones o revisión de los conductores. Se requiere que todas las canalizaciones instaladas para los conductores de comunicación sólo sean de los tipos permitidos en la Sección 070, y que sean instaladas de acuerdo con las reglas de la Sección 070. El objetivo es que las canalizaciones metálicas sean enlazadas equipotencialmente a tierra de acuerdo con los requerimientos de la Sección 060, a fin de asegurar que desaparezcan de una manera adecuada los posibles peligros de electrocución debido a los contactos eléctricos accidentales o inducidos.

Sustento de la Regla 340-304. Ya que los conductores de comunicación portan grados de tensión y niveles de corriente variables que pueden, en ciertas condiciones, representar un peligro de incendio o electrocución, estos tipos de conductores deben cumplir con las Normas aprobadas, a fin de reducir la posibilidad de que se presenten dichos peligros. Asimismo, se reconoce que existe una gran variedad de tipos de conductores de comunicación, según su aplicación (por ejemplo, cables para edificaciones, alambres de distribución, cables planos para alfombras, cables de especialidad para datos, etc.).

Propósito de la Regla 340-304. Se requiere que todos los conductores de comunicación instalados dentro de una edificación sean del tipo de conductor de comunicación permitido según la Tabla 19 y sea aprobado.

Sustento de la Regla 340.306. En otras reglas de la Sección 340, se establece un método para proporcionar protección al circuito contra tensiones inducidas o contactos accidentales con otro sistema eléctrico, utilizando un conductor/cable de comunicación que tenga una pantalla o chaqueta metálica externa puesta a tierra. Se sabe por experiencia en el campo que dichas cubiertas apantallan adecuadamente a los conductores internos. Sin embargo, la cubierta metálica debe de ser enlazada equipotencialmente a tierra, a fin de eliminar de manera segura cualquier tensión eléctrica impuesta.

Propósito de la Regla 340-306. Cuando un conductor/cable de comunicación tiene una pantalla, chaqueta o cubierta de metal externa, se requiere que la cubierta sea enlazada equipotencialmente a tierra a fin de que la tensión inducida o el contacto accidental con una fuente eléctrica (por ejemplo, circuito de iluminación o fuerza) sean transferidos a tierra.

Sustento de la Regla 340-308. El diseño y fabricación de los conductores de comunicación se basan esencialmente en limitaciones de la corriente y continuidad del servicio. Por lo general, la capacidad nominal de estos conductores o cables no se ha determinado para los mismos niveles de tensión que aquellos de los sistemas de energía eléctrica, ya que su principal función debe ser la transmisión de señales de información o de comunicación. Asimismo, las personas que instalan o trabajan con circuitos de comunicación pueden no estar familiarizadas con los sistemas de energía eléctrica normales. Por lo tanto, los conductores de un sistema de comunicación deben de ser adecuadamente separados o aislados de aquellos que pertenecen a un

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

sistema eléctrico o sistema similar, a fin de proveer protección contra posibles peligros de electrocución de los conductores eléctricos adyacentes.

Propósito de la Regla 340-308. Se requiere que los conductores de un circuito de comunicación sean separados de aquellos que pertenecen a un circuito de alumbrado eléctrico, de potencia o Clase 1 (en el presente denominado 'circuito eléctrico'), ya sea mediante una separación por distanciamiento o una separación mediante otros materiales apropiados, a fin de evitar la energización accidental de los conductores de comunicación.

Subregla (1). Cuando se emplee el método de distanciamiento, se requiere que los conductores de comunicación sean separados como mínimo a

(a) 50 mm de cualquier conductor aislado del 'circuito eléctrico' que funcione a 300 V o menos; y

(b) 600 mm de cualquier conductor aislado del 'circuito eléctrico' que funcione a más de 300 V .

Como alternativa de distanciamiento, se consideran separaciones efectivas alcanzadas cuando se utilicen los siguientes materiales:

(a) los conductores de comunicación o los conductores aislados del 'circuito eléctrico' se encuentran instalados en una canalización metálica puesta a tierra, en un cable con chaqueta metálica o en un cable blindado puesto a tierra; o

(b) los conductores del 'circuito eléctrico' contienen un cordón para uso exigente o extra exigente (tal como se especifica en la Tabla) y la tensión del 'circuito eléctrico' no exceda de 300 V; o

(c) los conductores de comunicación aislados o los conductores del 'circuito eléctrico' se encuentren instalados en canalizaciones del tipo no metálico las cuales están fijas de manera continua y firme en un lugar.

Subregla (2). Cuando los conductores de comunicación se encuentren ubicados adyacentes a los conductores desnudos/no aislados del 'circuito eléctrico' en el mismo recinto o espacio, se requiere que los conductores de comunicación sean encerrados en una canalización metálica puesta a tierra. Para una operación y mantenimiento seguros, toda canalización que contenga conductores de comunicación no debe tener aberturas (por ejemplo, una caja de salida ubicada en el espacio comprendido a 2 m de un conductor desnudo de un 'circuito eléctrico' que fundiona a 15 kV o menos, o a 3 m de un conductor desnudo de un 'circuito eléctrico' que funciona a más de 15 kV).

Subregla (3). Se requiere que los conductores de un circuito de comunicación no sean colocados en ninguna canalización, caja de salida o recinto similar que también contengan conductores de un 'circuito eléctrico', a menos que los tipos de conductores se encuentren separados el uno del otro en forma continua mediante una barrera o división adecuados.

Los conductores de energía eléctrica o del circuito Clase 1 pueden instalarse en la misma canalización o recinto de protección que los conductores de comunicación cuando éstos son utilizados ya sea para suministrar energía al circuito de comunicación o para conectar equipo de control remoto. Sin embargo, cuando se

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

permita esta excepción especial para compartir una canalización o recinto de protección, ningún conductor de comunicación que se encuentre en dicha canalización o recinto puede tener un aislamiento de color verde (ya que un conductor de aislamiento de color verde implica que es un conductor eléctrico de enlace equipotencial / puesta a tierra de acuerdo con la Sección 060). El conductor o conductores de comunicación de color verde que se encuentre dentro de un montaje de cable de comunicación totalmente cubierto con una chaqueta o pantalla puede estar dentro de una canalización o recinto de protección, siempre que ninguna parte del conductor de color verde esté visible dentro de dicha parte de la canalización o recinto de protección compartido con un circuito de alimentación o Clase 1.

Subregla (4). Las instalaciones de los conductores en los pozos de una edificación requieren especial consideración respecto a un peligro de incendio, accesibilidad y otros factores de seguridad. Por lo tanto, cuando se coloquen los conductores de comunicación adyacentes a los conductores del 'circuito eléctrico' en el pozo de una edificación, se requiere que no se apliquen los requerimientos de la Regla 340-308(1), (2) ni (3) y más bien se utilice cualquiera de los dos siguientes métodos de separación:

(a) Todos los conductores de cada sistema se encuentran aislados y separados a una distancia mínima de 50 mm uno de otro; o

(b) Los conductores de cada sistema se encuentran cubiertos en una tubería aislante no combustible.

Sustento de la Regla 340-310. Cuando se atraviesa un separador del fuego debe de realizarse de tal manera que se mantenga la integridad de la separación y las llamas no se propaguen de un lado a otro a través de la inserción particular.

Propósito de la Regla 340-310. Se requiere que cualquier inserción de un conductor de comunicación a través de la estructura de una edificación o montaje diseñados para funcionar como una separación del fuego sea realizada tal como lo establecen los requerimientos de la Regla 020-124, a fin de reducir la posibilidad de que el fuego se propague a través de la separación.

Sustento de la Regla 340-312. Se debe prestar especial consideración a la instalación de los conductores de comunicación en un pozo de ascensor. En ciertas condiciones, los conductores están propensos a sufrir daños mecánicos accidentales. Asimismo, los diferentes niveles de cables de alimentación de energía pueden moverse "desplazarse" y pueden ponerse en contacto con otros conductores dentro de dicho pozo de ascensor (debido a una falla de cualquiera de los sistemas de alambrado). Los pozos de ascensor mismos pueden permitir una rápida propagación vertical del fuego dentro de una edificación.

Propósito de la Regla 340-312. Se requiere que los conductores de comunicación por lo general no sean colocados en una vía de ascensor / pozos de ascensor con fines de distribución de una edificación. Cuando los conductores de comunicación vayan a ser colocados en los pozos de ascensor, para llevar a cabo tales instalaciones se debe obtener una autorización especial por escrito del Municipio o ente correspondiente. .

Se requiere que todos los conductores de comunicación que cuentan con autorización para ser colocados en un pozo de ascensor deben estar cubiertos totalmente en una canalización metálica continua (de modo que ninguna parte del conductor de comunicación pueda estar expuesto). Como única excepción, un conductor de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

comunicación puede ser colocado en un cable de desplazamiento cuando dicho cable es utilizado para alimentar al elevador/ascensor. Todas las cajas de paso asociadas con los cables de comunicación de las canalizaciones metálicas deben ser instaladas en la parte externa del pozo.

Sustento de la Regla 340-314. De acuerdo con las reglas generales del Código, en las instalaciones de conductores en una edificación se debe considerar los aspectos de la propagación de llamas señalados en las Reglas 020-216 y 12-010. Se debe prestar especial consideración a la colocación de cables y la posible propagación de llamas debido al aceite dentro de una cámara de aire acondicionado. En general, cuando se permita la colocación de cables en una cámara de aire acondicionado, éstos deben tener una capacidad nominal apropiada de resistencia a la propagación de llamas (tal como lo requiere el Código) o estar totalmente encerrados en una canalización no combustible.

Propósito de la Regla 340-314. Los conductores de comunicación sólo pueden ser colocados en los tipos de ductos y cámaras de aire acondicionado estipulados en la Regla 070-010. Cuando los conductores son instalados en un ducto o cámara de aire acondicionado, se requiere que el conductor cumpla con los requerimientos de propagación de llamas de la Regla 020-116 (es decir, éstos deben tener una capacidad nominal de resistencia a la propagación de llamas o estar totalmente encerrados en una canalización no combustible).

Sustento de la Regla 340-316. Los requerimientos para los cables de alimentación de potencia para la transmisión de datos se encuentran en las reglas aplicables para los conductores de energía eléctrica.

Propósito de la Regla 340-316. Los cables diseñados para la interconexión de equipos de procesamiento de datos pueden contener conductores tanto de los circuitos de transmisión de datos/comunicación, como de los circuitos de suministro de energía eléctrica. Sin embargo, se requiere que los cables sean aprobados para los requerimientos específicos para dichos medios de interconexión.

Sustento de la Regla 340-318. Una de las principales aplicaciones de la instalación en falsos pisos dentro de una edificación es proporcionar una canalización flexible grande para la instalación del alambrado eléctrico y cables que suministran energía al área del piso. Sin embargo, ya que los falsos pisos por lo general no contienen barreras físicas que separan los diferentes tipos de sistemas de alambrado eléctrico, se debe poner atención a las separaciones seguras entre los conductores de comunicación y los demás sistemas eléctricos. Asimismo, se debe tener en cuenta la combustibilidad potencial y la propagación de llamas y la posible utilización de un área elevada para la transferencia de aire.

Propósito de la Regla 340-318. Cuando se colocan conductores de comunicación en un espacio debajo de falsos pisos, éstos pueden ser instalados directamente sin ninguna protección mecánica adicional (es decir, visualmente expuestos), siempre que:

(a) el falso piso esté construido con un material no combustible; y

(b) los conductores de comunicación, cuando sean conectados a sistemas de procesamiento de datos, están separados como mínimo a 50 mm de cualquier conductor de suministro de energía; y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(c) cuando el espacio comprendido debajo del falso piso también sea utilizado como cámara de aire de ambientación, los conductores de comunicación ubicados dentro del espacio alimenten sólo al equipo ubicado en o sobre el falso piso (y no el equipo que puede estar ubicado en el nivel del piso siguiente más abajo).

Sustento de la Regla 340-320. En algunos casos, los conductores de un circuito de comunicación pueden representar un posible peligro de incendio y electrocución (por ejemplo, cuando los terminales del conductor están expuestos eléctricamente y propensos a ponerse en contacto con otros componentes metálicos/conductivos de la edificación, tal como el marco de una pared metálica o un artefacto de instalación sanitaria). En condiciones anormales de funcionamiento, estos componentes metálicos/conductivos pueden entrar en contacto, representando un posible peligro de electrocución.

Propósito de la Regla 340-320. Cuando los conductores de comunicación no cuentan con dispositivos terminales (por ejemplo, un bloque de terminales), se requiere que los extremos de un conductor sean fijados con cinta aislante o tapados con dispositivos aislantes (por ejemplo, un manguito de plástico aislante), a fin de que los extremos no entren en contacto eléctrico con otros componentes o materiales.

Sustento de la Regla 340-322. Un sistema de cables planos de comunicación (por ejemplo, CMUC americano o similar) son específicamente diseñado para la instalación directa sobre superficies de pisos bajo cuadrados de alfombras desmontables. Debido a la naturaleza y diseño de este tipo de sistema de cables se han incluido en la Sección 340 los aspectos de una instalación eléctrica segura así como también se han incluido en la Sección 070 los requerimientos para los cables de conductores planos (FCC americano) diseñados para métodos similares de operación. Los productos de comunicación implicados deben de cumplir específicamente con las normas de seguridad, a fin de asegurar la reducción de los peligros de incendio y electrocución.

Propósito de la Regla 340-322. (Véase la Figura 340-322). Se requiere que se apliquen exclusivamente las Reglas 340-324 a 340-334 a la instalación especializada de sistemas de cables planos de comunicación (CMUC americano o similar).Todos los conductores y equipos asociados con el sistema de cables de comunicación planos deben de ser aprobados si es que están conectados a una red de telecomunicaciones.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

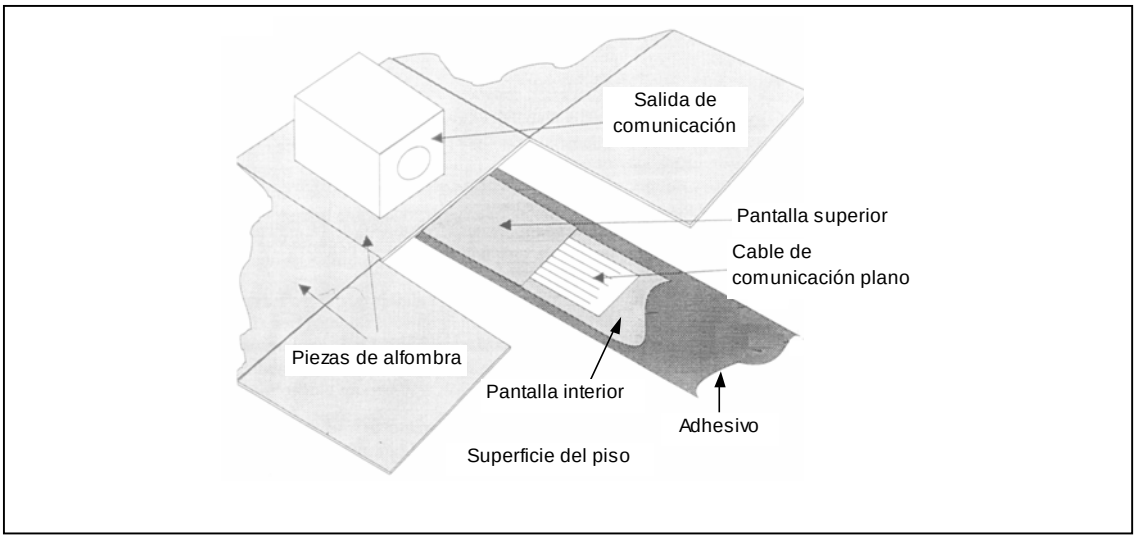


Figura 340-322
Instalación de Cable de Comunicación Plano

Sustento de la Regla 340-324 y 340-326. Los cables planos de comunicación para ubicación debajo de alfombras son diseñados para aplicaciones especiales. Debido a su diseño físico y a sus limitaciones de constitución este cable especial no puede ser instalado en todos los tipos de construcción de una edificación. Debe ser necesario cumplir con ciertos requerimientos mínimos de instalación (por ejemplo, la accesibilidad o la prevención de la abrasión de los cables), a fin de asegurar que el conductor de comunicación plano opere a un nivel seguro respecto a los posibles peligros de electrocución e incendio. Estas reglas estipulan cuándo es que se pueden o no instalar los cables de comunicación debajo de alfombras.

Propósito de las Reglas 340-324 y 340-326. (Véase la Figura 340-322). Se permite la instalación de cables de comunicación planos debajo de alfombras sólo en las siguientes situaciones:

(a) Cuando sólo se coloquen cuadrados de alfombras sobre el sistema de alambrado con cable de comunicación plano. La alfombra no debe de medir más de 750 mm y debe ser fácilmente desmontable, a fin de proporcionar acceso a los conductores. Cuando el cuadrado de alfombra sea colocado con adhesivos, ésta debe ser del "tipo despegable" (es decir, que permita un fácil retiro físico del cuadrado de alfombra cuando sea arrancado, sin que quede ninguna parte restante del cuadrado de la alfombra pegada al piso o al conductor). (En ningún caso un sistema de cable de comunicación plano puede ser colocado debajo de un alfombrado normal que no haya sido diseñada para cubrir estos sistemas de cables, tal como la instalación de alfombras enrolladas sin considerar ninguno de los métodos de acceso propuestos (por ejemplo, "líneas de rendija")); y

(b) Cuando la superficie del piso sobre el cual se van a colocar los conductores de comunicación planos, sea una superficie dura, suave y continua, tal como el piso sellado con concreto, revestido con material cerámico, con material compuesto (como el terrazo), madera u otro material similar (al cual se van a fijar firmemente los conductores de comunicación tipo plano a fin de evitar cualquier movimiento o posible abrasión). (No son aceptables las superficies que no estén selladas

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

con concreto, ásperas, no continuas, ya que los conductores de comunicación tipo plano no pueden adecuarse a una posición permanente); y

(c) Cuando la superficie del piso se encuentre en un área interior clasificada como lugar seco o húmedo, a fin de que los conductores no se vean expuestos a líquidos no controlados (que conduzcan a un cortocircuito) o levanten las cintas de seguridad del sistema; y

(d) Cuando la temperatura de la superficie del piso no exceda de 30 ºC . En caso de que el piso se caliente a una temperatura mayor de 30 ºC, los conductores de comunicación tipo plano deben de ser aprobados así como físicamente identificados como adecuados para la instalación dentro de dicho rango de temperatura; y

(e) Cuando los conductores de comunicación tipo plano sean instalados exclusivamente como una extensión del tipo convencional de los conductores de comunicación dentro de una edificación. La longitud de los conductores de comunicación tipo plano no debe de exceder de 15 m desde el punto de transición (entre el alambrado convencional de comunicación y el cable de comunicación tipo plano).

La instalación de los conductores de comunicación tipo plano, no está permitida en los siguientes lugares:

(a) a la intemperie o en lugares húmedos (ya que el cable de comunicación tipo plano no ha sido diseñado para condiciones no controladas de líquidos/humedad o áreas expuestas a temperaturas extremas o movimientos); o

(b) en áreas expuestas a vapores o líquidos corrosivos (ya que el cable de comunicación tipo plano no ha sido diseñado para "sobrevivir" en estos tipos de ambientes); o

(c) en lugares peligrosos (debido a las limitadas características físicas del cable de comunicación tipo plano); o

(d) en las paredes (como un método general de alambrado), excepto que el cable de comunicación tipo plano emerja por debajo de los cuadrados de la alfombra para extenderse al punto de transición que está ubicado en una pared; o

(e) en divisiones permanentes o paredes (ya que siempre debe existir un fácil acceso a los conductores, y ya que el cable de comunicación tipo plano puede dañarse a través de los corrimientos estructurales de las paredes o divisiones); o

(f) en las viviendas familiares, hospitales, o edificios institucionales (a fin de minimizar el potencial peligro de electrocución e incendio), sin embargo, como una excepción, se permite la instalación de los conductores de cable de comunicación tipo plano en áreas de las oficinas de administración de hospitales y edificios institucionales (ya que estas áreas representan peligros mínimos comprobados).

Sustento de la Regla 340-328. Por lo general, el movimiento físico de los pisos alfombrados se transmite a la superficie del conductor debajo de la alfombra. A fin de prevenir los daños por abrasión a los cables de comunicación tipo plano, como

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

resultado de este movimiento, debe ser necesario cubrir el cable de comunicación en su totalidad con un material (tal como cintas especiales) que absorba y compense los efectos abrasivos. Por lo general, este producto de recubrimiento está especificado como parte del montaje global del cable de comunicación tipo plano.

Propósito de la Regla 340-328. Se requiere que todos los cables de comunicación tipo plano sean cubiertos con una cinta resistente a la abrasión, a fin de prevenir daños al cable debido al movimiento de los cuadrados de alfombra. La cinta debe de ser asegurada firmemente (fijado con cinta adhesiva) al piso y debe cubrir todas las partes del cable, incluyendo cualquier extremo desnudo del conductor.

Sustento de la Regla 340-330. Se sabe que, debido al diseño del sistema de cable plano para alfombras, habrán ocasiones en que los cables de comunicación tipo plano, crucen por encima de (o por debajo de) otros de comunicación, o por encima de (o por debajo de) los cables de conductor plano (FCC) de alimentación. Cuando el cable de comunicación tipo plano cruza por encima /por debajo de un sistema de alimentación, lo que preocupa es que el contacto cercano, los tipos de aislamiento y los grados de posibles movimientos entre los dos tipos de cables pueden dar como resultado un contacto eléctrico accidental entre los conductores de comunicación y los de suministro eléctrico. Un material tal como una pantalla metálica puesta a tierra colocado entre los dos tipos de cables en los puntos de contacto disminuirá la posibilidad de energización accidental entre cruzadas.

Propósito de la Regla 340-330. Se permite que los cables de comunicación tipo plano se entrecrucen tanto por encima o por debajo de cada uno, como por encima o debajo de los cables planos para alfombras de un sistema de suministro de energía (cables FCC de energía) con tal que, cuando un cable de comunicación tipo plano cruce por encima de (o por debajo de) un cable FCC, los dos cables deben ser separados mediante una capa de pantalla metálica, a fin de minimizar los contactos eléctricos accidentales entre los dos sistemas. El apantallamiento metálico debe de ser conectado a tierra. En la Regla 070-820 se puede encontrar una referencia cruzada del apantallamiento entre los dos tipos de sistemas, respecto a los sistemas tipo FCC.

Sustento de la Regla 340-332. El sistema de cable plano para alfombra ha sido diseñado con la intención de reducir las diversas alturas del montaje de cable debajo de los cuadrados de alfombra, minimizando así la posibilidad de daños que resulten de las fuerzas físicas aplicadas al nivel de piso. Las instalaciones posteriores deben asegurar que se cumplan con estos requerimientos de limitación de altura.

Propósito de la Regla 340-332. A fin de reducir la altura de una instalación de cable de comunicación tipo plano en su totalidad (y posteriormente disminuir la posibilidad de que se produzcan daños físicos debido a las fuerzas superficiales), se requiere que los tramos de cables de comunicación tipo plano no sean colocados uno encima de otros similares (en tendidos paralelos). Como excepción, los cables de comunicación tipo plano pueden ser colocados encima de otros similares cuando ingresan al punto de transición (al alambrado de comunicación convencional).

Sustento de la Regla 340-334. En algunos casos, los sistemas de cables de comunicación tipo plano pueden estar provistos de una pantalla metálica, para la protección mecánica, consideraciones de diseño (por ejemplo, prevención de señales inducidas u otras razones).

Propósito de la Regla 340-334. Cuando un cable de comunicación tipo plano sea

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

equipado con una pantalla o chaqueta metálica, se requiere que éstas sean puestas a tierra, para eliminar de manera segura cualquier fuente de energía eléctrica que pueda estar inducida o impuesta debido a contactos accidentales con otra fuente (por ejemplo, un circuito de alimentación de energía).

Equipos

Sustento de la Regla 340-400. Por lo general, se sabe que ninguna pieza de un equipo de comunicación debe estar cerca de un baño o ducha, ya que el contacto húmedo con el equipo puede dar como resultado un peligro de electrocución. Sin embargo, en algunos casos, una persona que se encuentre en una tina individual o ducha, necesita tener acceso a un dispositivo de comunicación con fines de emergencia (por ejemplo, en el área de asistencia médica para pacientes de un hospital o clínica).

Propósito de la Regla 340-400. (Véase la Figura 340-400). Cuando un equipo de comunicación (teléfono o intercomunicador) va a ser colocado en un baño, se requiere que éste se encuentre permanentemente fijo en la pared a fin de que el equipo no pueda ser fácilmente retirado. El equipo debe de estar ubicado de tal manera que ninguna parte del mismo pueda ser alcanzado desde un baño o ducha, o sea extendido a los mismos o utilizados dentro de los mismos (Para prevenir la posibilidad de un peligro de electrocución, no se permite que el equipo entre en contacto con el agua o sea cogido o utilizado por una persona que se encuentre en una tina o ducha). Cuando, con fines de seguridad, sea necesario que una persona que se encuentre en una tina o ducha tenga acceso a un dispositivo de comunicación (por ejemplo, en las áreas de atención médica para pacientes de un hospital o clínica), se debe de colocar un dispositivo o enlace con aislamiento eléctrico en la tina o ducha (por ejemplo, una cadena de tiro) que se extienda hasta el equipo de comunicación. Sin embargo, el equipo de comunicación conectado al enlace aislado debe estar fuera del alcance de la tina o ducha.

Se requiere que los enchufes de comunicación no sean ubicados o instalados en un baño. Ya que estos tipos de enchufes son diseñados para permitir la conexión del equipo de comunicación (por ejemplo, un teléfono), el cordón o juego de cordones de conexión pueden extender fácilmente el equipo hasta la tina o ducha.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

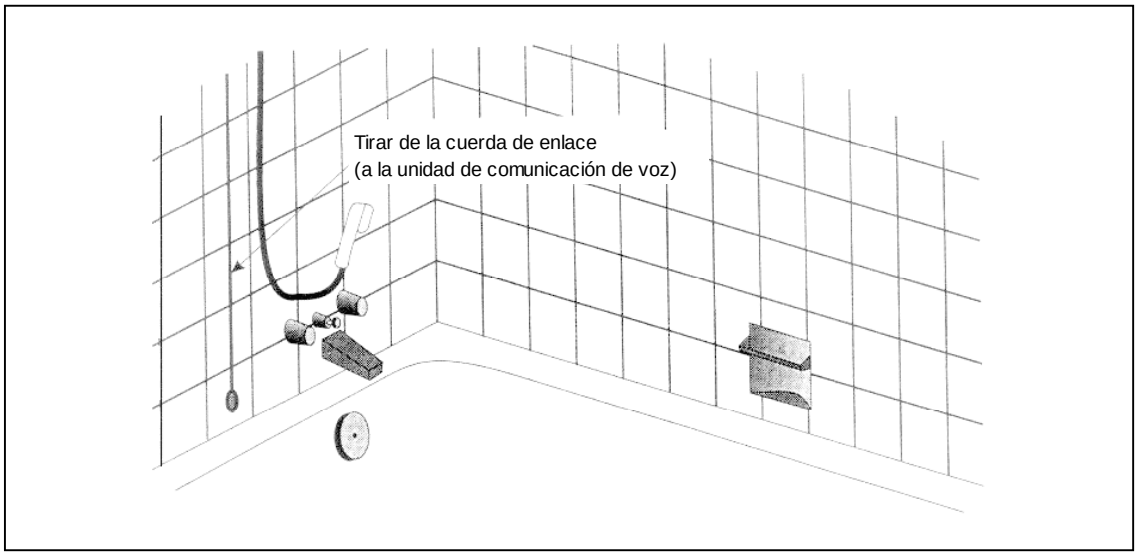


Figura 340-400
Enlace Aislado Eléctricamente en Baño

Sustento de la Regla 340-402. La colocación del equipo de comunicación y los terminales en ductos de aire, cámaras de aire ambiental, o espacios huecos, no es un procedimiento que se considere adecuado, ya que por lo general, no presentan un fácil acceso y el alcance del equipo de comunicación abarca un número ilimitado de diferentes tipos de piezas, según su propósito o aplicación. Se ha determinado que cualquiera de esos lugares pueden dar como resultado una proliferación incontrolada de equipos dentro de dichos cámaras de aire ambiental/espacios.

Propósito de la Regla 340-402. No se permite la instalación de equipos de comunicación o terminales en ductos, cámaras de aire ambiental o espacios huecos utilizados para transferir aire del medio ambiente o en áreas de falso techo suspendido. La única excepción a esta regla es el área de falso techo suspendido creado exclusivamente mediante el uso de baldosas para falsos techos fijas o removibles para formar ductos, cámaras de aire ambiental o espacios huecos. En este tipo de área de falso techo suspendido, se permite la instalación de bloques de terminales de comunicación que proporcionan sólo una función de conexión eléctrica no protectora (y no proporcionan una función del "tipo protector"). (Ver la Nota del Anexo B para mayores detalles sobre el término "no protector"). Los bloques de terminales deben de ser ubicados dentro de un recinto tanto rápida como fácilmente accesible. Otros tipos de equipos de comunicación y terminales no deben de ser colocados dentro de este tipo de espacio de falso techo suspendido.

Sustento de la Regla 340-404. Las partes vivas expuestas de los equipos de comunicación y sus terminales representan un peligro de electrocución durante un estado normal de funcionamiento del circuito de comunicación (sólo el funcionamiento de la línea) o durante situaciones de tensiones impuestas (por ejemplo, contactos eléctricos accidentales o inducción). Se deben tomar medidas para prevenir el contacto humano accidental con dichas partes expuestas.

Propósito de la Regla 340-404. Se requiere que el equipo de comunicación o sus terminales con partes vivas expuestas sean colocados en un recinto adecuado (por ejemplo, un recinto bloqueado de comunicación o teléfono) u otra área similar accesible sólo a personas calificadas familiarizadas con los riesgos y el

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

funcionamiento de los circuitos de comunicación. El recinto o área debe cumplir con los requerimientos de la Regla 020-202 (respecto a los tipos de recintos permitidos, separaciones entre los sistemas y accesos autorizados o colocación de letreros). Cuando el recinto o área similar sea diseñado para alojar tanto los sistemas eléctricos y los de comunicación (por ejemplo, una recinto eléctrico de uso en común), se requiere que exista una mínima separación de 900 mm entre el equipo de comunicación o sus terminales y cualquier otro equipo eléctrico con partes vivas expuestas o que requieran reparación o mantenimiento. Dicha separación es necesaria para prevenir contactos eléctricos accidentales entre los diferentes niveles de tensión de estos dos tipos de sistemas.

Sustento de la Regla 340-406. En los circuitos de telecomunicación, existen ciertos tipos de equipos de comunicación que constan de circuitos que tienen vías a tierra como método de operación, lo que preocupa es que en ciertas condiciones (por ejemplo, condiciones de falla a tierra elevadas o tensiones inducidas) la vía de retorno a tierra para el circuito de comunicación puede crear un peligro de incendio tanto en el equipo asociado como en el alambrado.

Propósito de la Regla 340-406. Se requiere que los circuitos de comunicación (en una red de telecomunicaciones) que utilicen una fuente de toma de tierra como parte de su vía de operación sean conectados a un dispositivo limitador de corriente, que tenga la capacidad de limitar la corriente tanto en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones de falla, a fin de prevenir cualquier posibilidad de peligro de incendio (proveniente de posibles corrientes excesivas). El dispositivo debe de ser instalado en, o inmediatamente adyacente al equipo que cierra el circuito de comunicación y ser de un tipo (tamaño y capacidad nominal) recomendado por el fabricante del equipo (ya que el fabricante es la principal autoridad respecto a los circuitos y sus límites seguros).

Sustento de la Regla 340-408. Para proteger a los pacientes de los hospitales contra la posibilidad de tensiones de fuga que pueden aparecer en las partes conductivas/metálicas expuestas del equipo de comunicación (es decir, partes que el paciente puede tocar), todas estas partes metálicas deben de ser enlazadas equipotencialmente a una fuente de tierra común. Es importante que los demás tipos de equipos eléctricos (por ejemplo, sistemas de alimentación eléctrica, televisores) que también tienen partes metálicas expuestas dentro de dicha habitación deben ser enlazados a la misma fuente de tierra común, a fin de evitar electrocuciones debido a las diferencias del potencial de tierra. Se sabe que los aparatos de teléfonos son fabricados con material plástico, en un teléfono con tope de disco metálico (para un disco selector), el tope está eléctricamente aislado del resto del aparato.

Propósito de la Regla 340-408. Se requiere aislar a los pacientes en las áreas generales, intermedias y críticas de los hospitales contra la posibilidad de peligros de electrocución que pueden aparecer en las partes conductoras metálicas/conductivas expuestas del equipo de comunicación, mediante el enlace equipotencial de todas dichas partes expuestas. De acuerdo con la Sección 140, el conductor de enlace equipotencial debe de ser conectado a una fuente de tierra común para todos los equipos eléctricos que se hallen dentro de una habitación o área, eliminando así la posibilidad de que existan diferentes niveles de tensión entre los diversos tipos de equipos eléctricos. Esta regla exime a los aparatos de teléfonos, ya que éstos no representan un posible peligro de electrocución de tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Conductores en Exteriores

Sustento de la Regla 340-500. En la instalación y mantenimiento de los conductores aéreos se debe considerar principalmente la seguridad respecto a la electrocución y otros peligros relacionados. Esencialmente se debe considerar los contactos accidentales entre los conductores de comunicación y los de energía, los contactos accidentales del personal con los conductores de energía y las tensiones inducidas.

Propósito de la Regla 340-500. Cuando los conductores de comunicación son instalados en forma aérea, en vanos o soportados en postes, y cerca de los conductores de energía, se requiere que éstos sean instalados de acuerdo con los requerimientos del Código Nacional de Electricidad - Suministro, el cual incluye consideraciones de seguridad relacionadas tales como espacios de trabajo adecuados entre los conductores de los diversos sistemas eléctricos, separaciones de vanos y flecha del conductor.

Sustento y Propósito de la Regla 340-502. Se debe evitar invadir los aires de la propiedad privada, para no originar futuros contratiempos con el crecimiento o ampliación de la edificación. Sin embargo, cuando es inevitable y exista la necesidad de instalar los conductores de comunicación por encima del techo de una edificación, la primera medida que se debe tomar es la prevención de daños inadvertidos de los conductores, evitar la posibilidad de que se presenten peligros de electrocución o incendio para el público y los locales. Las distancias de seguridad de dichas instalaciones deben de ser aquellas desarrolladas en el Código Nacional de Electricidad - Suministro.

Sustento de la Regla 340-504. Cuando los conductores de comunicación sean colocados a la intemperie y/o ingresen a una edificación, su constitución, diseño y método de instalación deben de ser coordinados, con todos los requerimientos necesarios para la protección de los circuitos de comunicación. Se debe considerar la posibilidad de los peligros de incendio y electrocución (por ejemplo, cuando los conductores están en contacto con una estructura o cuando los conductores se encuentran cerca de los conductores de energía eléctrica).

Propósito de la Regla 340-504. Se requiere que cualquier conductor de comunicación que contenga circuitos que requieran protección tal como se señaló en la Regla 340-200 cumpla con todos los requerimientos aplicables de las Reglas 340-506 a 340-514. (Estos conductores deben de cumplir con las reglas respecto a los peligros de incendio y electrocución relacionados con la construcción de cables, separaciones de otros sistemas eléctricos, métodos de fijación y métodos de ingreso a las edificaciones.)

Sustento de las Reglas 340-506 y 340-508. Cuando un conductor de comunicación sea colocado en la parte externa de una edificación, se debe considerar el ambiente físico y de operación. Aunque el asunto de la resistencia nominal de la propagación de llamas del conductor no es primordial (como para los conductores del tipo para interiores), el conductor debe tener la capacidad de resistir a las condiciones externas sin representar un peligro de incendio o electrocución. Los conductores de comunicación en exteriores pueden clasificarse ya sea como "alambre" o "cable", según la principal función del conductor.

Propósito de las Reglas 340-506 y 340-508. (Véase la Figura 340-506). Por lo general se denomina 'alambre' de comunicación al conductor del ramal de acometida,

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

el cual conecta la planta alimentadora de comunicación principal con la edificación a la cual ha sido fijado (e ingresa). Un alambre puede constar de dos o más conductores, los cuales pueden o no contener una chaqueta integral como protección secundaria para los conductores aislados individualmente. Por lo general, los alambres de comunicación externos son instalados para suministrar servicio de comunicación a residencias/viviendas familiares independientes o a pequeñas edificaciones comerciales (por ejemplo, bodegas, estaciones de servicio).

Cuando una alambre de comunicación es instalado en un circuito que requiere el uso de un protector primario, se requiere que cada conductor de alambre cuente con un aislamiento de caucho o termoplástico. En caso de que el alambre conste de un grupo de conductores individualmente aislados, se requiere que también cuente con una chaqueta de protección adicional colocada sobre el grupo de alambres. Como alternativa, esta chaqueta exterior adicional puede ser un componente integral del aislamiento del conductor (como por lo general es el caso del alambre que consta de uno o dos conductores).

Cuando una alambre o conductor (puede denominarse cable) sea instalado en exteriores, se requiere que sea del tipo recomendado por el fabricante como adecuado para la condición de la instalación (ya que el fabricante es el que más conoce sobre los diseños físicos y capacidades del alambre).

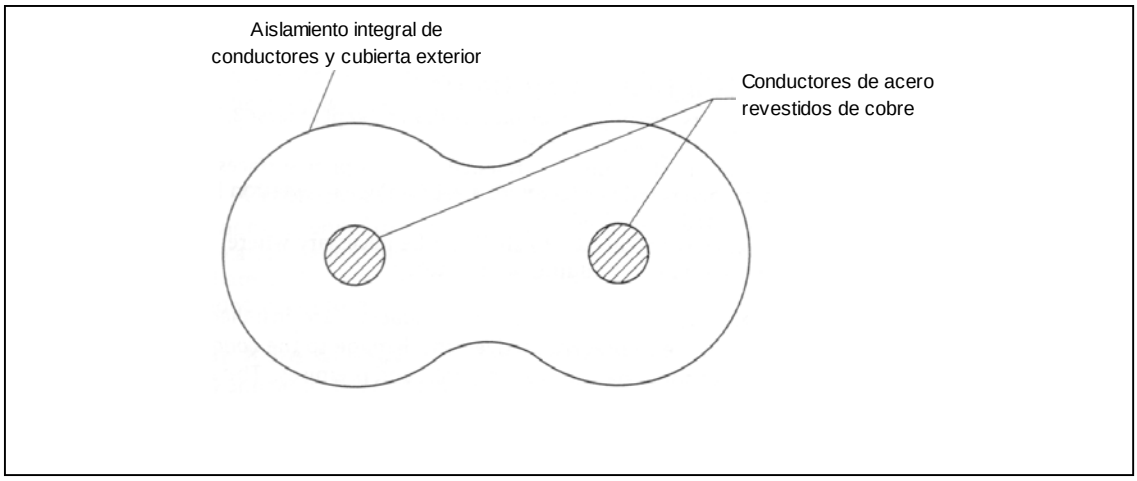


Figura 340-506
Sección Transversal del Cable de Acometida de Comunicación

Sustento de la Regla 340-510. Cuando se coloquen los conductores de comunicación en la parte externa de las edificaciones, se debe considerar el riesgo de contactos accidentales con otros conductores del sistema eléctrico, la posibilidad de peligros de incendio y las interferencias físicas con los conductores de otros tipos de sistemas. En algunas situaciones (tales como las separaciones), los requerimientos de la regla deben de tener relación con las diversas secciones del Código Nacional de Electricidad – Suministro, para tratar estas consideraciones de una manera coherente.

Asimismo, esta regla considera la situación en la cual los conductores expuestos pueden entrar en contacto con todos los tipos de superficies combustibles de una edificación, no sólo los enmaderados.

Propósito de la Regla 340-510. (Véase la Figura 340-510). Cuando se coloquen los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

conductores de comunicación y los conductores aislados de un sistema eléctrico de iluminación y fuerza, en una edificación, se requiere que éstos sean separados unos de otros como mínimo a una distancia de 300 mm, a fin de reducir la posibilidad de que ocurra una electrocución y contactos eléctricos accidentales entre los dos sistemas. Sin embargo, cuando o los conductores de comunicación o los conductores de iluminación o fuerza se encuentran totalmente encerrados en una tubería pesada u otras canalizaciones del tipo no metálico fijo, no es necesaria la mínima separación de 300 mm (ya que la protección contra contactos accidentales entrecruzados es adecuada).

Cuando los conductores desnudos de energía o alumbrado se instalen en una edificación, los conductores de comunicación pueden también ser colocados en dicha edificación, siempre que:

(a) los conductores de comunicación estén ubicados en la posición más baja (ya que la colocación de los conductores de comunicación en la posición más baja proporciona un espacio de trabajo que minimiza la posibilidad de que ocurran contactos accidentales entre los conductores de comunicación y los de energía); y

(b) la separación mínima entre los conductores de comunicación y los conductores de alumbrado o energía no sea menor de 600 mm (ya que la distancia de seguridad de 600 mm proporcionará además la reducción de la posibilidad de que ocurran contactos eléctricos accidentales con los conductores de energía para el personal que trabaje en el espacio de comunicación y no sea calificado en instalaciones eléctricas de potencia); y

(c) los circuitos de alumbrado o alimentación no excedan un nivel de operación de 1 000 V .

Cuando los conductores de comunicación expuestos se coloquen sobre la superficie de una edificación y puedan estar propensos a contactos accidentales con ya sea los conductores de alumbrado o energía que operan a tensiones que exceden de 300 V, se requiere que los conductores sean soportados a una distancia de cualquier superficie combustible de la edificación mediante el uso de materiales o soportes aislantes tales como vidrio o porcelana (ya que los conductores de comunicación pueden, en ciertas condiciones, representar un peligro de incendio). Se requiere que el material o los soportes aislantes sean adecuados respecto al lugar y condición de uso (de los soportes).

Como primera excepción al requerimiento anterior, no es necesario que los conductores externos sean soportados a una distancia de una edificación para aquellas instalaciones donde los protectores primarios de comunicación para los conductores que ingresan a la edificación no necesiten tener un fusible integral (según las condiciones específicas señaladas en la Subregla 340-202(2)). En estos tipos de instalaciones, la fusión adecuada es provista por los cables de exteriores o de las plantas expuestas, minimizando así el peligro de incendio en la estructura de la edificación.

Como segunda excepción al requerimiento anterior, no es necesario que los conductores externos sean soportados a una distancia de una edificación cuando

(a) el protector primario de comunicación para los conductores contenga un fusible

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

integral;

(b) los conductores extiendan los circuitos a la edificación desde un cable con chaqueta o pantalla metálicas puestas a tierra; y

(c) el cable o los conductores de acometida (que están fijados a la edificación) sean adecuados para las condiciones de uso.

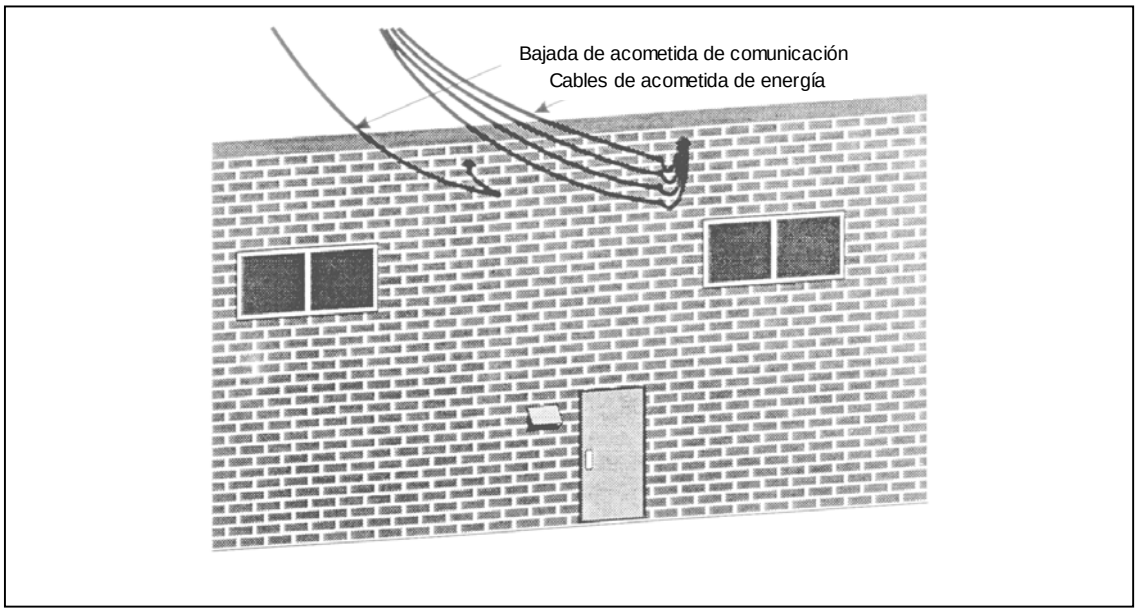


Figura 340-510
Fijación del Ingreso del Cable de Comunicación (Bajada de acometida)

Sustento de la Regla 340-512. Cuando un conductor de comunicación ingresa a una edificación, la instalación debe realizarse de tal manera que se reduzca la posibilidad de electrocución o incendio en el punto de entrada.

Propósito de la Regla 340-512. Cuando una conductor de comunicación ingresa a una edificación se debe colocar un protector primario para dicho circuito o circuitos en la edificación, se requiere que la entrada se lleve a cabo a través de un manguito aislador no combustible, no absorbente o través de una canalización metálica, a fin de reducir la posibilidad de que se presenten peligros de incendio o electrocución en el punto de entrada. El requerimiento de utilizar un manguito aislador no se aplica cuando:

(a) Los conductores de comunicación están en un cable con chaqueta o pantalla metálicas (cuya chaqueta o pantalla, cuando están enlazadas a tierra según otros requerimientos aplicables de la Sección 340, deben limitar cualquier posible peligro de incendio o electrocución), o

(b) Los conductores de comunicación ingresan sólo a través de una estructura de mampostería (ya que el peligro de incendio o electrocución disminuye con el material de mampostería); o

(c) Los conductores de comunicación son adecuados para los propósitos de un cable de acometida, y cuando no es necesario que los protectores primarios

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cuenten con un fusible integral (tal como se especifica en la Subregla 340-202(2)) (el potencial peligro de incendio se minimiza según las condiciones de la Subregla 340-202(2), en donde es necesario que los conductores externos de la planta expuesta provean una adecuada fusión en condiciones tales como contactos eléctricos permanentes); o

(d) Los conductores de comunicación

(i) son adecuados para los propósitos de un cable de acometida; y

(ii) son conectados a un protector primario de comunicación que consta de un fusible integral; y

(iii) extienden los circuitos a la edificación desde un cable con chaqueta o pantalla metálicas puestas a tierra

Sustento de la Regla 340-514. Se han experimentado electrocuciones mientras se intentaba perforar un manguito en una casa móvil para la entrada de los conductores de comunicación.

Propósito de la Regla 340-514. Cuando un conductor de comunicación sea colocado en una casa móvil, se requiere que éste sea instalado en la canalización de entrada estipulada por la Regla 300-106 a fin de evitar la posibilidad de contactos accidentales con los conductores de energía ocultos, no se debe perforar un manguito separado o diferente.

Sustento de la Regla 340-516. Por lo general, los conductores de un circuito de comunicación proporcionan una vía eléctrica directa al equipo de los locales o una buena trayectoria a tierra (cuando el conductor de comunicación viene en un cable que consta de una chaqueta o pantalla enlazadas a tierra). Se debe evitar el contacto o la proximidad con los conductores de pararrayos, en vista de las trayectorias erráticas que suelen tomar las descargas atmosféricas.

Propósito de la Regla 340-516. Cuando, tanto los conductores de comunicación como los conductores de pararrayos son colocados sobre una edificación, se requiere que éstos guarden una distancia de separación de 2 m a fin de prevenir la posible formación de arcos de una fuente de descarga atmosférica entre estos dos tipos de conductores.

Sustento de la Regla 340-518. Se desarrollan las Reglas 290-054 y 290-056 a fin de asegurar un procedimiento para la instalación de todas las clases de conductores del sistema eléctrico aéreos y subterráneos, cerca de piscinas de natación. La principal consideración es la prevención de posibles peligros de electrocución, daños al conductor, corrientes de fuga y energizaciones accidentales.

Propósito de la Regla 340-518. A fin de reducir cualquier peligro de electrocución accidental en las áreas de natación, se requiere que todos los conductores de comunicación sean instalados manteniendo las mínimas distancias de seguridad requeridas establecidas en las Reglas 290-054 y 290-056. Estas reglas se aplican tanto a las instalaciones aéreas como a las subterráneas cerca de piscinas de natación tal como se indica en el diagrama de la Regla 290-054, en el Anexo B.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Circuitos Subterráneos

Sustento de la Regla 340-600. Cuando los conductores de comunicación se entierren directamente, se debe de asegurar la integridad de estos conductores y la cercanía de otros conductores de sistemas eléctricos, a fin de minimizar la posibilidad de peligros de electrocución debido a contactos eléctricos accidentales. Cuando sea posible, se aplicarán los requerimientos del Código Nacional de Electricidad - Suministro a fin de asegurar la continuidad con las normas desarrolladas mediante las aplicaciones de campo comprobadas.

Propósito de la Regla 340-600. (Véase la Figura 340-600). Cuando los conductores o cables de comunicación se entierren directamente, se requiere que éstos sean adecuados o específicamente diseñados para tal fin.

Por lo general, los conductores de comunicación deben de ser instalados en una superficie plana vertical separada que no contenga otros tipos de conductores. Sin embargo, se aplican las siguientes excepciones:

(a) Los conductores de distribución de televisión por cable pueden instalarse en la misma superficie plana que los conductores de comunicación, ya que se considera que ninguno de los sistemas plantean peligros de electrocución al otro en condiciones normales de funcionamiento; y

(b) Los conductores de un sistema de suministro de energía pueden ser colocados en la misma superficie plana vertical que los conductores de comunicación, siempre que:

  (i) el conductor o cable de comunicación esté equipado con una pantalla o chaqueta metálica eléctricamente continua enlazada a tierra; y

  (ii) los cables de suministro de energía no excedan de 23 kV, y

  (iii) los conductores o cables del sistema eléctrico y de comunicación por lo general no estén en contacto directo uno con otro, aunque pueden ocurrir separaciones nulas aleatorias ("separación aleatoria"); y

  (iv) no se permita que los conductores o cables de comunicación crucen por debajo de los cables de alimentación; y

Con referencia al Literal (b), cuando la tensión de operación de los cables de alimentación de energía exceda de 1 000 V, los cables de comunicación no deben de ser colocados en la misma zanja en condiciones de separación aleatoria, ya que las posibilidades de peligro de electrocución e incendio exceden de los criterios de diseño de seguridad del sistema de comunicación en conjunto.

Así como al ser instalados normalmente en una superficie plana vertical separada (considerando las dos excepciones señaladas anteriormente), se requiere que los conductores de comunicación sean separados en forma horizontal de los demás conductores subterráneos a una distancia mínima de 300 mm .

A no ser que se señale lo contrario en la Regla 340-600, se requiere que los conductores de comunicación sean enterrados directamente a una profundidad mínima de 600 mm por debajo del piso terminado a fin de proporcionar una protección mecánica adecuada. Este requerimiento mínimo de 600 mm se exceptúa en las

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

siguientes condiciones:

(a) Si es que se encuentra un lecho rocoso durante el entierro de los conductores, la mínima profundidad puede disminuir a 450 mm en vista de que la roca de base brinda mayor estabilidad; o

(b) Cuando un conductor o cable de comunicación es enterrado con el único objetivo de proporcionar servicio a una edificación particular, el conductor puede ser clasificado como alambre de acometida. Se permite que cualquier alambre de acometida enterrado en un bulevar o jardín sea colocado a una mínima profundidad de 450 mm por debajo del piso terminado, ya que se considera que no está sujeto a altos niveles de fuerzas de superficie (por ejemplo, compresión, vibración o destrucción de la superficie por el tránsito de vehículos).

Asimismo, existen ciertas condiciones en que el entierro a una profundidad mínima de 600 mm no proporciona una protección adecuada al conductor. En particular, cuando los conductores de comunicación son enterrados directamente por debajo de áreas expuestas a tránsito vehicular, se requiere que lo conductores sean colocados a una profundidad mínima de 900 mm por debajo del piso terminado. Esta profundidad mayor es necesaria para proporcionar una protección adecuada contra altos niveles de presiones superficiales físicas, vibraciones de tránsito y posibles daños ocasionados por los vehículos (por ejemplo, los surcos ocasionados por llantas grandes, baches). Como excepción, este requerimiento de 900 mm puede disminuir a 600 mm en las siguientes condiciones:

(a) los conductores se han colocado en una tubería adecuada para entierro directo y reduce cualquier vibración debida al tránsito; o

(b) los conductores de comunicación están

  (i) en primer lugar cubiertos con una capa de arena o tierra de altura mínima de 75 mm y no contienen rocas o piedras; y

  (ii) en segundo lugar cubiertos o mecánicamente protegidos con, ya sea un entarimado continuo de madera con un grosor mínimo de 38 mm y químicamente tratado a fin de evitar que se pudra o se deteriore o con otro material considerado como adecuado para la aplicación.

Cuando el conductor de comunicación es enterrado directamente en condiciones de un terreno rocoso o pedregoso sin considerar la mínima profundidad requerida, se requiere que el conductor sea cubierto con una capa de arena de altura mínima de 75 mm, tanto por encima y por debajo del conductor, a fin de evitar daños que pueden ocasionar los objetos puntiagudos, las vibraciones mecánicas y la compresión.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

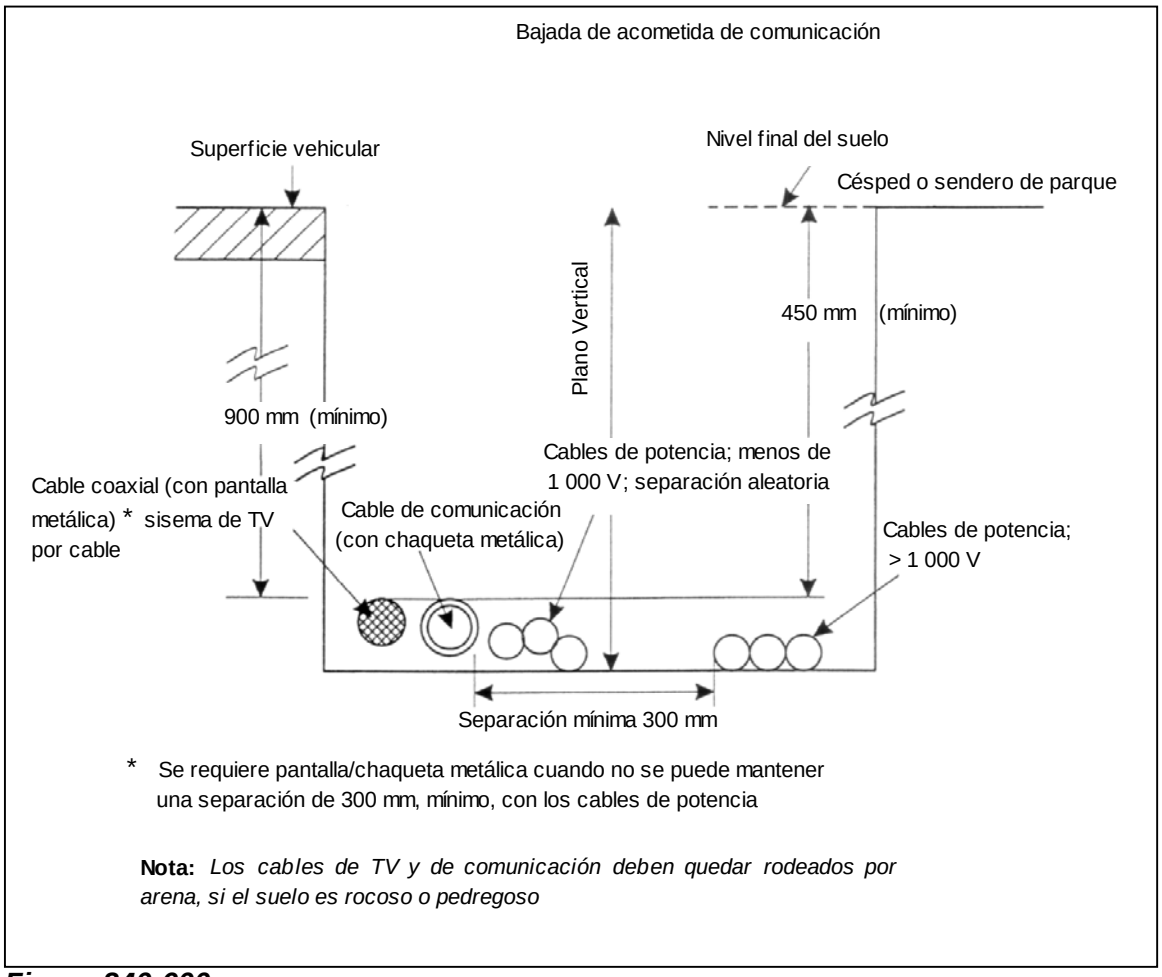


Figura 340-600
Separación de un Sistema Directamente Enterrado

Sustento de la Regla 340-602. Cuando los conductores de comunicación sean colocados en una sistema de canalización subterránea, se deben aplicar las reglas para asegurar la integridad de estos conductores y las proximidades de otros conductores del sistema eléctrico. La primera medida que se debe tomar es la reducción de la posibilidad que se dañe el conductor y los posibles peligros de electrocución que se puedan presentar debido a los contactos accidentales con los sistemas de energía eléctrica. Cuando sea posible, se aplicarán los requerimientos del Código Nacional de Electricidad – Suministro, a fin de asegurar la continuidad de las normas que se han desarrollado como producto de las aplicaciones en campo comprobadas.

Propósito de la Regla 340-602. Se requiere que las canalizaciones subterráneas diseñadas para alojar conductores de comunicación sean distanciadas de las canalizaciones que albergan a los conductores de un sistema de energía eléctrica a una separación mínima de 50 mm con concreto o a 300 mm con tierra bien apisonada. Esta separación de las canalizaciones es necesaria para reducir los contactos eléctricos accidentales debido a sobretensiones transitorias de falla, excavaciones inadecuadas y otras circunstancias similares.

Por lo general, se requiere que la canalización subterránea para conductores de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

comunicación sea colocada a una profundidad mínima de 450 mm por debajo del piso terminado. Sin embargo, cuando la canalización sea instalada por debajo de áreas expuestas a tránsito vehicular, se requiere incrementar la profundidad mínima a 600 mm, a fin de proporcionar una protección adecuada contra las vibraciones del tráfico, presiones incrementadas de la superficie física y posibles daños a la superficie por tránsito vehicular (por ejemplo, surcos de llantas grandes).

Cuando no se pueda lograr profundidades mínimas de 450 mm y 600 mm debido a presencia de lecho rocoso a profundidades menores, se requiere que la canalización sea totalmente cubierta con concreto a fin de proporcionar una adecuada protección mecánica.

En general, no se permite que los conductores del sistema de comunicación y del sistema de energía eléctrica sean colocados conjuntamente en el mismo pozo de mantenimiento, a fin de minimizar las posibilidades tanto de contactos accidentales entre los dos sistemas como los peligros de electrocución al personal quienes pueden no estar familiarizados con cualquier de los dos sistemas. Sin embargo, los pozos de mantenimiento clasificados como "de uso en común" deben incluir los requerimientos de diseño de seguridad de barreras físicas de trabajo, adecuadas separaciones de trabajo, accesos separados a la canalización, etc., tanto para los circuitos de comunicación como para los de energía. Por lo tanto, los pozos de mantenimiento que cumplan con estos criterios de diseño pueden ser utilizados para alojar tanto a los conductores de comunicación como a los de energía eléctrica.

En ninguna circunstancia se puede colocar el conductor de un sistema de comunicación en la misma canalización subterránea que aloje a los conductores de un circuito de alumbrado eléctrico, de energía, o Clase 1. Ya que cada uno de estos sistemas de energía eléctrica o alumbrado contiene diferentes niveles de tensión y aislamientos de conductores que los de un sistema de comunicación, éstos deben de ser físicamente separados a fin de evitar la energización accidental de los conductores de comunicación.

Como resultado de los métodos de construcción, se pueden acumular materiales o humedad del lugar (agua o hielo) en una canalización subterránea. Por lo tanto, se requiere que todos los conductores o cables de comunicación sean colocados en canalizaciones subterráneas con una chaqueta externa para cable, diseñada o adecuada para lugares húmedos.

Sustento de la Regla 340-604. Cuando los conductores de comunicación son apropiadamente instalados en las canalizaciones subterráneas de acuerdo con los requerimientos de la Sección 340 y cuando los conductores son instalados de tal manera que no sea posible que ocurran contactos accidentales con sistemas de alumbrado eléctrico o energía que operen a una tensión mayor de 300 V, se sabe que no debe ser necesario aplicar ciertas reglas de la Sección 340 referentes a la seguridad en la construcción de conductores o cables y en las instalaciones de entrada a una edificación.

Propósito de la Regla 340-604. A menudo, los conductores de comunicación se colocan en un sistema de canalización subterránea en una calle pública o derecho de paso, y/o se instalan únicamente para interconectar varias edificaciones diferentes sobre propiedades contiguas o no contiguas. Cuando los conductores son colocados en dichas canalizaciones y cuando los conductores no están expuestos a entrar en contacto con los circuitos de energía o alumbrado eléctrico que operen a una tensión

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

mayor de 300 V, se requiere lo siguiente:

(a) no es necesario utilizar ningún protector primario (tal como se especifica en la Regla 340-200), ya que los conductores de comunicación no se encuentran expuestos a aquellos peligros de incendio o electrocución para los cuales se han diseñado los protectores; y

(b) cuando los conductores emerjan de una entrada subterránea hacia una edificación, no es necesario aplicar los requerimientos para la canalización de acometida o manguito aislador (según la Regla 340-512), ya que la posibilidad de incendio o electrocución se ha minimizado en el punto de entrada; y

(c) que se apliquen los requerimientos de aislamiento de los cables del tipo para exteriores (tal como se señaló en las Reglas 340-506 y 340-508).

Conexión a Tierra

Sustento de la Regla 340-700. En la mayoría de las instalaciones, es necesario conectar a tierra la chaqueta o pantalla metálica de un cable de acometida de comunicación, ya que la chaqueta o pantalla puede estar propensa a contactos eléctricos accidentales, tensiones inducidas u otras energizaciones eléctricas. Es importante la ubicación de la conexión a tierra o del enlace equipotencial a tierra de la chaqueta a fin de que el cable de acometida no permita la ocurrencia de ninguna de dichas energizaciones eléctricas en la edificación.

Propósito de la Regla 340-700. Cuando una cable de comunicación que contenga una chaqueta o pantalla metálica ingresa a una edificación, se requiere que la chaqueta o pantalla sea enlazada equipotencialmente a tierra lo más cerca posible del punto de entrada. La Nota del Anexo B describe el "punto de entrada" como el primer lugar más accesible para dicho cable. En aquellas circunstancias en que el cable o conductor de comunicación de acometida no se encuentre expuesto a tensiones inducidas, contactos eléctricos accidentales o tensiones de alumbrado, se puede colocar en la chaqueta o pantalla una junta aislante o su equivalente en el punto de entrada (como alternativa de enlace equipotencial a tierra de la chaqueta o pantalla).

Sustento de la Regla 340-702. Aunque en el Código se pueden encontrar capacidades mínimas para los conductores de enlace equipotencial y puesta a tierra de los protectores de comunicación, no existen pautas para los conductores de enlace y puesta a tierra de las chaquetas o pantallas metálicas (de los cables de comunicación). Cuando se instalan conductores de enlace equipotencial para las chaquetas o pantallas del cable de comunicación, éstos deben de ser de un tamaño y capacidad de corriente que permitan un drenaje seguro de cualquier energía eléctrica impuesta.

Propósito de la Regla 340-702. Cuando la chaqueta o pantalla metálica de un cable de comunicación sea puesto a tierra o enlazado a tierra, se requiere que el conductor sea de cobre. Asimismo, el conductor de enlace debe tener una capacidad de corriente o igual o mayor que la capacidad de corriente de la chaqueta o pantalla a la cual se va a conectar. Un tamaño adecuado del conductor de enlace equipotencial transportará de manera segura cualquier corriente impuesta a la chaqueta o pantalla, sin fundirse en la condición "abierta" ni representar un posible peligro de incendio o electrocución. No se requiere que el tamaño del conductor de enlace equipotencial sea

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

mayor de 16 mm^2 (tal como lo determina las aplicaciones en campo y los sistemas de operación).

Sustento de la Regla 340-704. Los conductores de tierra para los protectores primarios de comunicación deben tener una capacidad de corriente adecuada a fin de que drenen de una manera segura las corrientes sin que ocurra ninguna falla. Los conductores deben de ser instalados de tal manera que se encuentren físicamente seguros y ofrezcan la mejor trayectoria a tierra.

Propósito de la Regla 340-704. Se requiere que los conductores instalados para conectar los protectores primarios de comunicación a tierra sólo sean de cobre y sean aislados a fin de prevenir contactos eléctricos accidentales con otros sistemas (los cuales, a su vez, pueden transmitir tensiones de fuga al circuito de comunicación). El aislamiento del conductor debe ser de caucho o material termoplástico. Cuando sea instalado, el conductor debe de correr en la medida de lo posible en línea recta entre el protector y la fuente de tierra, a fin de proporcionar una trayectoria eléctrica que tenga mínimos valores de impedancia. Respecto a los contactos con descargas atmosféricas, la línea más recta también reduce la posibilidad de formación de arcos en las dobladuras agudas o complejas del conductor.

Cuando el conductor de puesta a tierra esté expuesto a posibles daños mecánicos (por ejemplo, en caso de estar ubicado sobre la superficie más baja de una pared abierta o accesible), se requiere proteger físicamente al conductor contra daños mecánicos para asegurar la disponibilidad esencial de una trayectoria eléctrica continua a tierra. Se puede proporcionar una protección física contra daños mecánicos utilizando objetos tales como largueros, tiras de guarda o una tubería pesada metálica.

Se requiere que el conductor de puesta a tierra del protector primario sea del calibre especificado en la Tabla 59. La Tabla 59 señala el calibre mínimo del conductor requerido para un número particular de circuitos de comunicación que se va a proteger. Los calibres especificados aseguran que el conductor de puesta a tierra tenga la capacidad de portar de manera segura los máximos niveles de corriente que puedan aparecer en el número total de circuitos protegidos aptos para ser conectados a dicho conductor.

Sustento de la Regla 340-706. El factor clave de la puesta a tierra en conjunto de un sistema de comunicación es asegurar la mejor fuente de tierra posible con valores mínimos de impedancia. Asimismo, se debe tener en cuenta la fuente de tierra para un sistema de potencia, a fin de asegurar que los niveles del potencial de tierra sea similar entre los sistemas de comunicación y potencia, reduciendo la posible transferencia de energías eléctricas de un sistema a otro.

Propósito de la Regla 340-706. (Véase la Figura 340-706). El conductor de puesta a tierra del protector primario debe ser conectado a una varilla de tierra introducida en un terreno permanentemente húmedo o ser conectado a una estructura metálica que esté efectivamente conectada a tierra. Sin embargo, las tuberías de vapor, las tuberías de gas o las tuberías de agua caliente no son aceptables como fuentes de toma de tierra, aunque puede parecer que proporcionan una trayectoria a tierra. (Se ha comprobado que en ciertas condiciones, estos tres tipos de tuberías de suministro de las edificaciones pueden no presentar una trayectoria continua o pueden no proporcionar una fuente de toma de tierra coherente o de baja impedancia).

Como regla general, las varillas o tuberías de tierra introducidas que son instaladas

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

como fuente de toma de tierra para los circuitos de alimentación de energía para las edificaciones, no deben de ser utilizados como fuente de tierra para el protector primario de comunicación. Sin embargo, la única excepción es que cuando un conductor de puesta a tierra de un sistema de suministro eléctrico con neutro multiaterrado es conectado a una varilla o tubería de tierra introducidas, dicha varilla o tubería también pueden ser utilizadas como fuente de toma de tierra para el conductor de puesta a tierra del protector de comunicación. (Cuando el sistema de suministro eléctrico conste de un sistema con neutro multiaterrado, el nivel de tierra e impedancia debe ser común a lo largo de todos los puntos de dicho sistema, así como para la tierra del protector primario de comunicación.)

Cuando se instale por separado una varilla o tubería de tierra para que sirva como electrodo de fuente de tierra para un sistema de comunicación, se requiere que dicha varilla o tubería guarde una separación mínima de 2 m con relación a cualquier electrodo de otro sistema eléctrico, tal como un sistema de suministro de energía, televisión o alumbrado. Sin embargo, el electrodo de tierra de comunicación sólo debe ser conectado al electrodo de tierra del circuito o del sistema de suministro de energía, a fin de asegurar que los dos sistemas se conecten a la misma fuente de toma de tierra que tenga un mínimo valor de impedancia. En aquellas situaciones en que el circuito de acometida de comunicación entrante pueda ser accidentalmente energizado, se requiere transferir la energía del protector a tierra, tan cerca como sea posible al electrodo que tenga el mínimo valor de impedancia. De lo contrario, la energía puede aparecer dentro de la edificación, y posiblemente se transfiera al sistema eléctrico (vía la formación de arcos, etc.), cuando el circuito de alimentación tenga una impedancia más baja.

Se requiere colocar el conductor de enlace equipotencial entre el electrodo de tierra de comunicación y de energía de acuerdo con los requerimientos de seguridad de las Reglas 060-708 y 060-700(3) respecto al calibre del conductor, la prevención de daños mecánicos y asegurar el método de conexión de los electrodos.

La longitud de la varilla de tierra instalada como electrodo de puesta a tierra para un protector de comunicación debe ser como mínimo de 2 m y debe ser colocada para que esté en contacto con tierra húmeda, para transferir adecuadamente cualquier energía eléctrica o contactos a tierra. Sin embargo, cuando con una varilla no se logre alcanzar tierra húmeda o no se alcancen los valores de resistencia adecuados, se debe instalar una varilla más larga, adicionar más varillas o instalar otro sistema efectivo de puesta a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

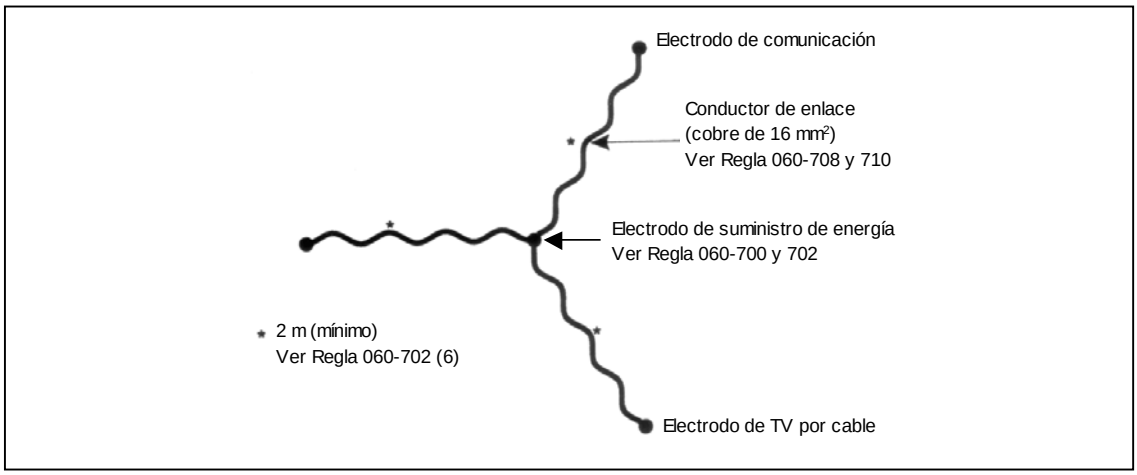


Figura 340-706
Enlace Equipotencial de Electrodos

Sustento de la Regla 340-708. Todas las conexiones de un circuito de puesta a tierra deben de ser totalmente confiables a fin de asegurar que la trayectoria a tierra esté siempre disponible, y no deben de deteriorarse ni incrementar su impedancia. Los diseños de puesta a tierra de una sistema de comunicación deben basarse en los valores mínimos, con fines de seguridad eléctrica, la cual no debe de atenuarse.

Propósito de la Regla 340-708. Cuando un conductor de puesta a tierra es fijado en un electrodo de tierra, se requiere que éste sea conectado utilizando una grapa con pernos que cumpla con las normas apropiadas. El conductor de puesta a tierra debe de ser efectivamente conectado a la grapa de acuerdo con los requerimientos detallados en las Reglas 060-906 y 060-908.

La varilla de puesta tierra instalada para ser utilizada como electrodo de tierra puede ser equipada con un alambre conductor integral. Sin embargo para asegurar la continuidad eléctrica y la confiabilidad entre la varilla y el alambre conductor, el alambre debe de estar fijado permanentemente tal como se especifica en la Normatividad vigente. Cuando el conductor de puesta a tierra de comunicación se conecte al alambre conductor integral de una varilla de tierra, se requiere que los dos conductores sean conectados por medio de un conector de presión o cualquier otro conector aprobado para este fin, tipo y lugar.

Sustento de la Regla 340-710. Debe ser necesario que exista correlación entre las Secciones 060 y 340 a fin de asegurar la similitud del Código, en cuanto a los requerimientos de enlace equipotencial y se proporcione una trayectoria eléctrica a tierra común efectiva y segura.

Propósito de la Regla 340-710. Cuando se instalen electrodos de puesta a tierra individuales para un circuito de comunicación y para un circuito de alimentación, se requiere que el conductor de enlace equipotencial entre los dos electrodos, tal como se estipula en la Subregla 340-706(4), sea de cobre y de un tamaño no menor de 16 mm^2. Este requerimiento es comparable con el de la Subregla 060-700(3) y asegura que todos los conductores de enlace equipotencial entre los electrodos de sistemas diferentes tengan el mismo diseño y las mismas características de operación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 350

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS SOLARES

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 350-000. Esta regla es muy importante ya que identifica el equipo eléctrico en un edificio, estructura o predio en el que los requerimientos de la Sección 350 se aplican. Indica que las reglas generales del Código; las Secciones del 010 al 090 y la Sección 150, también se aplican pero que los requerimientos de la Sección 350 podrían modificar o agregar algo a éstas u otras secciones donde sea necesario.

Esta Sección prescribe requerimientos especiales para la instalación eléctrica de equipo eléctrico usado para generar energía eléctrica por medio de luz solar.

Hay valores de corriente, tensión y potencia que, bajo condiciones normales y no en lugares peligrosos, no presenta peligros tan grandes de choque o fuego como los circuitos de potencia. Los circuitos diseñados para limitar la corriente, tensión y potencia bajo los valores específicos en la Regla 090-200(1)(a) y (b) no requieren las mismas precauciones durante la instalación eléctrica como los circuitos de potencia. Los sistemas solares de fototensión que están suministrando estos circuitos no están cubiertos en esta Sección.

Propósito de la Regla 350-000. (Véase la Figura 350-000). En esta Sección se cubren las instalaciones eléctricas de sistemas fotovoltaicos solares utilizados para generar energía eléctrica, que no están limitados a valores específicos de corriente, tensión y potencia como se establece en la Regla 090-200(1)(a) y (b) para los circuitos de clase 2.

Una nota en el apéndice B señala la instalación de sistemas fotovoltaicos solares (independientemente de tensión y corrientes nominales) en lugares peligrosos siempre que cumplan con los requerimientos de la Sección 110.

Sustento y Propósito de la Regla 350-002. (Véase la Figura 350-002). Las definiciones están ubicadas generalmente en la Sección 10. Sin embargo, una palabra, término o su derivado, aplicada sólo en una Sección se define dentro de la misma.

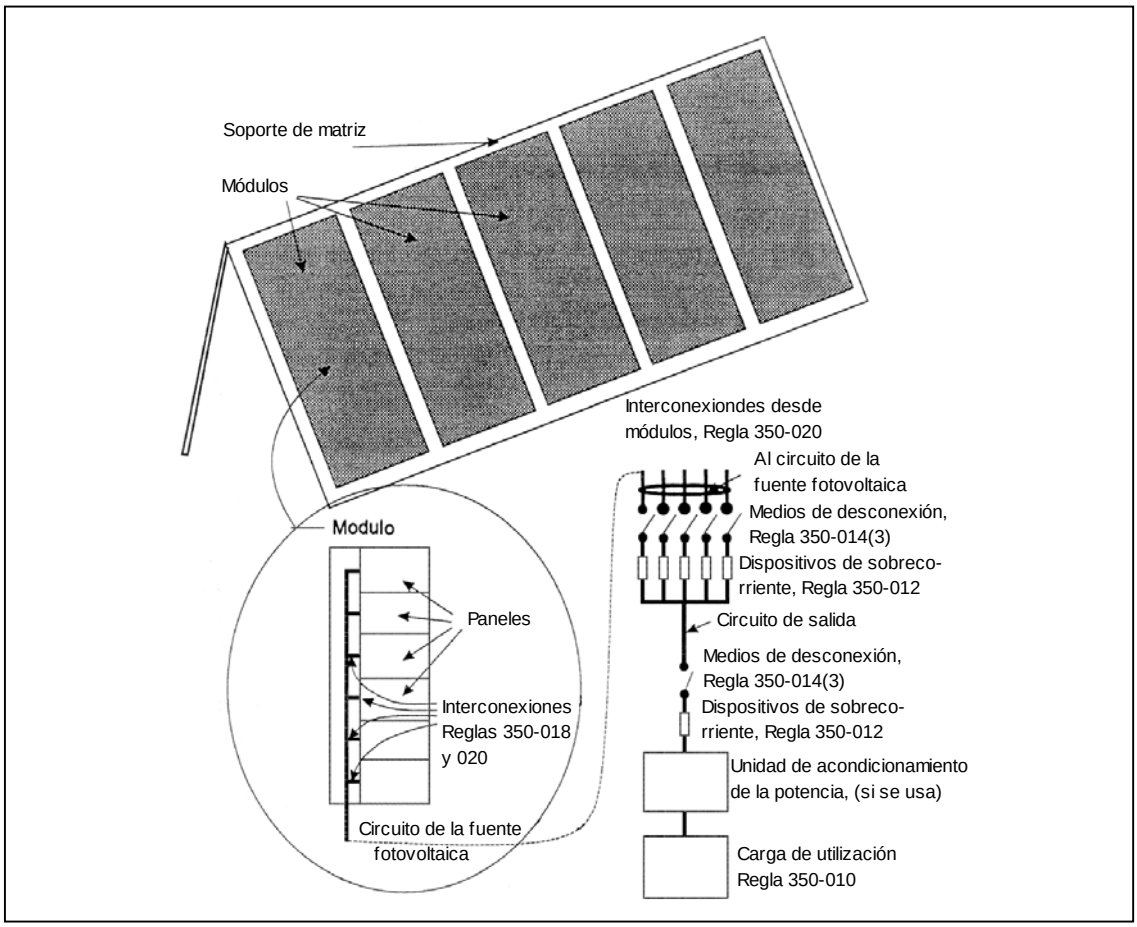


Figura 350-000
Típico Sistema Fotovoltaico Solar

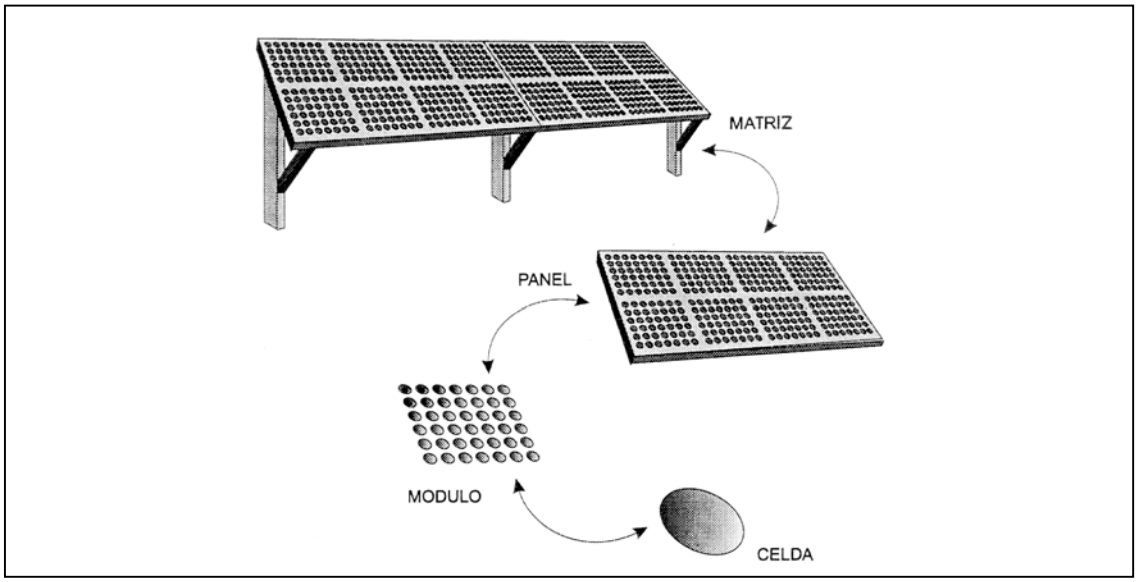


Figura 350-002
Matriz, Panel, Módulo y Celda

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 350-004. El marcado de varias categorías es necesario para proporcionar al usuario y al instalador la información adecuada sobre la calidad del producto, incluyendo las limitaciones pertinentes, para asegurar su adecuada instalación eléctrica y funcionamiento satisfactorio. Estas marcas deben estar en un lugar accesible cerca de los medios de desconexión para uso del usuario o el instalador.

Propósito de la Regla 350-004. Se requiere que las marcas permanentes estén en un lugar accesible en los medios de desconexión de la fuente de potencia fotovoltaica. El marcado debe incluir la corriente y tensión nominales de operación, la tensión nominal a circuito abierto y la corriente nominal de corto circuito.

Una nota en el apéndice B exige aumentar los niveles cuando un sistema de reflexión es utilizado para el aumento de irradiación.

Sustento y Propósito de la Regla 350-006. Desde que la tensión de circuito abierto es más alta que la tensión de la fuente fotovoltaica bajo la carga, se requiere que, por seguridad y características operacionales, la tensión de circuito abierto sea la tensión nominal de la fuente fotovoltaica.

Sustento y Propósito de la Regla 350-008. La corriente de corto circuito disponible de un suministro de potencia puede ser peligrosa (por ejemplo, se puede producir fuego o choque eléctrico) para una instalación. Se requiere que la corriente nominal de un circuito de fuente fotovoltaica sea la corriente nominal de corto circuito, cuando los dispositivos de sobrecorriente no estén instalados para proteger el circuito.

Sustento y Propósito de la Regla 350-010. La carga que está conectada al circuito fotovoltaico es diferente a la de cualquier otro circuito eléctrico. Se deben de tener en cuenta los requerimientos de la Regla 050-104 para la carga conectada que va instalada en un circuito fotovoltaico.

Sustento de la Regla 350-012. Un dispositivo de sobrecorriente está diseñado para proteger cualquier equipo eléctrico, conductores, aparatos, etc. que son alimentados por el circuito, de los peligros o fallas causadas por las sobrecargas (por ejemplo, corrientes excesivas) y los corto circuitos. Cuando el equipo eléctrico y los conductores están dimensionados para la corriente de cortocircuito disponible del suministro de energía, los dispositivos de sobrecorriente no son requeridos por que no debería presentarse una condición peligrosa.

Propósito de la Regla 350-012. Se requiere que los dispositivos de sobrecorriente para los circuitos fotovoltaicos, que son iguales a dispositivos de sobrecorriente de otros tipos de circuitos eléctricos, sean accesibles y agrupados donde sea factible

Sustento de la Regla 350-014. Cuando es necesario suministrar energía al equipo eléctrico desde más de una fuente de potencia, puede existir peligros especiales si el equipo no puede ser completamente desenergizado abriendo sólo un medio de desconexión. Cuando esto ocurre, cualquiera que esté prestando servicio al equipo eléctrico podría accidentalmente entrar en contacto con partes vivas, a no ser que todas las fuentes de poder del equipo estén desconectadas.

Esto es especialmente cierto en el caso de sistemas fotovoltaicos solares donde hileras de celdas, paneles o módulos podrían estar conectados en serie, en paralelo o en serie paralelo para suministrar los requerimientos de tensión y corriente de la carga.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

También, desde que los módulos fotovoltaicos son energizados mientras son expuestos a la luz, la instalación, reubicación o servicio de componentes de hileras mientras los módulos son irradiados podrían exponer a las personas a peligros de choques eléctricos.

Propósito de la Regla 350-014. En la Subregla (1), se pretende que todo equipo eléctrico de un sistema fotovoltaico solar, incluyendo la unidad de potencia condicionante, el ensamble de filtros y equipo similar, sea provisto con un medio de desconexión para todas las fuentes de suministro.

Se pretende que los requerimientos de la Regla 080-414 obren de acuerdo con la Subregla (2), donde el equipo eléctrico de un sistema fotovoltaico solar es suministrado por más de una fuente.

En la Subregla (3), donde cualquier parte de la salida fotovoltaica o el circuito de fuente opera a más de 30 V, se requiere que un medio de desconexión sea provisto para:

(a) desconectar aquella porción de hileras o panel a más de 30 V; y

(b) aislarlos de otros conductores energizados y equipo eléctrico.

Una nota en el apéndice B pretende que un medio de desconexión sea provisto para aislar e incapacitar módulos o hileras que requieren servicios periódicos, mantenimiento y/o instalación, y que presentan riesgo de choque eléctrico.

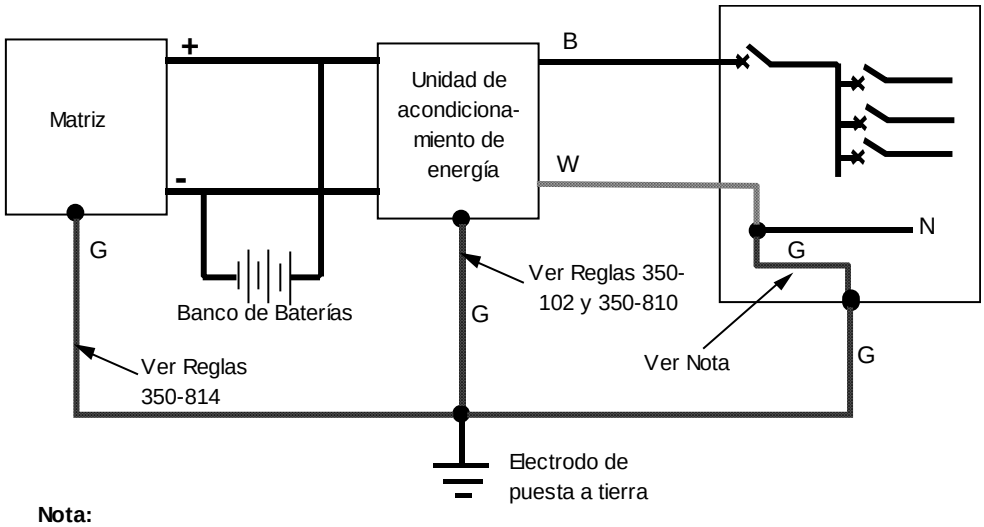
Sustento y propósito de la Regla 350-016. Se requiere que los métodos de alambrado para un sistema fotovoltaico solar se ajusten a la Sección 070. Se requiere también que los cordones flexibles de tipo uso extra pesado, como se especifica en la Tabla 11, sean permitidos para la interconexión de módulos dentro de una hilera.

Sustento y Propósito de la Regla 350-018. Para permitir la conexión y reubicación de módulos dentro de un panel, se permite el uso de conectores, enchufes de unión y dispositivos similares siempre que satisfagan los requerimientos de los párrafos (a) al (e).

Sustento de la Regla 350-020. En un sistema puesto a tierra, el conductor puesto a tierra es utilizado para conectar el sistema fotovoltaico solar a tierra y para controlar la tensión a tierra de los conductores no puestos a tierra y debe no ser desconectado inadvertidamente mientras el resto de los conductores de circuito continúan vivos.

Propósito de la Regla 350-020. (Véase la Figura 350-020). Se requiere que las conexiones al módulo o panel en una fuente fotovoltaica sean dispuestas de modo que el conductor puesto a tierra a otra fuente fotovoltaica no sea interrumpido cuando un módulo es retirado.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)



Nota:
El sistema fotovoltaico es independiente (no usado como reserva de suministro de la empresa distribuidora) luego, para evitar el paralelo con el neutro, es aceptable separar el neutro, en el panel, del electrodo de puesta a tierra quitando el tornillo o el puente cuando:
(a) el neutro es puesto a tierra en la unidad de acondicionamiento de energía; y
(b) el sistema fotovoltaico no se utiliza como reserva; y
(c) el panel y la unidad de acondicionamiento de energía están muy cerca uno de otro.

Figura 350-020
Puesta a Tierra de Sistema Fotovoltaico Solar Independiente

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 360

SISTEMAS DE TELEVISIÓN POR CABLE E INSTALACIONES DE RADIO Y TELEVISIÓN

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 360-000. Esta regla es muy importante, ya que identifica los equipos eléctricos de las edificaciones, estructuras o locales a los cuales se aplican los requerimientos de la Sección 360. Ésta indica que también se aplican las reglas generales del Código, es decir, las Secciones 010 a 090 y 150, pero que los requerimientos de la Sección 360 pueden modificar estas reglas o complementarse a las mismas, cuando sea necesario.

Se observa que los principales tipos de sectores de radiodifusión tales como las estaciones de radio y televisión son controladas por el estado así como los equipos y las instalaciones eléctricas. Sin embargo, los tipos más pequeños de sistemas receptores de radio y televisión, tales como equipos residenciales, por lo general no están regidos por reglamentos, pero pueden estar expuestos a peligros de electrocución e incendio cuando no son instalados de manera apropiada.

Propósito de la Regla 360-000. Las reglas de la Sección 360 se aplican a los sistemas de Televisión por Cable (a menudo denominados sistemas "CATV" - sistema de televisión con antena colectiva). Asimismo, las reglas se aplican a los equipos eléctricos utilizados sólo para recibir transmisiones de radio y televisión. Esta Sección no se ocupa de los equipos eléctricos y antenas de transmisión y, los sistemas portadores de corriente de acoplamiento. Como excepción, se incluye también dentro del Alcance de esta Sección las estaciones experimentales de radioaficionados.

Sustento de la Regla 360-002. El sistema de televisión por cable es un tipo especial de sistema receptor, debido a su complejidad de conductores y equipos eléctricos, la multitud de estaciones de interconexión, y los amplios grados de información que pueden transportarse. Por lo tanto, es necesario distinguir los sistemas de televisión por cable de aquellas estaciones receptoras de radio y televisión generales.

Propósito de la Regla 360-002. Al decir sistemas de televisión por cable se alude a aquellos circuitos de cable coaxial los cuales son utilizados para distribuir señales de frecuencia de radio y televisión típicos de un sistema de televisión por cable (CATV). Las Reglas 360-100 a 360-704 han sido especialmente desarrolladas para proporcionar al Código, los requerimientos para estos tipos de sistemas.

Sustento de la Regla 360-004. Casi todos los equipos eléctricos instalados en los locales para un sistema receptor o transmisor son "pasivos" y por lo general no representan un peligro de incendio o electrocución. Asimismo, la mayor parte de los equipos contrarrestan además el potencial de peligros de electrocución a través de su diseño inherente y método de operación (por ejemplo, un sistema de televisión por cable que requiere un sistema completamente puesto a tierra para sus operaciones).

Propósito de la Regla 360-004. Los equipos eléctricos instalados en los sistemas tratados por esta Sección no requieren aprobación (tal como se señaló en la Regla 020-024). Sin embargo, para aquellas situaciones especiales en que se sabe que ciertos equipos pueden representar un peligro de incendio o electrocución, otras reglas de esta Sección indican que es necesario que dichos equipos sean aprobados.

Sustento de la Regla 360-006. Es necesario aplicar las reglas por separado a los equipos eléctricos receptores de radio y televisión, a los equipos de transmisión de radioaficionados y al sistema de televisión por cable, ya que cada sistema cuenta con sus propios requerimientos únicos de instalación eléctrica y material.

Propósito de la Regla 360-006. Se requiere que las instalaciones eléctricas de los equipos eléctricos receptores de radio y televisión y los equipos de transmisión de radioaficionados cumplan con las Reglas 360-800 a 360-1006 de esta Sección.

Sustento de la Regla 360-008. Cuando los circuitos del sistema de televisión por cable son incluidos como parte de un cable de comunicación, se considera que las reglas que rigen al sistema de comunicación deben ser más estrictas y por lo tanto, se deben aplicar, por razones de seguridad. Asimismo, las reglas aplicables a la principal función de un montaje integral de cable/conductor son prioritarias cuando todas las demás consideraciones son iguales. Sin embargo, es importante señalar que el cable coaxial utilizado para un sistema de televisión por cable no puede ser protegido de la misma manera que los conductores de pares de comunicación debido a los diferentes diseños de conductor y métodos de transmisión.

Propósito de la Regla 360-008. En ciertas circunstancias, un circuito de sistema de televisión por cable utiliza conductores en un cable que aloja a otros conductores que cumplen la función de conductores de circuito de comunicación. Se requiere que todos los circuitos alojados dentro de un cable sean considerados como circuitos de comunicación y sean instalados de acuerdo con las reglas de la Sección 340 "Sistemas Eléctricos de Comunicación". Sin embargo, los requerimientos para la protección y puesta a tierra de los conductores coaxiales de sistema de televisión por cable deben cumplir con las reglas de esta Sección (y no con aquellas de la Sección 340).

Sistemas de Televisión por Cable

Sustento de la Regla 360-100. Se sabe que los conductores del sistema de televisión por cable están conformados por cables coaxiales. En consecuencia, todas las reglas para este tipo de sistema (por ejemplo, métodos de puesta a tierra, disposición de protectores) han sido desarrolladas para el uso de cables coaxiales. La Subregla (2) refleja las normas desarrolladas que se aplican a los peligros de electrocución y resistencia nominal a la propagación de incendio del cable coaxial instalado dentro de los locales.

Propósito de la Regla 360-100. (Véase la Figura 360-100(1)). Los conductores utilizados para un sistema de televisión por cable deben ser del tipo de cable coaxial. La Subregla (2) estipula que aquellos conductores que son instalados dentro de edificaciones sean del tipo aprobados, los cuales se señalan en la Tabla 19 del Código.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

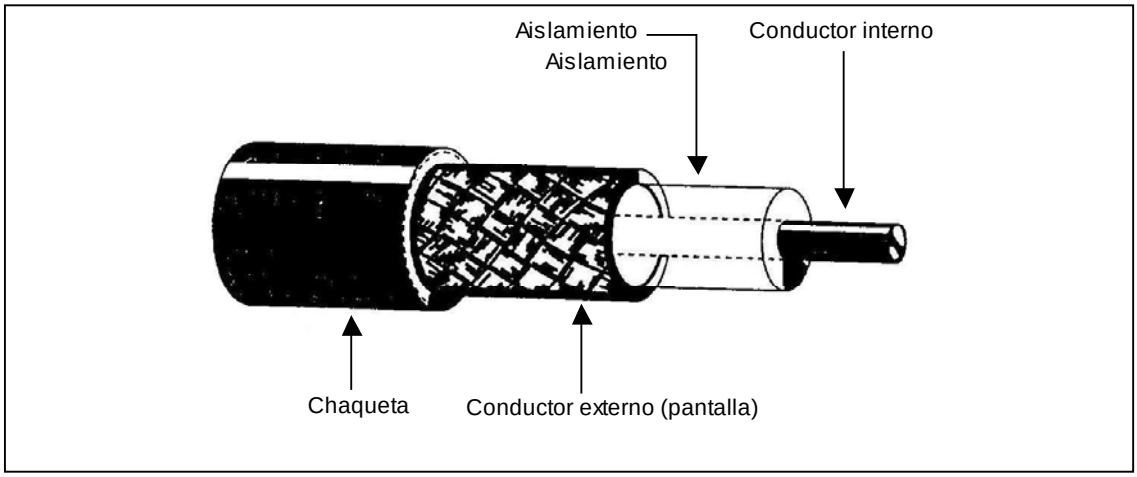


Figura 360-100 (1)
Cable Coaxial Típico

Sustento de la Regla 360-102. En un sistema de televisión por cable, ciertos tipos de equipos eléctricos, tales como los amplificadores, son diseñados para derivar su fuente principal de energía del conductor de un cable coaxial, y no de un circuito derivado eléctrico. Para proporcionar esta energía, el cable coaxial puede conectarse a algún lugar lejano en un dispositivo de suministro de energía tal como un transformador especial. Este tipo de sistema de distribución es bastante común en las edificaciones multifamiliares donde no puede ser factible la colocación de una fuente de energía dentro de la edificación. Se considera por diseños inherentes del cable y por la experiencia anterior que 60 V es el máximo nivel tolerable de tensión de operación.

Propósito de la Regla 360-102. Se requiere que la energía eléctrica sea transmitida mediante un conductor del sistema de televisión por cable con el fin de proporcionar energía a equipos eléctricos alejados de la principal fuente de alimentación de energía. La máxima tensión permitida para el conductor es 60 V . Se requiere que todas las fuentes principales de alimentación tales como amplificadores, transformadores u otros dispositivos sean aprobados e incluyan características limitadoras de energía a fin de asegurar que el suministro de energía no energice accidentalmente el circuito del sistema de televisión por cable excediendo sus funciones de seguridad diseñadas.

Sustento de la Regla 360-104. Aunque el circuito del sistema de televisión por cable, deba ser considerado como posible fuente generadora de riesgo de electrocución dentro de su modo normal de operación, los conductores pueden representar peligros de incendio, electrocución o descarga de chispas cuando el circuito es energizado accidentalmente por otro sistema eléctrico (por ejemplo, por contacto con un conductor de alumbrado eléctrico). Por lo tanto, se debe considerar de manera especial las instalaciones eléctricas cuando los conductores del sistema de televisión por cable sean colocados en lugares peligrosos (por ejemplo, en un área de depósito de gasolina).

Propósito de la Regla 360-104. Se requiere que, cuando los conductores o equipos eléctricos del sistema de televisión por cable sean colocados en lugares considerados peligrosos según las Secciones 110, 120 o 140, las instalaciones eléctricas de estos

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

conductores o equipos también cumplan con las reglas aplicables de dichas Secciones (110, 120 o 140), minimizando así el peligro de incendio o explosión.

Sustento de la Regla 360-106. Cuando una compañía de electricidad o una compañía de comunicaciones instale conductores del sistema de televisión por cable como parte de su red de servicios, la instalación eléctrica debe ser ejecutada por personas capacitadas y calificadas. El Alcance del Código también reconoce que las funciones de la compañía de electricidad y comunicaciones desempeñadas por la compañía en su papel de compañía de servicios, en algunas áreas, quedan eximidas del Código. Cuando se instale cualquier fuente de alimentación o dispositivo limitador de energía entre un circuito de suministro eléctrico y un circuito de sistema de televisión por cable, el dispositivo debe de ser aprobado a fin de asegurar que la fuente de alimentación no energice accidentalmente el circuito del sistema de televisión por cable.

Propósito de la Regla 360-106. Cuando una compañía de servicios de electricidad o una compañía de comunicaciones/teléfonos que por lo general opera dentro del Alcance de la Sección 340 del Código, instala circuitos de sistema de televisión por cable como parte de su red de operación, no debe ser necesario que la compañía sea inspeccionada por el ente de inspecciones correspondiente. Cuando la fuente de alimentación de un circuito de sistema de televisión por cable es provista por un transformador, amplificador u otro dispositivo limitador de corriente, y cuando dicho dispositivo sea conectado a un circuito de alimentación eléctrica, el transformador, amplificador u otro dispositivo similar, debe estar sujeto a inspecciones por parte del ente de inspecciones correspondiente.

Sustento de la Regla 360-108. Los dispositivos utilizados para fijar un conductor del sistema de televisión por cable en una edificación deben de ser diseñados de tal manera que no dañen al conductor ni representen peligros de incendio o electrocución.

Propósito de la Regla 360-108. Se requiere que dichos dispositivos utilizados para fijar o soportar los conductores del sistema de televisión por cable a una edificación sean aceptables para su uso proyectado (por ejemplo, el tipo y la seguridad del dispositivo, y el lugar de uso).

Protección

Sustento de la Regla 360-200. La pantalla externa de un conductor de sistema de televisión por cable es de un material conductivo que puede energizarse cuando hace contacto con los conductores de energía, o está expuesto a descargas atmosféricas u otras fuentes eléctricas similares, y puede en consecuencia representar un peligro de incendio o electrocución. Por lo tanto, es importante que dicha fuente de energía que aparezca sobre la pantalla sea dirigida hacia tierra, ya sea enlazando equipotencialmente la pantalla o utilizando un dispositivo de protección.

Propósito de la Regla 360-200. (Véase la Figura 360-200). Cuando un cable coaxial ingresa a una edificación y el cable esté expuesto a descargas atmosféricas o conductores eléctricos que operan a tensiones que exceden de 300 V a tierra, se requiere que la pantalla del cable sea enlazada equipotencialmente a tierra en el punto de entrada. Como alternativa de la puesta a tierra de la pantalla, se puede instalar un dispositivo de protección en la línea con el cable coaxial en el punto de entrada. Sin embargo, es importante que los dispositivos de protección sean del tipo que, cuando

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

estén operativos, no interrumpan o abran el sistema de puesta a tierra dentro de la edificación.

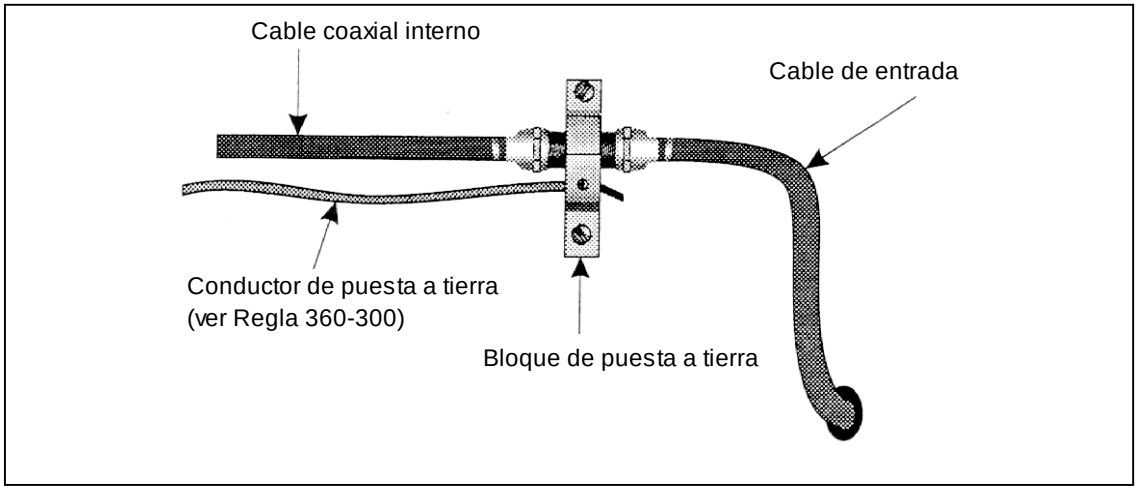


Figura 360-200
Puesta a Tierra de Cable Coaxial

Sustento de la Regla 360-202. Los dispositivos de protección han sido desarrollados para que abran el conductor central, y opcionalmente la pantalla externa, de un cable coaxial en condiciones de energización accidental, previniendo así la exposición a peligros de incendio y electrocución dentro de una edificación. Por lo general la pantalla es enlazada a tierra mediante un dispositivo de protección.

Cuando dichos dispositivos de protección sean colocados dentro o encima de una edificación, se debe considerar una ubicación adecuada a fin de reducir la posibilidad de peligros de incendio o electrocución dentro o fuera de la estructura de la edificación.

Propósito de la Regla 360-202. Se puede instalar un dispositivo de protección en un cable de acometida coaxial del sistema de televisión por cable como suplemento de los requerimientos de puesta a tierra de la Regla 360-200. Se requiere que, cuando sea colocado encima o dentro de una edificación/estructura, el dispositivo de protección sea ubicado tan cerca como sea posible al punto de entrada del cable, a fin de minimizar la posibilidad de peligros de incendio y electrocución dentro de la edificación. (El "punto de entrada del cable" es especificado en la Nota del Anexo B). Ya que el dispositivo de protección puede estar propenso a descargas de chispas o generación de calor durante su operación, no se permite que sea instalado en ningún lugar peligroso señalado en las Secciones 110, 120, o 140 del Código, o cerca de cualquier material inflamable o explosivo.

Se requiere que el dispositivo de protección colocado a la intemperie sea cubierto. El dispositivo de protección debe de ser aprobado para su función y debe de ser montado sobre una base retardante a las llamas, aisladora, a fin de prevenir la propagación de incendio o electrocución.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Puesta a Tierra

Sustento de la Regla 360-300. Ya que los requerimientos para los conductores de puesta a tierra de los dispositivos de protección o de la pantalla externa conductiva de un cable coaxial pueden, en algunos casos, no ser los mismos que para un sistema de energía eléctrica, se debe establecer requerimientos mínimos en la Sección 360.

El conductor de puesta a tierra debe de ser aislado a fin de prevenir un peligro de electrocución en circunstancias de energización accidental del cable. Son necesarias mayores pautas para las capacidades de corriente de los conductores de puesta a tierra con relación a las máximas capacidades de corriente que las pantallas del cable coaxial pueden transmitir.

Propósito de la Regla 360-300. Se requiere que los conductores utilizados para los fines de enlace equipotencial de la pantalla de un cable coaxial o de un dispositivo de protección a tierra sean aislados y sólo sean de material de cobre.

Cuando un conductor de enlace equipotencial sea conectado a una pantalla simple de cable coaxial, se requiere que, la capacidad de corriente del conductor de enlace equipotencial sea igual o mayor a la máxima capacidad conductora de corriente de la pantalla del cable a la cual va a ser conectado. Cuando dos o más cables coaxiales se unen en una conexión común a un conductor de enlace equipotencial, se requiere que la capacidad conductora de corriente del conductor de enlace equipotencial sea igual o mayor a la máxima capacidad conductora de corriente de la pantalla del cable más grande en el punto de conexión. Para fines de resistencia física, en ningún caso el calibre del conductor de enlace equipotencial debe ser menor de 2,5 mm^2 .

Se requiere que los conductores de enlace equipotencial instalados entre una pantalla de cable coaxial o un dispositivo de protección y el electrodo de puesta a tierra corran en lo posible en línea recta a fin de minimizar la trayectoria a tierra del conductor, la impedancia y la longitud, y para reducir la posibilidad de formación de arcos eléctricos a otros medios conductivos (durante descargas atmosféricas). Se requiere que todos los conductores de enlace equipotencial que puedan estar expuestos a daños mecánicos sean físicamente protegidos.

Sustento de la Regla 360-302. Al desarrollar los requerimientos para los electrodos de puesta a tierra en el sistema de televisión por cable, se ha observado que la mayoría de las reglas desarrolladas para la Sección 060 deben de aplicarse para fines de seguridad y confiabilidad. Si embargo, también se ha observado que ciertos requerimientos de la Sección 060 no pueden ser aplicables, ya que los electrodos de puesta a tierra señalados en la Sección 360 son utilizados para la principal función de fuente de toma de tierra para las descargas atmosféricas o energizaciones accidentales, y no para establecer un punto referencial de tensión de "operación" de baja impedancia.

Propósito de la Regla 360-302. Se requiere que los electrodos de puesta a tierra instalados para un sistema de televisión por cable cumplan con las Reglas 060-700, 060-702 y 060-704, y sean instalados de acuerdo con las mismas reglas. Como una excepción a la Regla 060-700, la longitud clavada en tierra del electrodo de puesta a tierra sólo requiere ser de 2 m, ya que la principal función del electrodo es drenar las electrizaciones accidentales (tal como las descargas atmosféricas). Se requiere que el electrodo de puesta a tierra artificial para un sistema de televisión por cable esté separado como mínimo a 2 m de cualquier electrodo de otro sistema eléctrico, y a su

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

vez enlazado equipotencialmente a otros electrodos del sistema (tal como se señaló en la Regla 060-708 y 060-702(6)). (El electrodo del sistema de televisión por cable debe de ser enlazado equipotencialmente al electrodo de puesta a tierra del sistema de alimentación de energía. La Sección 060 designa al electrodo de puesta a tierra del sistema de alimentación de energía como el punto común al cual todos los demás tipos de electrodos de puesta a tierra del sistema de alimentación (por ejemplo, televisión) deben de ser enlazados. El enlace equipotencial múltiple de todos los electrodos del sistema de alimentación restringe cualquier diferencia de tensión que pueda ocurrir entre los diversos sistemas. Mediante los requerimientos del Código, el electrodo de puesta a tierra del sistema de alimentación de energía por lo general tiene el valor de impedancia más bajo).

Sustento de la Regla 360-304. Es importante que la conexión de un conductor de enlace equipotencial a un electrodo de puesta a tierra sea llevada a cabo con los materiales adecuados y de tal manera que se asegure que la integridad eléctrica debe ser mantenida en todo momento (tanto durante condiciones inactivas como operativas).

Propósito de la Regla 360-304. Cuando un conductor de enlace equipotencial es fijado a un electrodo de puesta a tierra, se requiere utilizar una grapa aprobada, diseñada para tal fin y tipo de lugar. Como excepción, se puede utilizar una varilla de puesta a tierra con un conductor de alambre fijado, siempre que la varilla, el conductor, y el modo de fijación del conductor a la varilla concuerden con los requerimientos del Código.

Conductores Dentro de Edificaciones

Sustento de la Regla 360-400. El diseño y fabricación de los conductores y los equipos eléctricos para un sistema de televisión por cable en primer lugar se basan en tensiones muy bajas y limitaciones de corriente. Por lo general, estos conductores o cables no deben tener la misma capacidad nominal para los mismos niveles altos que aquellos que si deben tener los sistemas de energía eléctrica, ya que su función de diseño en primer lugar es la transmisión de señales de información. Asimismo, se sabe que las personas que instalan o trabajan con circuitos de sistema de televisión por cable pueden no estar familiarizados con los sistemas comunes de energía eléctrica. Es importante que los conductores de un sistema de televisión por cable sean adecuadamente separados de aquellos de un sistema de energía eléctrica, a fin de minimizar la posibilidad de contactos accidentales con los conductores eléctricos adyacentes.

Propósito de la Regla 360-400. Se requiere que los conductores de un sistema de televisión por cable sean distanciados de aquellos de un circuito de alumbrado eléctrico, energía o Clase 1 (en el presente denominado 'circuito eléctrico') mediante la separación por distanciamiento o la separación con otros materiales, a fin de prevenir electrizaciones accidentales de los conductores del sistema de televisión por cable.

Cuando se utilice el método de distanciamiento, se requiere que los conductores del sistema de televisión por cable sean separados como mínimo a

(a) 50 mm de cualquier conductor de un circuito eléctrico aislado que opere a 300 V o menos; y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

(b) 600 mm de cualquier conductor de un circuito eléctrico aislado que opere a más de 300 V .

Como alternativa del distanciamiento, se puede alcanzar separaciones efectivas utilizando los siguientes materiales:

(a) ya sea los conductores del sistema de televisión por cable o los conductores del circuito eléctrico deben de ser instalados en una canalización metálica puesta a tierra; o

(b) los conductores del circuito eléctrico deben estar conformados por un cable con chaqueta metálica puesta a tierra o un cable blindado; o

(c) ya sean los conductores del sistema de televisión por cable aislado o los conductores del circuito eléctrico aislado, deben de ser instalados en canalizaciones no metálicas que se permiten según la Sección 070.

Cuando los conductores del circuito eléctrico desnudos/aislados se encuentren en el mismo recinto/espacio, se requiere que los conductores del sistema de televisión por cable sean encerrados en una canalización metálica puesta a tierra. Asimismo, con fines de seguridad y mantenimiento, no debe de haber ninguna abertura, tal como un caja de salida, en la canalización que aloje a los conductores del sistema de televisión por cable, ubicado a 2 m de un conductor del circuito eléctrico desnudo que opere a 15 kV o menos, o a 3 m de un conductor del circuito eléctrico desnudo que opere a más de 15 kV .

Se requiere que los conductores del circuito del sistema de televisión por cable sean separados de los conductores de alumbrado eléctrico, de energía o Clase 1 mediante:

(a) una barrera que cumpla con los requisitos de la Regla 070-904(2) cuando sean instalados en una canalización; y

(b) una barrera que cumpla con los requisitos de la Regla 070-3032(1) cuando sean instalados en una caja, cabina o accesorio.

Una excepción a esta regla es el conductor de un circuito Clase 1 el que se utiliza exclusivamente para suministrar energía al circuito del sistema de televisión por cable.

Sustento de la Regla 360-402. Es importante que los materiales colocados dentro de un pozo vertical sean instalados de tal manera que reduzcan la posibilidad de un incendio y su propagación.

Propósito de la Regla 360-402. Se requiere que cualquier tipo de conductor de un sistema de televisión por cable colocado dentro de un pozo vertical sea instalado en una canalización no combustible (tal como una tubería aislante metálica eléctrica).

Sustento de la Regla 360-404. Cualquier paso a través de una separación contra incendios debe ser tal que mantenga la integridad de la separación y el fuego no se expanda a través de ésta, de un lado a otro.

Propósito de la Regla 360-404. (Véase la Figura 360-404). Se requiere que cualquier paso de un conductor del sistema de televisión por cable a través de la estructura de una edificación o montaje diseñado para funcionar como separación contra incendios

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

cumpla con las Regla 020-124, a fin de reducir la posibilidad de que el fuego se propague a través de la separación. En términos precisos, lo que interesa es el paso "a través" de una separación contra incendios.

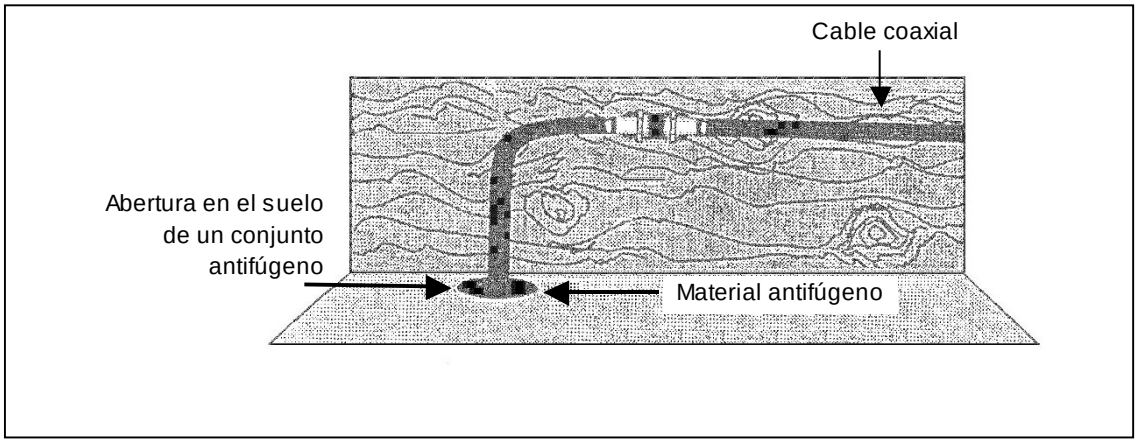


Figura 360-404
Separación Antifuego

Sustento de la Regla 360-406. De acuerdo con las reglas generales del Código, en la instalación de un conductor en una edificación se debe considerar los aspectos de propagación de fuego señalados en las Reglas 020-126 y 070-010 y la normatividad de construcciones o edificaciones. Se debe prestar particular atención a la colocación de cables y la posible propagación de fuego dentro de una cámara impelente. En general, cuando se permita que los cables sean colocados expuestos a la cámara impelente de aire, éstos deben de estar totalmente encerrados en una canalización no combustible.

Propósito de la Regla 360-406. Los conductores del sistema de televisión por cable sólo pueden ser colocados en aquellos tipos de ductos y cámaras de aire ambiental permitidos según la Regla 070-010. Cuando los conductores sean instalados en un ducto o cámara de aire ambiental, se requiere que los conductores cumplan con los requerimientos de propagación de fuego de la Regla 020-126 (siendo totalmente encerrados en una canalización no combustible).

Sustento de la Regla 360-408. El asunto de interés es que ciertos tipos de canalizaciones no eléctricas (tal como la tubería de agua de plástico) pueden ser instaladas para alojar al sistema de televisión por cable. Ya que el sistema de televisión por cable es un sistema eléctrico que, en ciertas condiciones, puede representar un peligro potencial de incendio o electrocución, es necesario utilizar canalizaciones adecuadamente diseñadas.

Propósito de la Regla 360-408. Cuando una canalización sea instalada para alojar a los conductores del sistema de televisión por cable, se requiere que la canalización sea instalada según los requerimientos de la Sección 070 del Código.

Equipos

Sustento de la Regla 360-500. Cuando los amplificadores y otras fuentes de alimentación del sistema de televisión por cable sean instalados en los locales, la preocupación es doble: primero, la confiabilidad de la unidad para prevenir incendios y

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

electrocuciones; segundo, la colocación y lugar de cualquier amplificador de corriente alterna eléctricamente accionado o equipo similar y cualquier equipo eléctrico interconectado, alambres o cables que pueden estar accesibles al público.

Propósito de la Regla 360-500. (Véanse las Figuras 360-500(1) y (2)). Se requiere que cualquier amplificador u otra fuente de electricidad que suministre energía al circuito del sistema de televisión por cable y que esté directamente conectado a una fuente de energía eléctrica sea aprobado para los estándares adecuados, a fin de asegurar que se han considerado las posibilidades de peligro de incendio y electrocución. Cuando se va a montar cualquiera de esas fuentes de energía dentro de una cabina (por ejemplo, con fines de seguridad física o eléctrica), se requiere que la cabina sea ventilada a fin de asegurar que la fuente de energía funcione satisfactoriamente a temperaturas ambiente. Todas las cabinas deben de estar fácilmente accesibles (con fines de operación y mantenimiento). Cualquier cabina accesible al público debe de estar adecuadamente bloqueada o fija en posición de cierre a fin de prevenir electrocuciones accidentales (por curiosidad o manipulación imprudente).

Se requiere que el chasis de un amplificador de sistema de televisión por cable u otra fuente de alimentación, la cabina de alojamiento (cuando sea aplicable), las pantallas externas de todos los cables coaxiales asociados a la fuente de energía/cabina y todas las canalizaciones unidas a la fuente de energía/cabina sean enlazadas equipotencialmente a la misma fuente de toma de tierra a fin de asegurar que ninguna parte del sistema de televisión por cable del mismo lugar esté a diferente nivel de tensión. Se requiere que el conductor de enlace equipotencial común que se conecta a la tierra del sistema no tenga una sección transversal menor de 16 mm^2 .

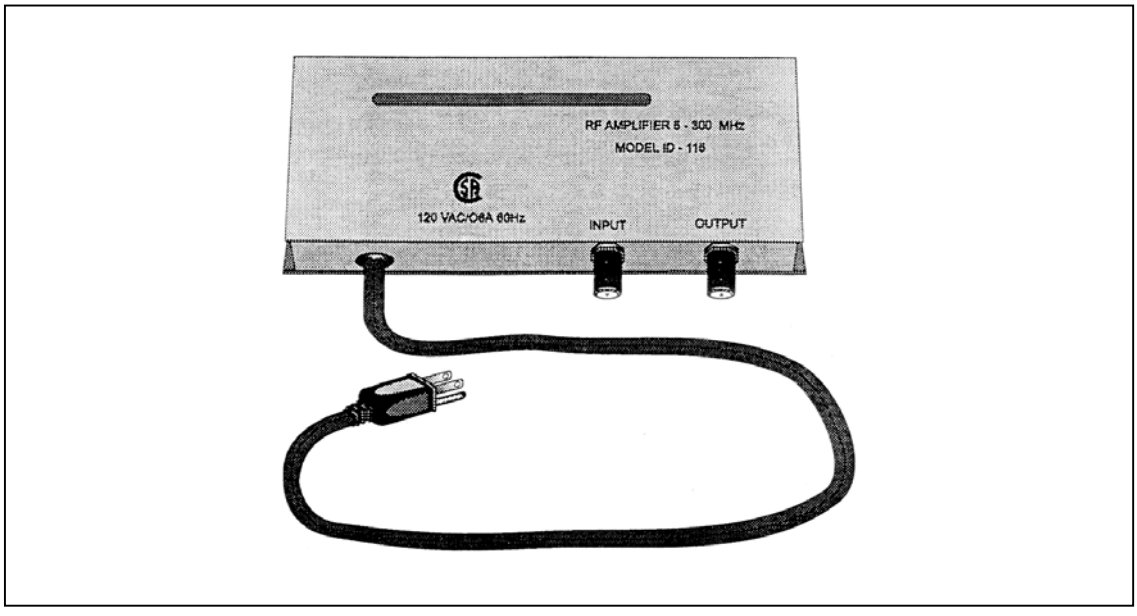


Figura 360-500 (1)
Amplificador Alimentado con Corriente Alterna

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

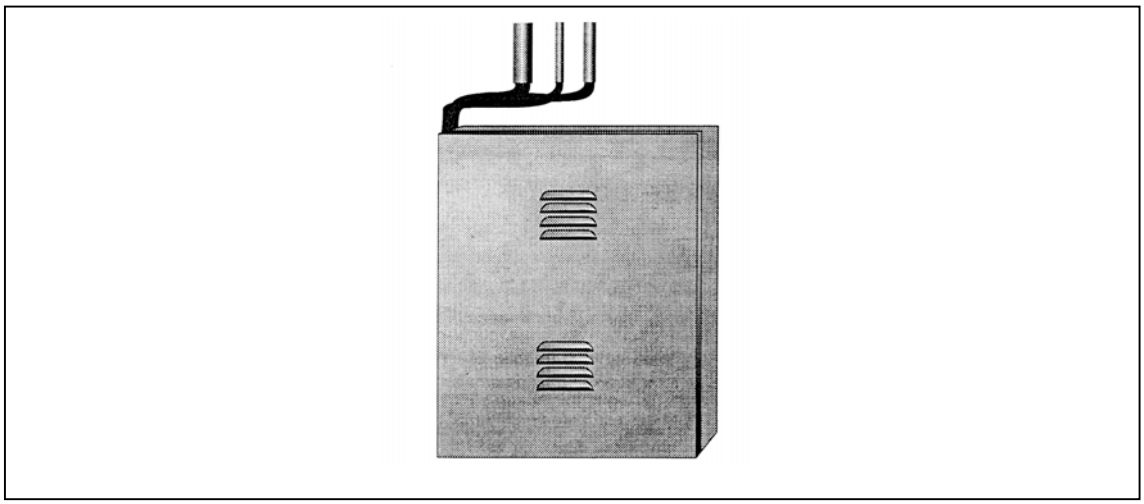


Figura 360-500 (2)
Recinto Ventilado para Amplificador

Sustento de la Regla 360-502. A menudo los conductores del sistema de televisión por cable se encuentran expuestos a posibles descargas atmosféricas o contactos accidentales con fuentes de energía eléctrica; de aquí la preocupación de que el equipo eléctrico relacionado y los bornes/terminaciones físicamente expuestos al público puedan representar un peligro potencial de electrocución.

Propósito de la Regla 360-502. Cuando el equipo eléctrico, los bornes o terminaciones expuestos de un sistema de televisión por cable, con sus partes vivas desnudas, no sean instalados en una cabina aprobada u otro forma de recinto de protección aprobado, se requiere que sean ubicados en una sala apropiada o área similar cerrada sólo accesible a personas calificadas familiarizadas con las operaciones y peligros que representa el equipo (según la Regla 020-202). Cuando el equipo, bornes o terminaciones expuestos sean colocados en una sala o área apropiada que también aloje instalaciones eléctricas de un sistema de energía o alumbrado eléctrico, debe ser necesario mantener una distancia mínima de 900 mm entre el equipo o bornes expuestos del sistema de televisión por cable y cualquier otro equipo que requiera reparación o mantenimiento (a fin de reducir la posibilidad de que el personal sufra electrocución debido al contacto entre diferentes equipos del sistema).

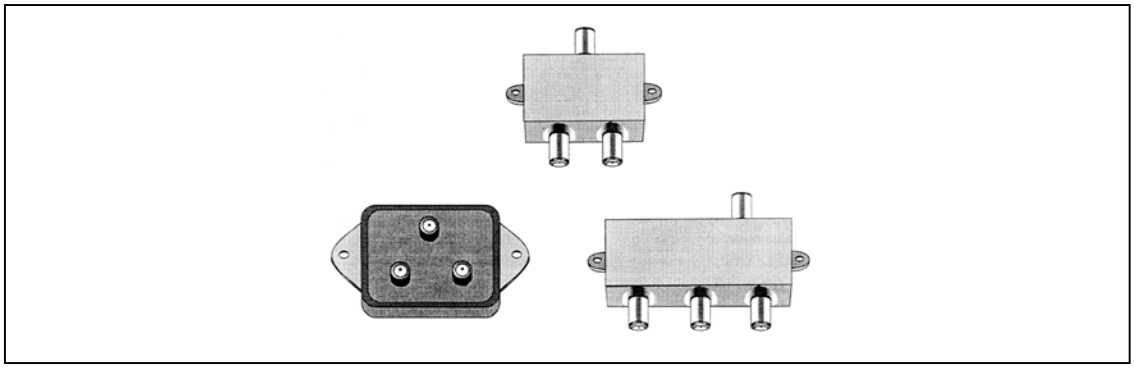


Figura 360-504
Dispositivos no Consumidores de Energía

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 360-504. La pantalla conductiva externa puesta a tierra de un cable coaxial cuenta con un valor de capacidad de corriente que satisface (o se puede exceder) las capacidades de corriente de funcionamiento normal diseñadas del conductor interno.

Propósito de la Regla 360-504. (Véase la Figura 360-504). Se considera que cualquier equipo eléctrico o recinto de protección del sistema de televisión por cable no conectado a un sistema de suministro eléctrico y que sólo recibe señales de información o energía interna únicamente de un cable coaxial está puesto a tierra de manera segura cuando el equipo o los recintos de protección estén efectivamente conectados a la pantalla del cable coaxial (la cual, a su vez, según requerimientos de esta Sección esté enlazada equipotencialmente a tierra).

Conductores Fuera de las Edificaciones

Sustento de la Regla 360-600. Se debe considerar principalmente la seguridad en la instalación eléctrica y durante el mantenimiento de los conductores aéreos respecto a la electrocución y otros peligros relacionados. Las consideraciones técnicas más expertas en esta área se encuentran en el Código Nacional de Electricidad - Suministro.

Propósito de la Regla 360-600. Cuando los conductores del sistema de televisión por cable van a ser colocados en lo alto o en forma aérea, en vanos, o soportados por postes, y cerca de los conductores de electricidad, se requiere que éstos sean instalados de acuerdo con los requerimientos del Código Nacional de Electricidad - Suministro, el cual incluye las consideraciones de seguridad relacionadas que deben de tomarse en cuenta, tales como espacios de trabajo adecuados entre los conductores de diversos sistemas eléctricos, separación de vanos y flecha del conductor.

Sustento y Propósito de la Regla 360-602. Se debe evitar invadir los aires de la propiedad privada, para no originar futuros contratiempos con el crecimiento o ampliación de la edificación. Sin embargo, cuando es inevitable y exista la necesidad de instalar los conductores de sistema de televisión por cable por encima del techo de una edificación, la primera medida que se debe tomar es la prevención de daños inadvertidos de los conductores, evitar la posibilidad de que se presenten peligros de electrocución o incendio para el público y los locales. Las distancias de seguridad de dichas instalaciones deben de ser aquellas desarrolladas en el Código Nacional de Electricidad - Suministro.

Sustento de la Regla 360-604. Cuando los conductores del sistema de televisión por cable sean colocados sobre la parte externa de las edificaciones, se debe considerar el contacto accidental con otros conductores del sistema eléctrico, la posibilidad de peligros de incendio y las interferencias físicas con los conductores de otros tipos de sistemas.

Propósito de la Regla 360-604. Se requiere que los conductores del sistema de televisión por cable y los conductores aislados de un sistema de energía o alumbrado eléctrico colocados sobre una edificación, sean separados unos de otros mediante una distancia mínima de 300 mm, a fin de reducir la posibilidad de electrocución o contacto eléctrico accidental. Sin embargo, cuando los conductores de energía o alumbrado eléctrico aislados se encuentren alojados en un cable o cuando los conductores de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

energía estén totalmente encerrados en una tubería pesada u otro tipo de canalización no metálica fija tal como lo permite la Sección 070, la separación mínima de 300 mm no debe ser necesaria.

Cuando el cable coaxial de un sistema de televisión por cable esté expuesto a contacto accidental con, ya sea los conductores de energía o de alumbrado eléctrico que operan a tensiones que exceden de 300 V, el cable puede representar un peligro de incendio. Por lo tanto, se requiere que este cable sea soportado lejos de cualquier superficie combustible de la edificación mediante un material aislante aceptable, tal como vidrio o porcelana. Cuando la pantalla conductiva externa de un cable coaxial esté enlazada equipotencialmente a tierra, no es necesario que el cable sea separado de las superficies combustibles de la edificación, ya que se considera que la posibilidad de peligro eléctrico desaparece vía la trayectoria a tierra de la chaqueta del cable.

Se requiere que los conductores, los hilos de soporte o el equipo eléctrico de un sistema de televisión por cable y un sistema de comunicación instalados conjuntamente en una edificación, con fines de seguridad, ninguno interfiera con el otro durante las operaciones normales de mantenimiento, ni los conductores sean colocados de tal manera que se produzca abrasión entre estos dos sistemas. Se debe evitar las interferencias, ya que por lo general las instalaciones eléctricas contienen niveles únicos de tensión de operación y normalmente el mantenimiento lo realiza personal no totalmente familiarizado con el otro sistema.

Sustento de la Regla 360-606. Cuando el conductor de un sistema de televisión por cable ingrese a una edificación, las instalaciones eléctricas deben de ser realizadas de tal manera de que se minimicen las posibilidades de que se produzca incendio o electrocución en el punto de entrada del conductor.

Propósito de la Regla 360-606. Cuando un conductor de un sistema de televisión por cable ingrese a una edificación, se requiere que la entrada se realice a través de un manguito aislante no combustible, no absorbente o a través de una canalización metálica, a fin de reducir la posibilidad de que se presenten peligros de incendio o electrocución en el punto de entrada. Cuando el conductor ingrese sólo a través del material de mampostería, no debe ser necesario utilizar un manguito aislante o canalización, ya que la mampostería reduce la posibilidad de peligros eléctricos. Un conductor/cable específicamente diseñado para ingresar a una edificación sin el uso de un manguito aislante o canalización puede ser instalado, siempre que el cable sea aceptable para este fin.

Sustento de la Regla 360-608. Por lo general, los conductores de un circuito de sistema de televisión por cable proporcionan una trayectoria eléctrica directa al equipo eléctrico de la edificación (tal como un televisor) o una buena trayectoria a tierra vía la pantalla del cable coaxial, la cual está enlazada equipotencialmente a tierra. Por lo tanto, se debe evitar cualquier contacto o proximidad con los conductores de pararrayos, en vista de las trayectorias erráticas y la magnitud de las descargas atmosféricas.

Propósito de la Regla 360-608. Cuando ambos conductores del sistema de televisión por cable y de descarga atmosférica sean colocados sobre las edificaciones, se requiere que éstos sean separados por una distancia mínima de 2 m, a fin de prevenir que ambos se vean afectados por las posibles descargas de arcos de un pararrayos.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 360-610. Las Reglas 290-054 y 290-056 han sido desarrolladas para mostrar los procedimientos de seguridad que se deben seguir para la instalación de todos los tipos de conductores de sistemas eléctricos aéreos y subterráneos cerca de piscinas de natación. La principal preocupación es la prevención de posibles peligros de electrocución, así como también se debe considerar el daño de los conductores, las corrientes de fuga y la energización accidental.

Propósito de la Regla 360-610. Se requiere que todos los conductores del sistema de televisión por cable colocados, ya sea en lo alto/aéreamente o bajo tierra cerca de una piscina de natación, cumplan con los requerimientos de instalación eléctrica de las Reglas 290-054 y 290-056.

Circuitos Subterráneos

Sustento de la Regla 360-700. Cuando los conductores del sistema de televisión por cable sean enterrados directamente, se deben de aplicar las reglas a la integridad de estos conductores y a la proximidad de otros conductores del sistema eléctrico enterrados, a fin de reducir las posibilidades de peligros de electrocución debido a contactos eléctricos accidentales. Cuando sea posible, se debe cumplir con las normas adecuadas a fin de asegurar la continuidad del servicio a través de aplicaciones de campo comprobadas.

Propósito de la Regla 360-700. (Véase la Figura 60-600 para sistemas típicos de entierro directo). Se requiere que los conductores del sistema de televisión por cable que sean enterrados directamente cuenten con una chaqueta externa específicamente diseñada para dicho fin.

En general, se requiere que los conductores del sistema de televisión por cable sean instalados en planos verticales individuales que no alojen a otros tipos de conductores, a excepción de los conductores de un sistema de comunicación. Como excepción, los conductores de un sistema de televisión por cable pueden ser colocados en el mismo plano vertical de una zanja común que también aloja a cables de suministro eléctrico, siempre que:

(a) el conductor del sistema de televisión por cable (cable coaxial) esté equipado con una pantalla/chaqueta metálica eléctricamente continua; y

(b) los cables de suministro de energía no excedan de 1 000 V; y

(c) los cables del sistema de suministro de energía y de televisión por cable no estén en contacto directo, aunque pueden ocurrir separaciones nulas aleatorias (de aquí la "separación aleatoria"); y

(d) los cables del sistema de televisión por cable no se crucen por debajo de los cables de suministro.

Así como deben ser normalmente instalados en planos verticales separados, también se requiere que los conductores del sistema de televisión por cable sean separados horizontalmente de otros conductores subterráneos por una distancia mínima de 300 mm . (Los conductores de un sistema de comunicación o de un sistema de energía eléctrica para los cuales se permiten distancias aleatorias, son eximidos de este último requerimiento).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

A menos que se permita o se señale lo contrario en esta regla, se requiere que los conductores del sistema de televisión por cable sean enterrados directamente a una profundidad mínima de 600 mm por debajo del piso terminado, a fin de permitir una adecuada protección mecánica.

En caso de que encuentre una fondo rocoso, la profundidad mínima puede disminuir a 450 mm debido a la mayor estabilidad que provee la roca de base.

Un conductor del sistema de televisión por cable enterrado con el único fin de suministrar servicio a una edificación particular puede ser clasificado como alambre de acometida. Se requiere que dicho alambre de acometida enterrado debajo de un bulevar o jardín no expuesto a daños físicos (por ejemplo, debido al tránsito vehicular) sea colocado a una mínima profundidad de 450 mm por debajo del piso terminado.

Se requiere que el conductor de un sistema de televisión por cable directamente enterrado en un terreno clasificado como rocoso o pedregoso sea cubierto con una capa de arena de altura mínima de 75 mm tanto por arriba y por debajo del conductor, a fin de prevenir daños que pueden ocasionar los objetos puntiagudos, vibraciones mecánicas y compresiones.

Los conductores del sistema de televisión por cable directamente enterrados en áreas expuestas a tránsito vehicular deben de ser colocados a una profundidad mínima de 900 mm por debajo del piso terminado, a fin de proveer una adecuada protección contra presiones físicas incrementadas, vibraciones debido al tránsito y posibles daños superficiales (por ejemplo, surcos de llantas grandes, baches). Como excepción, se puede disminuir esta profundidad a 600 mm, siempre que los conductores estén:

(a) en primer lugar, cubiertos con una capa de arena o tierra a una altura mínima de 75 mm y no contengan rocas o piedras; y

(b) en segundo lugar, protegidos, mecánicamente cubiertos, ya sea por un entarimado de madera continuo de un grosor de 38 mm y químicamente tratado a fin de evitar que se pudra o se deteriore; o por otro material que se considere adecuado para la aplicación.

Sustento de la Regla 360-702. Cuando los conductores de un sistema de televisión por cable sean colocados en un sistema de canalización subterránea, se deben aplicar las reglas a la integridad de estos conductores y a la proximidad de los conductores de otro sistema eléctrico. Otras consideraciones que se deben tener en cuenta son el daño al conductor y los peligros potenciales de electrocución debido a contactos eléctricos accidentales con los sistemas de energía eléctrica.

Propósito de la Regla 360-702. Se requiere que las canalizaciones subterráneas diseñadas para alojar a los conductores del sistema de televisión por cable sean separadas de las canalizaciones que alojan a los conductores de un sistema de energía eléctrica por lo menos a una distancia de 50 mm de concreto o 300 mm de tierra bien apisonada, a fin de reducir contactos eléctricos accidentales debido a posibles sobretensiones de falla , excavaciones inadecuadas y otras circunstancias similares.

Se requiere que por lo general las canalizaciones subterráneas sean colocadas por lo menos a 450 mm por debajo del piso terminado. Sin embargo, cuando la canalización sea instalada por debajo de áreas expuestas a tránsito vehicular, se requiere

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

incrementar la profundidad mínima a 600 mm, a fin de proporcionar una adecuada protección contra vibraciones debido al tránsito, presiones superficiales físicas incrementadas y posibles daños de la superficie (por ejemplo, surcos de llantas grandes).

Cuando se encuentre lecho rocoso a profundidades menores de 450 mm y 600 mm, se requiere que la canalización sea totalmente cubierta con concreto a fin de proveer una adecuada protección mecánica.

No se permite que los conductores de un sistema de televisión por cable y de un sistema de energía eléctrica sean colocados dentro del mismo hoyo de mantenimiento, a fin de reducir la posibilidad tanto de contactos eléctricos accidentales entre los dos sistemas como los peligros de electrocución accidental al personal que no está familiarizado con uno de los sistemas.

En ningún caso se debe colocar un conductor de un sistema de televisión por cable en la misma canalización subterránea de los conductores de un circuito de alumbrado eléctrico, de energía o Clase 1. Ya que cada uno de estos sistemas eléctricos contiene niveles de tensión y tipos de aislamiento del conductor diferentes de aquellos de un sistema de televisión por cable, éstos deben de ser físicamente separados a fin de evitar una energización accidental de los conductores del sistema de televisión por cable.

La humedad (en forma líquida o hielo) puede acumularse en una canalización subterránea como resultado de los métodos de construcción, materiales o el lugar. Por lo tanto, se requiere que todos los conductores/cables del sistema de televisión por cable estén o sean cables con una chaqueta de cable externa diseñada o adecuada para lugares húmedos.

Sustento de la Regla 360-704. Cuando los conductores del sistema de televisión por cable sean adecuadamente instalados en canalizaciones subterráneas de acuerdo con los requerimientos de la Sección 360, y cuando los conductores sean instalados de tal manera que no ocurran contactos accidentales con los sistemas de energía eléctrica, no es necesario, con fines de seguridad, aplicar reglas de la Sección 360 respecto a la construcción de cables y a las instalaciones de entrada a la edificación.

Propósito de la Regla 360-704. A menudo, los conductores del circuito del sistema de televisión por cable son colocados totalmente en un sistema de canalización subterránea ubicada en una calle pública o un derecho de paso, y/o ubicada únicamente para interconectar diversas edificaciones en propiedades contiguas o no contiguas. Para los conductores colocados en dichas canalizaciones y que no sean expuestos a entrar en contacto con el circuito de alumbrado eléctrico, de energía o Clase 1 que operan a una tensión mayor de 300 V, no es necesario aplicar el requerimiento para utilizar un manguito aislado o canalización (véase la Regla 360-606) cuando los conductores emerjan dentro de una edificación desde una entrada subterránea, ya que se ha reducido el riesgo potencial de incendio o electrocución en el punto de entrada.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Equipos Receptores y Equipos de Transmisión de Radioaficionados

Sustento de las Reglas 360-800 y 360-802. Las antenas exteriores para tanto las estaciones receptoras como las estaciones transmisoras están, por su ubicación, propensas a recibir descargas atmosféricas. En consecuencia, los conductores de entrada provenientes de una antena deben de ser protegidos a fin de reducir la posibilidad de que se presenten peligros de incendio y electrocución, tanto encima como dentro de la edificación.

Propósito de las Reglas 360-800 y 360-802. Se requiere que cada conductor de entrada localizado entre una antena exterior y una estación receptora o transmisora sea equipado con un pararrayos, a fin de prevenir la transmisión de peligros de incendio o electrocución a la estación.

Como excepción, cuando el conductor de entrada esté totalmente cubierto con una pantalla metálica que tenga continuidad eléctrica y éste enlazada equipotencialmente a tierra (por ejemplo, un cable coaxial), se puede obviar el uso de pararrayos u otros medios adecuados, ya que la pantalla enlazada equipotencialmente a tierra puede drenar la energía de descargas atmosféricas.

Como otra excepción sólo para las estaciones transmisoras, no es necesario utilizar un pararrayos cuando la antena esté puesta a tierra. Asimismo, se considera que el conductor de la antena enlazado equipotencialmente, proporciona un adecuado drenaje de las tensiones provocadas por las descargas atmosféricas.

Puesta a Tierra del Equipo Receptor y del Equipo Transmisor de Radioaficionados

Sustento de las Reglas 360-900 y 360-902. El tipo y los materiales para la puesta a tierra de los conductores deben de ser adecuados para manejar los impulsos eléctricos de potenciales de una manera segura.

Propósito de las Reglas 360-900 y 360-902. Se requiere que un conductor utilizado para el enlace equipotencial a tierra del equipo eléctrico receptor o del equipo transmisor de radioaficionados sea de cobre, de acero encobrado u otro material conductivo similar resistente a la corrosión. El conductor puede ser aislado o desnudo.

Sustento de las Reglas 360-904 y 360-906. A pesar de que el conductor de puesta a tierra/enlace equipotencial del equipo eléctrico receptor, o del equipo transmisor de radioaficionados no plantea peligros de incendio o electrocución en condiciones normales de funcionamiento, los métodos de instalación eléctricos adecuados deben asegurar que en todo momento exista una trayectoria eléctrica continua a tierra.

Propósito de las Reglas 360-904 y 360-906. Se requiere que un conductor de puesta a tierra/enlace equipotencial esté fijamente asegurado a fin de evitar que se mueva o dañe. En vista de las funciones de operación, el conductor no necesita ser fijado a superficies de soporte mediante soportes aislantes. Cuando el conductor esté sujeto a daños mecánicos por manipulación de personas, movimiento del equipo eléctrico, o similares, se requiere que éste sea adecuadamente protegido a fin de prevenir dichos daños y posibles interrupciones de la trayectoria de puesta a tierra.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 360-908. Se deben considerar las direcciones o trayectorias conocidas y desconocidas que pueden seguir los diversos tipos de descargas eléctricas.

Propósito de la Regla 360-908. Se requiere que los conductores de puesta a tierra/enlace equipotencial corran en línea tan recta como sea posible a fin de reducir la posibilidad de que se produzcan descargas de arcos a otros medios conductivos y a fin de limitar tanto el valor de impedancia como la longitud de la trayectoria del conductor.

Sustento de las Reglas 360-910, 360-912 y 360-914. Se reconoce que ciertas reglas relacionadas con la instalación eléctrica de los conductores de puesta a tierra/enlace equipotencial, tal como las desarrolladas para la Sección 060 del Código, deben aplicarse también al equipo transmisor y receptor.

Propósito de las Reglas 360-910, 360-912 y 360-914. Se requiere que un conductor de puesta a tierra/enlace equipotencial que no esté sujeto a un electrodo de puesta a tierra cumpla con los requerimientos de la Sección 060 respecto a dichos ítems como el uso de conectores aprobados y los métodos de fijación. Asimismo, se requiere que los conductores de puesta a tierra/enlace equipotencial que se conectan a una antena, pararrayos u otro equipo eléctrico sean del tamaño que concuerde con los requerimientos de la Sección 060, para conducir de manera efectiva las sobretensiones eléctricas y las fallas y proporcionar suficiente resistencia mecánica. El conductor de puesta a tierra puede correr dentro o fuera de una edificación, según la condición de la aplicación (por ejemplo, el lugar de ubicación del pararrayos).

Sustento de la Regla 360-916. En muchos casos, el equipo eléctrico receptor o transmisor de radioaficionados puede requerir tanto de una fuente de toma de tierra de protección como de operación. Cuando estas dos fuentes se combinen en un conductor común de puesta a tierra, la integridad tanto de la tierra de protección como la tierra de operación deben de ser aseguradas, a fin de limitar la posibilidad de peligros de incendio y electrocución.

Propósito de la Regla 360-916. Se puede utilizar un conductor de puesta a tierra (enlace equipotencial simple o común, tanto como tierra de protección - por ejemplo, el enlace de un equipo de chasis eléctrico - como de tierra de operación, en el cual la tierra actúa como punto referencial de operación del equipo). Sin embargo, para asegurar la operación del sistema de puesta a tierra de protección y así minimizar la posibilidad de peligros de electrocución e incendio, se requiere que los conductores de puesta a tierra comunes sean instalados de tal manera que la tierra de operación pueda ser retirada sin que afecte a la tierra de protección.

Sustento de la Regla 360-918. A fin de proteger a los pacientes de un hospital contra tensiones de fuga que pueden aparecer en las partes metálicas o conductivas expuestas de los equipos eléctricos receptores (por ejemplo, televisores, radios), estas partes deben de ser enlazadas equipotencialmente a una fuente de toma de tierra. Los demás tipos de equipos eléctricos que tengan sus partes metálicas expuestas dentro de la misma habitación/área deben de ser enlazados a la misma fuente de tierra común, a fin de evitar electrocución ocasionada por las diferencias de los potenciales de tierra del sistema.

Propósito de la Regla 360-918. (Véase la Figura 360-918). Al enlazar equipotencialmente todas las partes metálicas/conductivas expuestas, se requiere

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

aislar a los pacientes de hospitales de electrocuciones relacionadas con los equipos eléctricos receptores. De acuerdo con la Sección 140, se requiere que el conductor de enlace equipotencial se conecte a una fuente de tierra común provista para todos los equipos que se encuentren dentro de la habitación/área (eliminando así la posibilidad de que los niveles de tensión de tierra sean diferentes entre los diversos tipos de equipos).

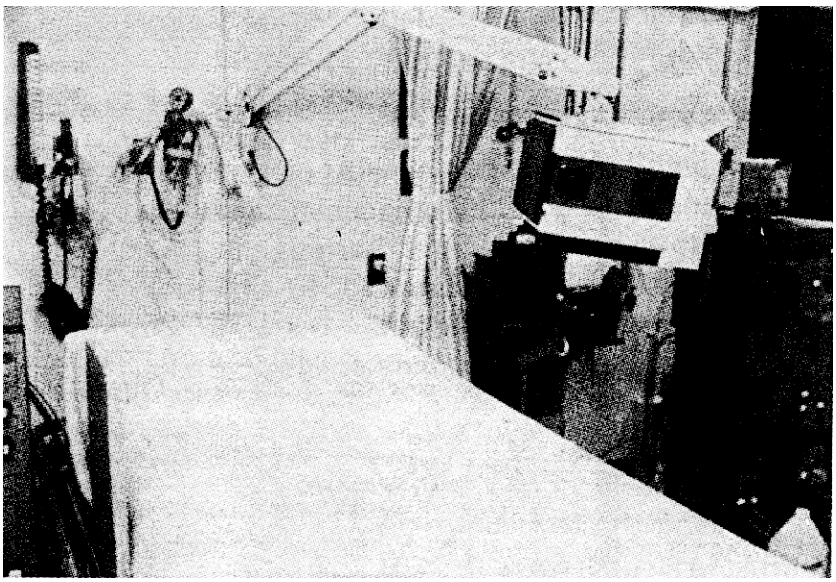


Figura 360-918
Televisión en Hospital

Sustento de la Regla 360-920. Los equipos eléctricos de los sistemas receptores o transmisores que estén conectados a una fuente de alimentación eléctrica de corriente alterna deben de ser fabricados según los requerimientos que comprendan la posibilidad de peligros de incendio y electrocución. Se debe tener en cuenta las consideraciones de seguridad que deben aplicarse a los equipos y a los sistemas receptores o transmisores a los cuales están conectados.

Propósito de la Regla 360-920. Se requiere que el dispositivo que se conecte a los conductores de suministro de energía de un sistema receptor o transmisor de radioaficionados para fines tales como la eliminación de perturbaciones radioeléctricas, supresión de ruidos radioeléctricos y condensadores de interferencia sea aprobado a fin de asegurar la protección contra peligros de incendio y electrocución.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

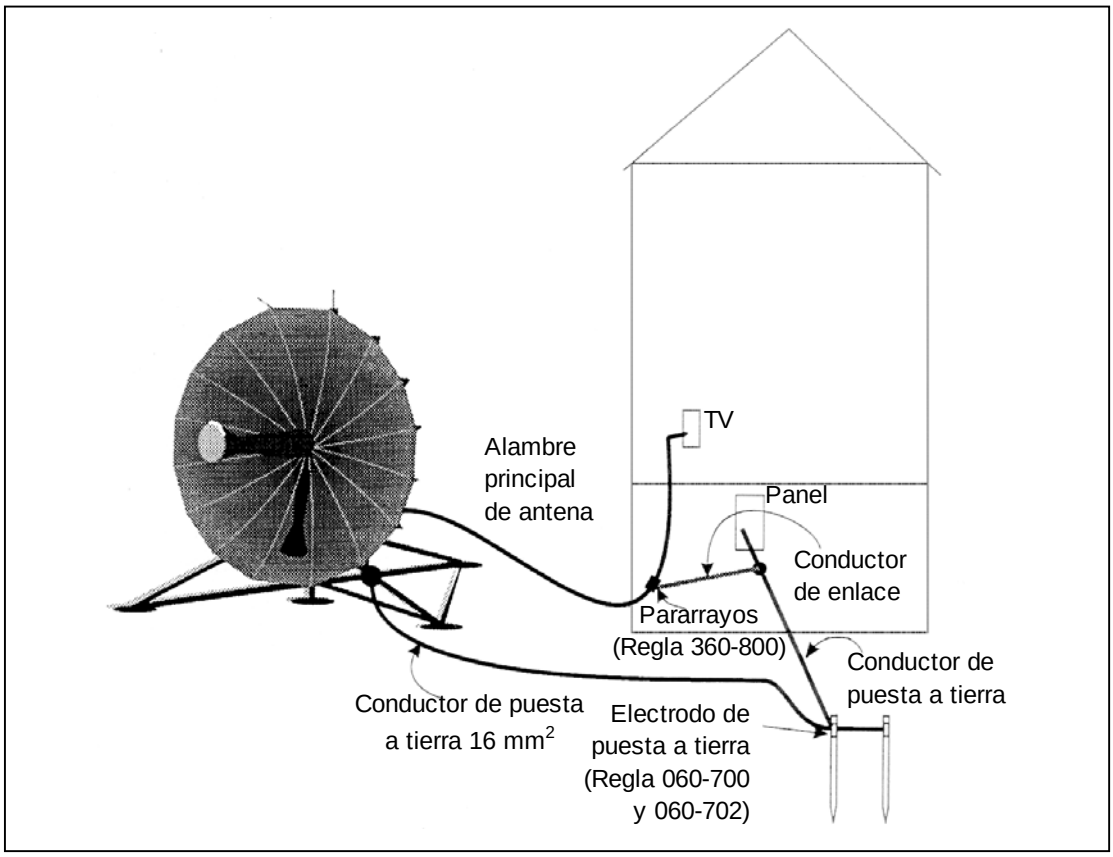


Figura 360-922
Puesta a Tierra de Antenas

Sustento de la Regla 360-922. Las antenas son instaladas en cantidades crecientes sobre piso terminado o sobre techos de instalaciones residenciales, comerciales e industriales. Con la ubicación de estas antenas en lugares accesibles a las personas (no sólo las que se requieren para trabajar en ellas), resulta necesario proteger a éstas contra peligros potenciales.

Propósito de la Regla 360-922. (Véase la Figura 360-922). A fin de proteger a las personas y propiedades contra daños (por ejemplo, contra descargas atmosféricas), se requiere que los postes, estructuras metálicas de soporte y los soportes del conductor de las antenas para la recepción de las estaciones se pongan a tierra de acuerdo con los requerimientos de la Sección 060.

Estaciones Transmisoras

Sustento de la Regla 360-1000. Los transmisores que constan de un componente o grupo de componentes que contienen partes vivas desnudas son diseñados para ser colocados en una cabina cerrada u otro recinto de protección. El contacto directo con dichos componentes puede representar un peligro de electrocución.

Propósito de la Regla 360-1000. A fin de prevenir peligros de electrocución debido al contacto directo con los equipos eléctricos expuestos, se requiere que los transmisores sean encerrados en un armazón o rejas metálicas. Cuando dichos recintos de protección no estén disponibles, el transmisor debe de estar completamente apantallado o cubierto por un material adecuado o separado del

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

espacio de operación por una barrera (por ejemplo, un cerco, pared o tabique) u otros medios equivalentes.

Sustento de la Regla 360-1002. Las partes metálicas expuestas del equipo eléctrico transmisor están sujetas a energización eléctrica debido a contactos accidentales con los circuitos eléctricos, descargas atmosféricas y otras causas similares. A fin de evitar los posibles peligros de incendio y electrocución, dicha energización debe de ser dirigida a tierra.

Propósito de la Regla 360-1002. Se requiere que el personal de operación propenso al contacto con las partes metálicas expuestas de un transmisor sea protegido contra cualquier energización eléctrica accidental. Por lo tanto, todas las partes metálicas de los transmisores, incluyendo las manijas, controles y accesorios (por ejemplo, micrófonos, consolas) que están clasificados tanto como equipos eléctricos y accesibles deben ser enlazados a tierra.

Sustento de la Regla 360-1004. Los equipos eléctricos transmisores ubicados detrás de una puerta de acceso por lo general contienen partes vivas desnudas (por ejemplo, los terminales). En muchos casos, puede ser necesario para las personas involucradas en la radiodifusión tener acceso a ciertas partes del equipo transmisor, el cual por lo general opera a 259 V o menos. Sin embargo, otras partes especiales del equipo dentro de la misma área (por ejemplo, amplificadores o transformadores elevadores) pueden necesitar funcionar a tensiones que exceden de 250 V . Con fines de seguridad, el acceso a dicho equipo especial debe de ser limitado a personas especialmente capacitadas.

Propósito de la Regla 360-1004. Los equipos eléctricos transmisores contienen circuitos separados (por ejemplo aquellos para los amplificadores) que operan a tensiones que exceden de 250 V y pueden ser tocados abriendo las puertas de acceso. En estos casos, se requiere que las puertas de acceso contengan dispositivos de enclavamiento que desconecten todos los circuitos que excedan de 250 V cuando se abran las puertas, reduciendo así la posibilidad de peligros de electrocución provenientes de dichos circuitos.

Sustento de la Regla 360-1006. Los audioamplificadores pueden o no requerir ser aprobados, según su diseño y fuente de energía eléctrica (sí está provisto únicamente de un transmisor o de la combinación de un transmisor y una fuente de energía eléctrica de corriente alterna). Aparte de la fuente de energía, los niveles de tensión de operación eléctrica de un audioamplificador pueden representar un peligro real de electrocución.

Propósito de la Regla 360-1006. A fin de evitar peligros de electrocución, se requiere que cualquier audioamplificador de un sistema transmisor ubicado fuera del recinto del transmisor (tal como lo requiere la Regla 360-1000) sea alojado en un recinto a fin de prevenir contactos accidentales con sus partes vivas expuestas. El recinto debe de permitir un fácil acceso al amplificador y debe de ser apropiadamente ventilado a fin de evitar posibles peligros de incendio debido al recalentamiento mientras está en funcionamiento.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 370

SISTEMAS DE ALARMA CONTRA INCENDIO Y BOMBAS CONTRA INCENDIO

(Véase el Apéndice G)

Sustento de la Regla 370-000. Esta regla, es muy importante debido a que identifica el equipamiento eléctrico en una edificación, estructura o local a los cuales se aplica la Sección 370. Esta regla indica que las reglas generales del Código, esto es, las Secciones de la 010 a la 090 y 150, también son de aplicación, pero que los requerimientos de la Sección 370 pueden ser enmendados o añadidos a ellos u otros donde sea necesario. Esta Sección proporciona los requerimientos para sistemas locales de alarma contra incendio y bombas contra incendio.

Propósito de la Regla 370-000. (Véanse las Figuras 370-000(a), (b) y (c)). No se estipula cómo o cuando es necesario instalar un sistema de alarma contra incendio o bomba contra incendio. Tales instalaciones eléctricas por lo regular son requeridas por los sectores de construcción, constructores y/o el cuerpo de bomberos. Por ejemplo, el Reglamento Nacional de Edificaciones u otro reglamento aplicable debe estipular si la edificación requiere o no de un sistema de alarma contra incendio y debe identificar el tipo de sistema a ser instalado, incluyendo la ubicación de los componentes, tales como detectores y aparatos de alarma sonora. En esta sección se determina como los diversos componentes deben conectarse, el método de alambrado y el tipo de conductores a ser utilizado. Como se indica en el Anexo B, información adicional sobre la instalación de sistemas de alarma contra incendio y la instalación de las bombas contra incendio, puede encontrarse en normas internacionales.

La Subregla (2) pone en claro que los requerimientos de esta Sección son adicionales a, y aún pueden ser enmiendas de otros requerimientos de este Código. Por ejemplo, la Sección 070 provee muchos de los requerimientos para diversos métodos de alambrado; todos son igualmente aplicables a los sistemas de alarma contra incendio, salvo que algo específico en esta Sección modifique estos requerimientos. De esta forma, no se tiene que repetir todos los requerimientos en la Sección 070 aplicables a los sistemas de alarma contra incendio.

Para edificios altos, se requiera la incorporación de un servicio de comunicación de doble vía (teléfonos de emergencia) y un servicio de altavoces, en el sistema de alarma contra incendio. No debe confundirse con un “sistema de comunicación eléctrico”, como se indica en la Sección 340 del Código. Estos teléfonos y altavoces de emergencia deben considerarse como parte del sistema de alarma contra incendio y por lo tanto deben instalarse de acuerdo con los requerimientos de esta Sección.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

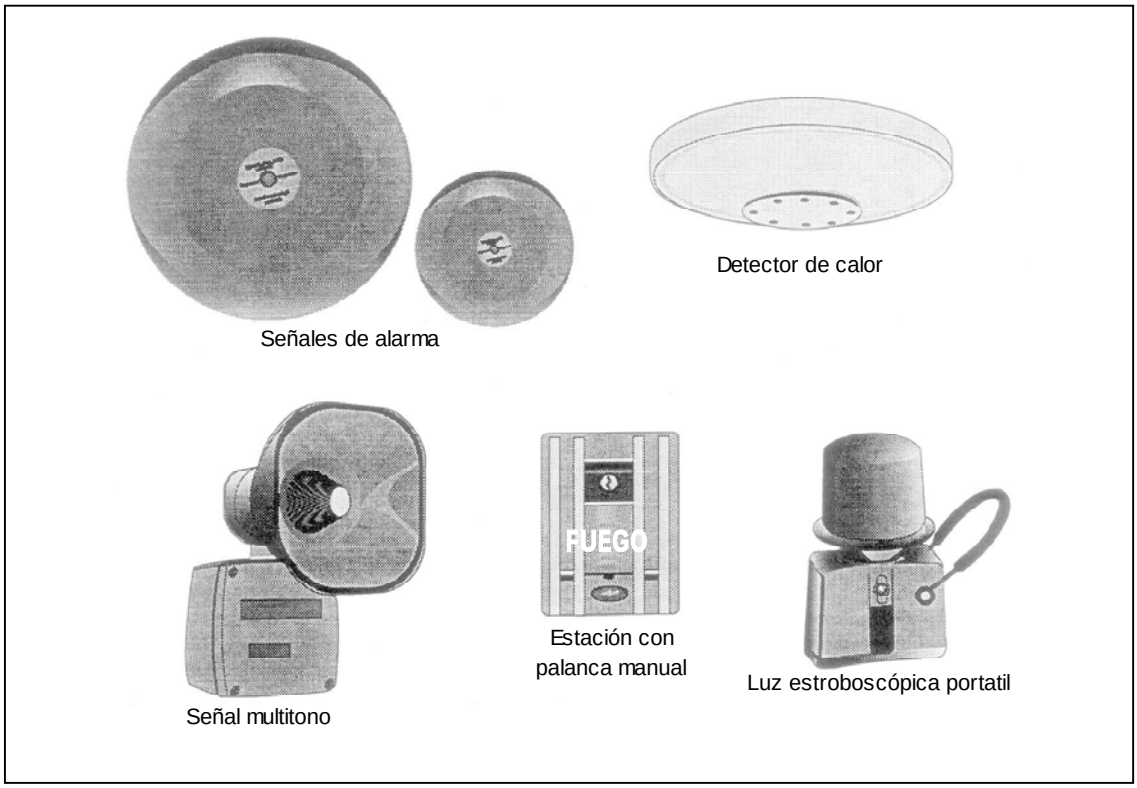


Figura 370-000(a)
Componentes típicos de Sistema de Alarma Contra Incendio

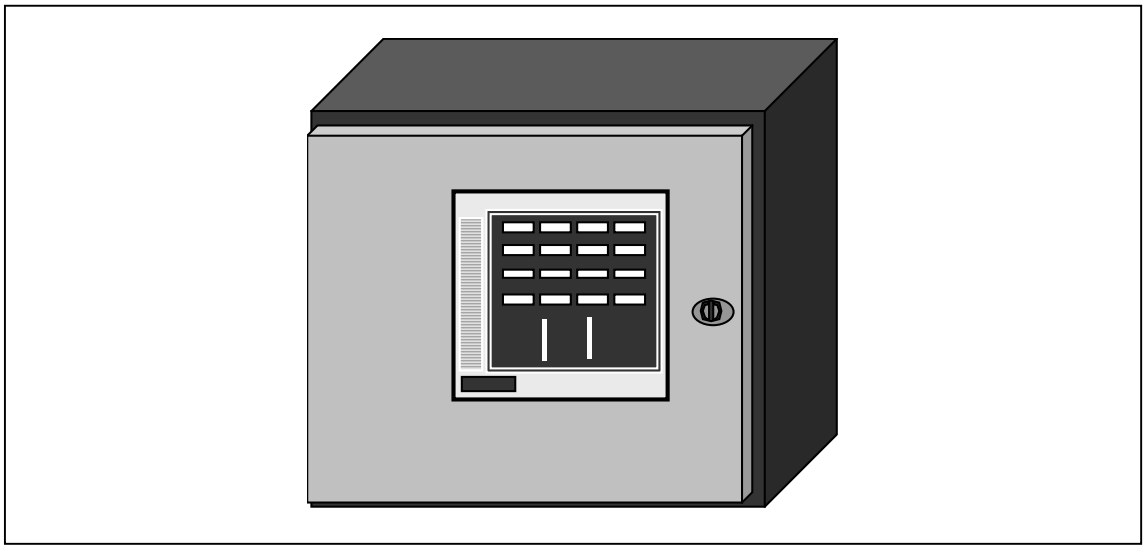


Figura 370-000 (b)
Panel de Control para Edificio de Tamaño Promedio

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

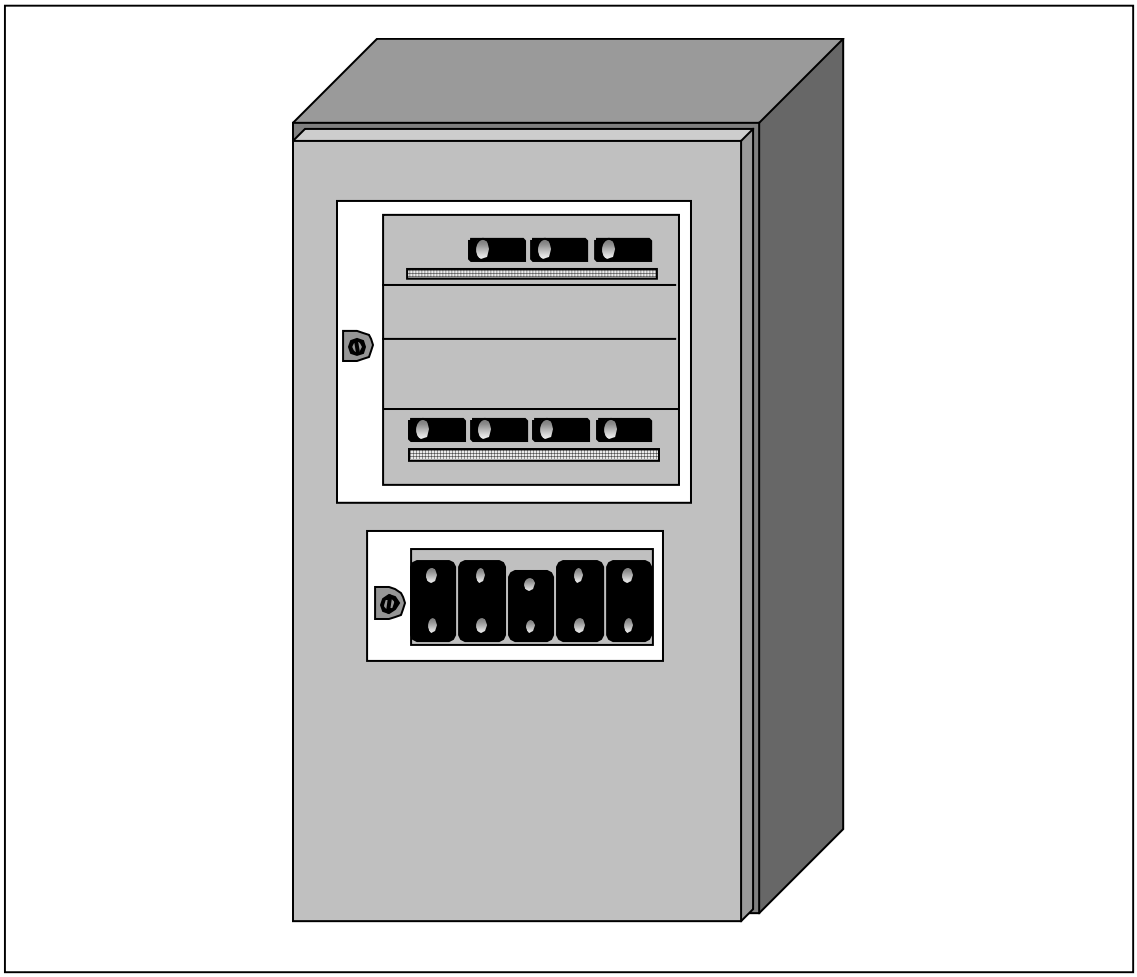


Figura 370-000 (c)
Panel de Control para Edificio más Grande

Sistemas de Alarma Contra Incendios

Sustento de la Regla 370-100. En sistemas de alarma contra incendio es esencial que los conductores sean confiables y adecuados para el propósito que se utilizan.

Propósito de la Regla 370-100. Los conductores deben ser de cobre y capaces de transportar la corriente máxima que puede proporcionar el circuito. La terminación apropiada de los conductores es muy importante, especialmente si se utiliza un conductor trenzado. Un conductor, sostenido por una sola hebra, puede tener un tamaño suficiente para llevar la corriente utilizada por la señal supervisora, pero cuando el sistema es activado, el conductor tendría que transportar una corriente más alta y se "quemaría", reduciendo la efectividad del sistema. Se estipulan secciones mínimas para los conductores, ya que, así como transportan corriente eléctrica éstos deben tener suficiente fortaleza para soportar las fuerzas que normalmente se aplican sobre ellos durante su instalación. Si van a ser simplemente colocados (tendidos sin tensión mecánica) en vez de ser jalados en un conducto eléctrico, éstos pueden ser de secciones algo más pequeñas. En forma similar, si una serie de conductores están

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

ubicados juntos en un cable ensamblado, el grupo puede proveer la fortaleza adicional requerida para permitir el tendido dentro de un conducto eléctrico.

Sustento de la Regla 370-102. Es importante que los conductores de un sistema de alarma contra incendio tengan un cierto grado de protección física y eléctrica.

Propósito de la Regla 370-102. Los sistemas de alarma contra incendio deben ser confiables y deben operar cuando se les requiera. Por lo tanto, es esencial proteger a los conductores del sistema de la alarma contra incendio, de cualquier posible daño mecánico y eléctrico. Se es algo menos estricto para los casos de edificios de construcción combustible que son pequeños. No obstante, la referencia a las reglas de la Sección 070, todavía se requiere protección contra posible daño mecánico.

Los conductores de alarma contra incendio deben mantenerse independientes de todo otro alambrado y equipamiento eléctrico, excepto en los casos indicados en las Subreglas (3) (a), (b), (c) y (d). Esto debe minimizar la posibilidad de que una falla que involucre el equipamiento eléctrico (que no corresponda al sistema de alarma contra incendio), afecte adversamente la operación del sistema de alarma.

Los conductores del sistema de alarma contra incendio no son circuitos de comunicación, aún si se utilizan para un "sistema de comunicación de voz". Los requerimientos de instalación de la Sección 340 son de aplicación, sólo cuando los conductores del sistema de alarma contra incendio se extienden más allá de la edificación. Por ejemplo, cuando el sistema de alarma contra incendio es requerido para notificar a la Compañía de Bomberos que se ha activado una señalización, los conductores y los métodos de alambrado utilizados entre la unidad de control de la alarma contra incendio y el transmisor, y entre el transmisor y la entrada principal de servicio de teléfono al edifico, deben estar de acuerdo con esta Sección.

Ya que los diversos circuitos en un sistema de alarma contra incendio pueden tener diferentes características de tensión, todos los conductores en una canalización o cable deben ser aislados para la tensión más alta.

Sustento de la Regla 370-104. Todas las partes metálicas que no transportan corriente eléctrica, deben ser conectadas a tierra.

Propósito de la Regla 370-104. Si los conductores son instalados en una canalización metálica o se trata de un cable blindado o con armadura metálica, es muy fácil hacer la conexión a tierra. No obstante, si se usa un sistema de alambrado no metálico (por ejemplo, cable con forro no metálico o conductores instalados en conducto rígido no metálico), es importante proporcionar adicionalmente, un conductor de puesta a tierra de sección apropiada, en el cable o conducto no metálico.

Sustento de la Regla 370-106. La función de supervisión eléctrica debe señalar la remoción o funcionamiento inadecuado de componentes importantes.

Propósito de la Regla 370-106. (Véanse las Figuras 370-106-1, 370-106-2, 370-106-3, 370-106-4 y 370-106-5). Se recomienda que todos los sistemas de alarma contra incendio requeridos, deben tener supervisión eléctrica. La supervisión eléctrica significa que el sistema de alarma contra incendio se supervisa a sí mismo para detectar fallas, tales como circuitos y puestas a tierra abiertos, que podrían prevenir la operación apropiada del sistema. La supervisión de los circuitos y aparatos puede

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

tomar muchas formas. Las dos más utilizadas son: sistema usando aparatos de campo y sistemas utilizando aparatos de campo activos.

Un aparato de campo convencional es por lo regular conectado a la unidad de control, en un circuito de alambrado común con otros aparatos, para que todos los aparatos en el circuito provean una información de cambio de estado común (por ejemplo, alarma de detección de incendio o señalización). Tales aparatos no pueden ser identificados en forma única por la unidad de control salvo que haya sólo un aparato en el circuito. Los circuitos requeridos deben ser supervisados utilizando un Circuito de lazo cerrado de Clase A o Clase B y una muy baja corriente supervisora se permite que fluya a través de este circuito en todo momento. La cantidad de corriente supervisora que fluye se controla por la resistencia de fin de línea. El panel de control monitorea la corriente supervisora y cualquier cambio en la corriente (por ejemplo, posibles problemas en el sistema - circuitos abiertos o a tierra, o un posible incendio en el edificio) debe hacer que el panel de control dé la respuesta correcta (señal de problema o aparatos de señal audible se deben haber activado). Tales aparatos como detectores, campanas y estaciones con palanca deben tener terminales para conductor o empalmes para conductores duales, para que si son removidos del circuito, el circuito pueda abrir y la señalización que indica problemas pueda ser activada.

Un aparato de campo activo, por otro lado es un aparato que puede ser identificado en forma única por la unidad de control para determinar su presencia y el estado de operación, y que puede ser comandado para operar o para que cambie sus parámetros de operación (por ejemplo, la zona en la cual está operando) en forma independiente de otros aparatos que comparten un circuito común. Los aparatos de campo activo pueden ser conectados con otros aparatos, componentes, y el panel de control, por medio de un circuito de dos conductores. Algunos aparatos de campo activo utilizan un enlace de comunicación de datos para comunicarse con el panel de control, radiofaros de respuesta y otros aparatos. Si la señal única de un aparato de campo activo no se recibe por el panel de control, debido a circuitos o puestas a tierra abiertos, etc., el panel de control debe activar la señal apropiada.

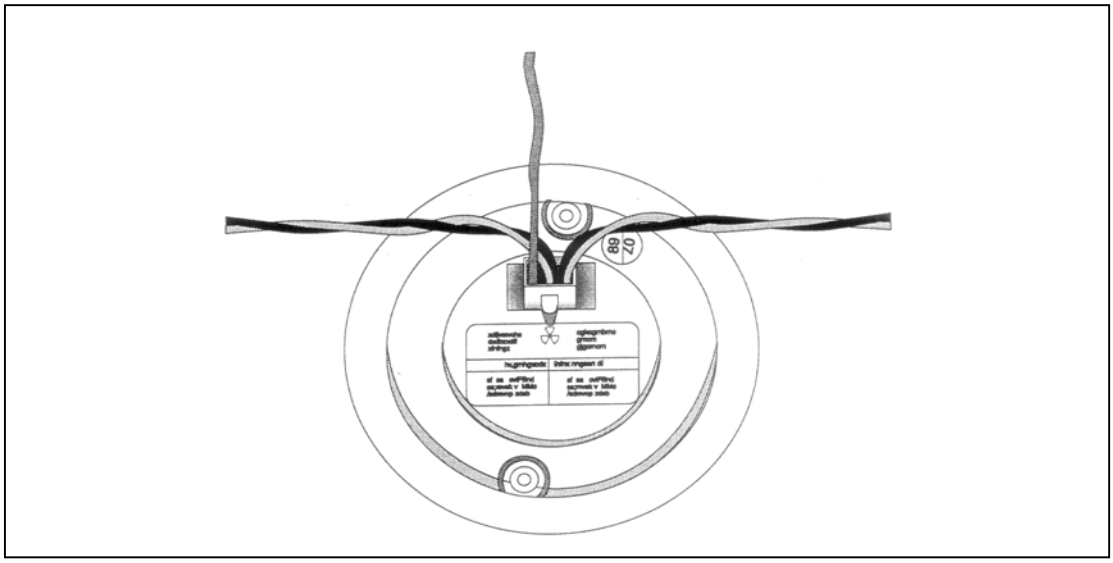


Figura 370-106-1
Detector de Humo con Terminales Duales

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

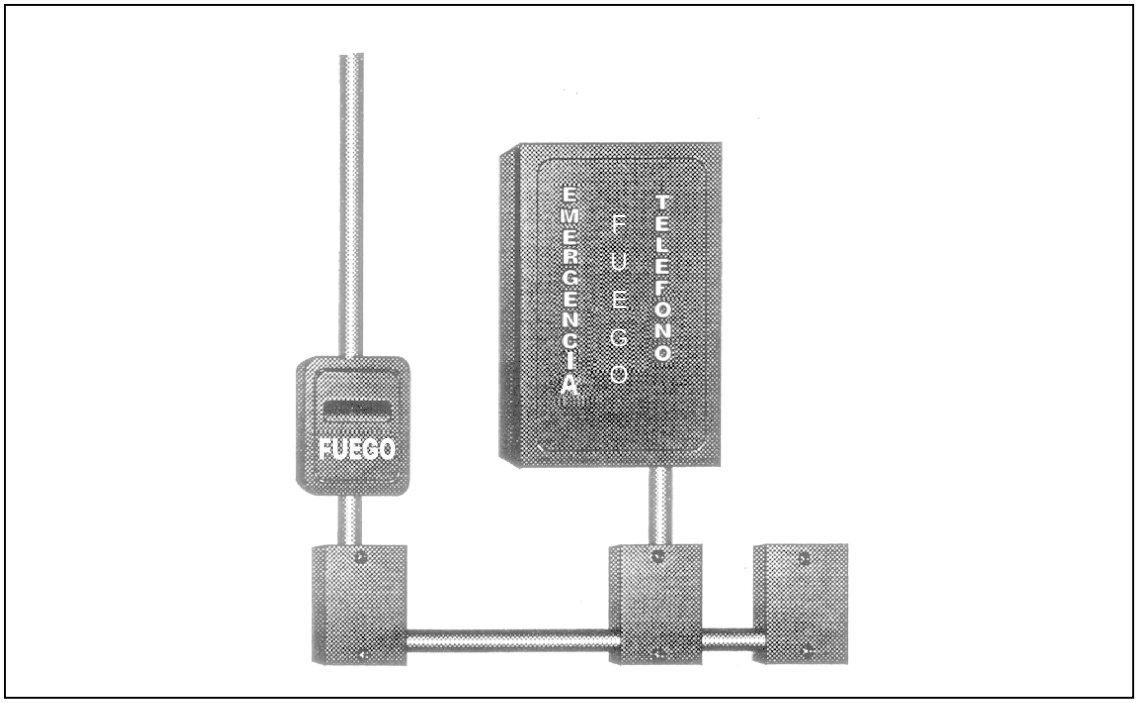


Figura 370-106-2
Caja de Señalización Manual y Resistencia al Final de la Línea

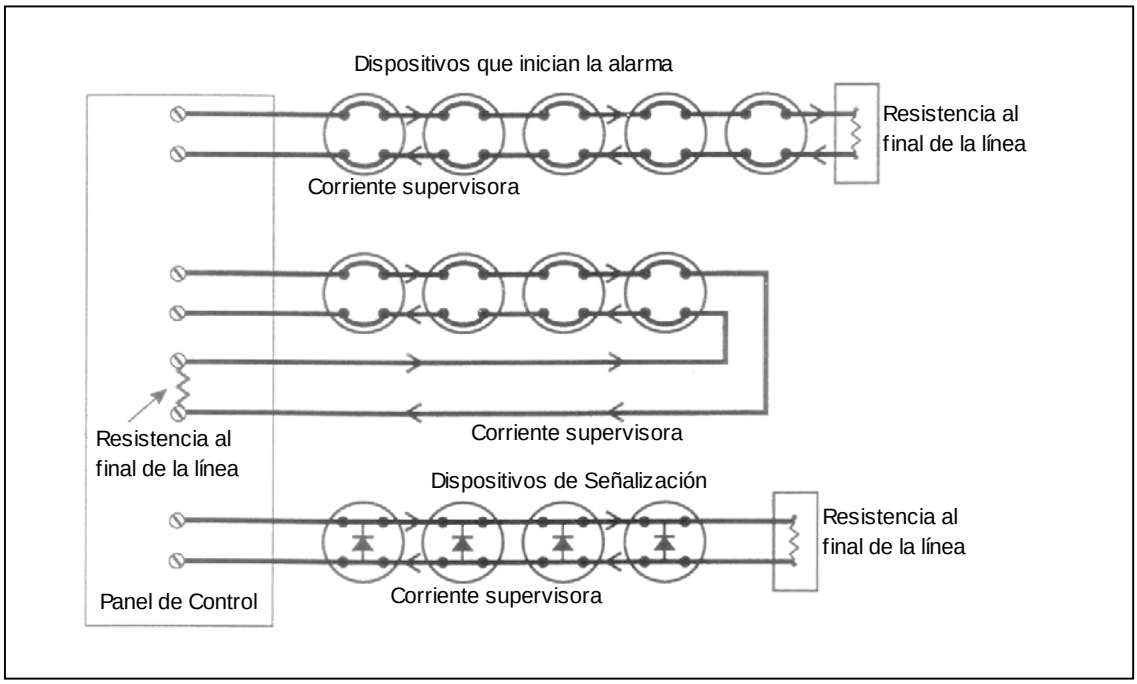


Figura 370-106-3
Aparatos Típicos de Iniciación de Alarma y Señal - Circuito Supervisado Utilizando una Resistencia al Final de la Línea

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

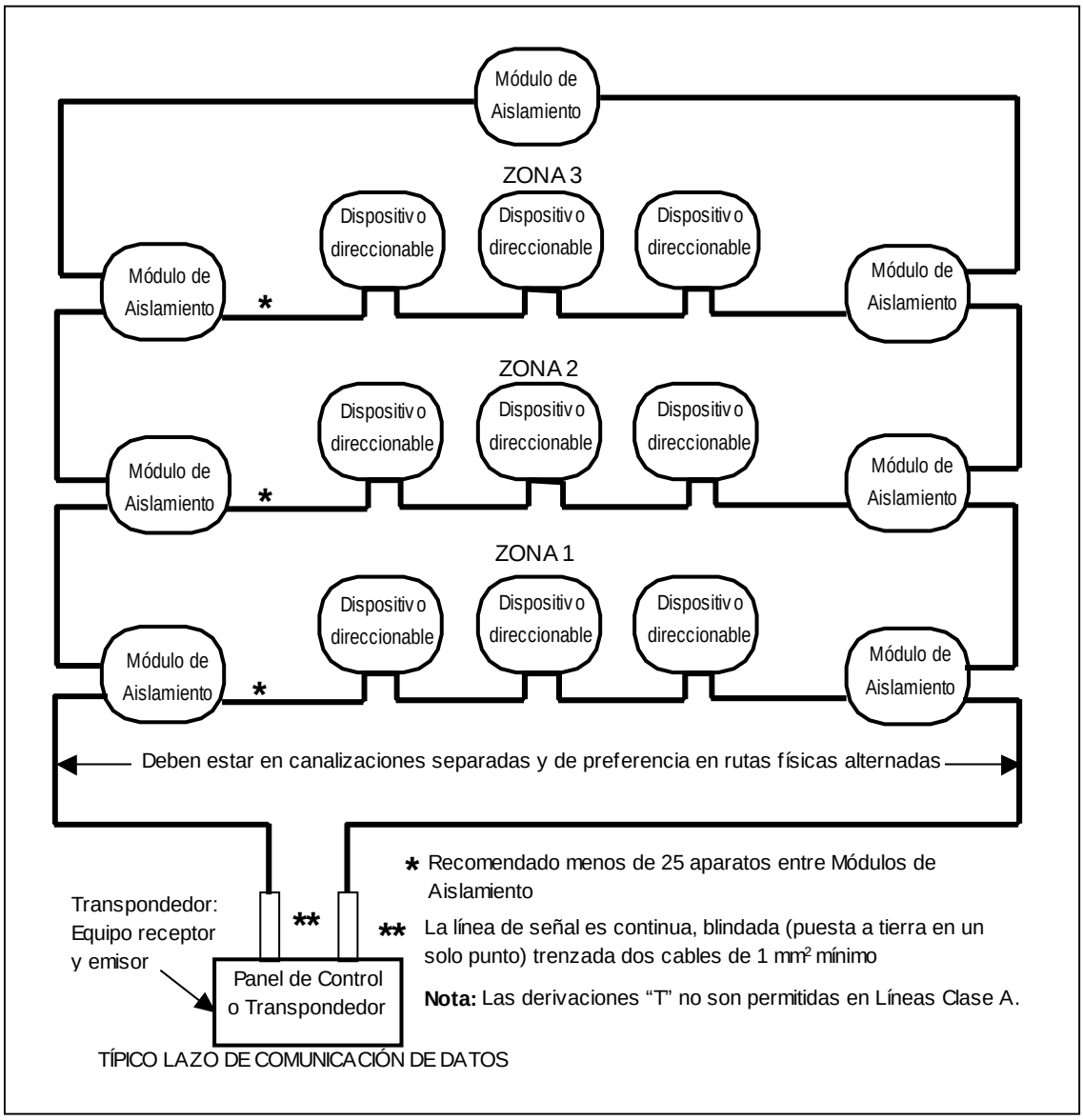


Figura 370-106-4
Típico Lazo de Comunicación de Datos para un Sistema de Alarma Contra Incendio Direccionable (Similar al Circuito Clase A)

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

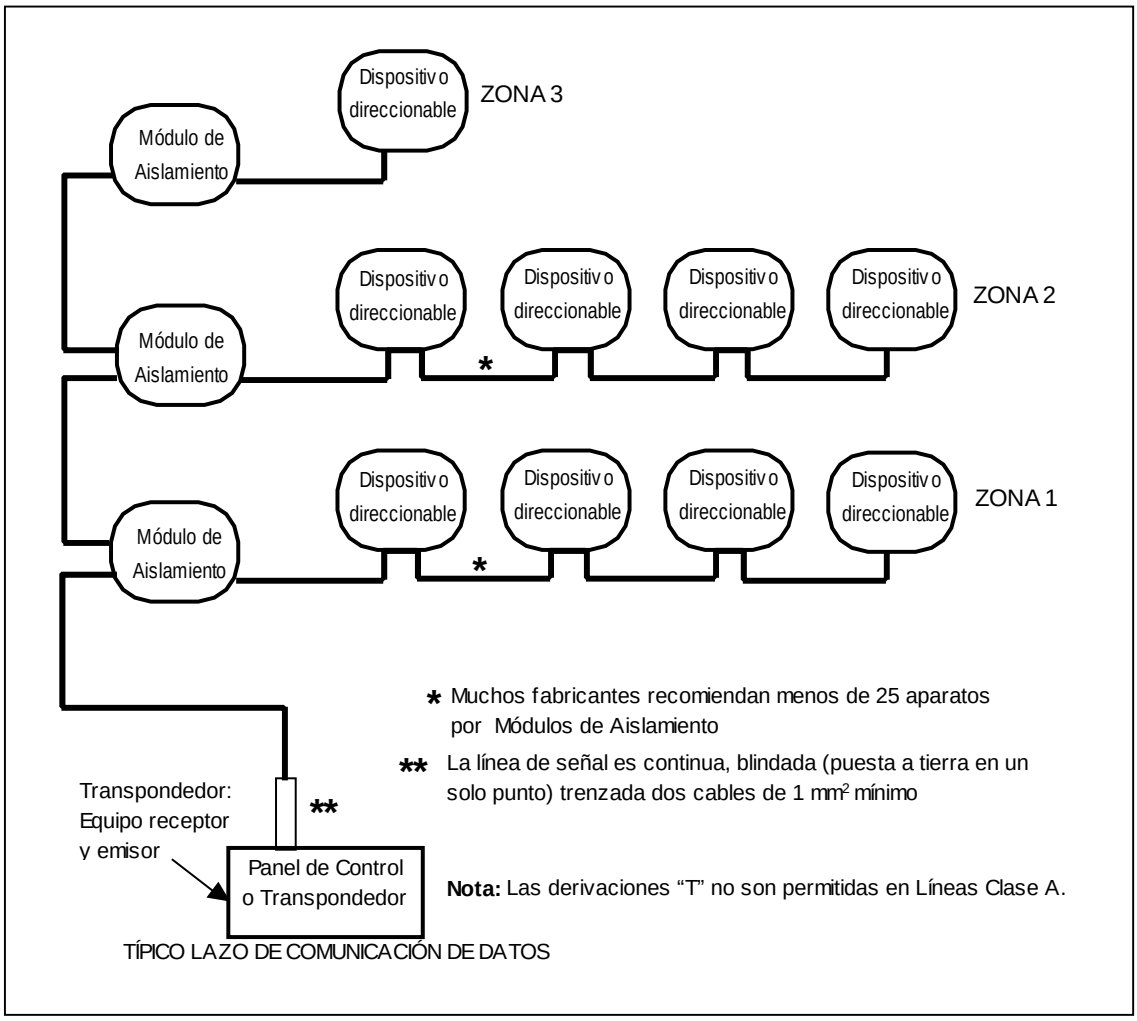


Figura 370-106-5 (Figure 32-106-5)
Típico Lazo de Comunicación de Datos para un Sistema de Alarma Contra Incendio Direccionable (Similar al Circuito Clase B)

Sustento de la Regla 370 – 108. El punto de conexión del sistema de alarma contra incendio debe estar tan cerca como sea posible a la caja de toma, para que las sobrecargas o problemas en los otros circuitos de los ramales no lleve a una interrupción de la energía al sistema de alarma contra incendio.

Propósito de la Regla 370 – 108. (Véase la Figura 370-108). Aún cuando un sistema de alarma contra incendio puede tener un suministro de energía de emergencia, debe siempre mantenerse operativo el suministro de energía principal. El circuito no debe ser conectado a un ramal de una fuente de energía para cualquier otro equipo eléctrico. Y debe ser conectado tan cerca como sea posible al lado de carga de la caja de toma (como se ilustra en la Figura 370-108). Si el circuito estuviera conectado a un interruptor en un tablero de alumbrado y artefactos, las cargas totales de los otros circuitos podrían causar que el dispositivo de sobrecorriente se active para proteger el tablero, cortando la fuente principal de energía al sistema de alarma contra incendio.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Los dispositivos de sobrecorriente y los medios de desconexión del sistema de alarma contra incendio deben ser claramente identificados, y los medios de desconexión deben ser pintados de rojo y deben ser bloqueados en la posición “cerrado” (ON), para reducir la posibilidad de que el sistema de alarma contra incendio pueda ser desconectado inadvertidamente.

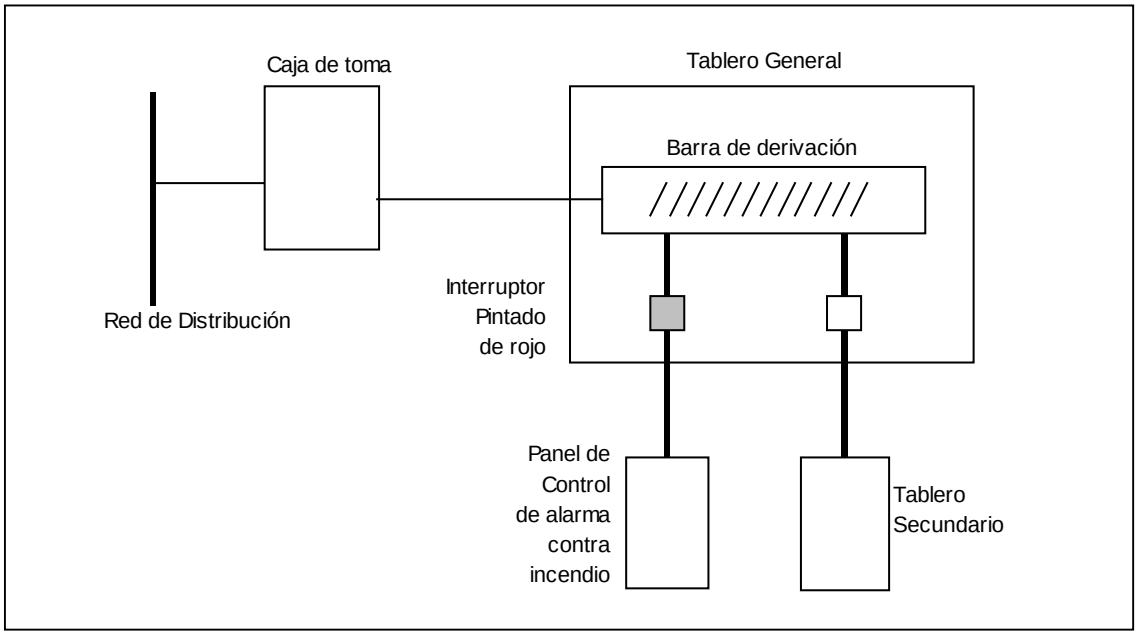


Figura 370-108
Disposición Típica para Suministro de Sistemas de Alarma Contra Incendio

Sustento de la Regla 370-110. Esta regla establece requerimientos apropiados para instalación de alarmas de humo que no se tiene el propósito de conectar a un sistema de alarma contra incendio, en una unidad de vivienda.

Propósito de la Regla 370-110. (Véanse las Figuras 370-110(a) y (b)). Las alarmas de humo a ser instaladas en cada unidad de vivienda que los requieran, deben estar de acuerdo con la Norma Técnica Peruana correspondiente; a falta de ésta deben estar de acuerdo con una norma internacional vigente.

Una alarma de humo es un dispositivo con un detector de humo y un sonido de alarma característico. Se puede considerar un sistema de alarma contra incendio que contenga alarma de humo, en una unidad de vivienda y que alerte sólo a los ocupantes de dicha unidad. El párrafo (a) indica que el suministro de energía para la alarma de humo puede venir de un circuito de tomacorrientes y alumbrado normal, que no está protegido por un interruptor para fallas a tierra. La ventaja de esta disposición es que si un dispositivo de sobrecorriente apertura un circuito, debe ser más que obvio para los ocupantes, ya que las luces/aparatos en dicho circuito no estarán operando. La referencia a la Regla 150-704 pone en claro que hay algunos circuitos derivados, a los cuales las alarmas de humo no deben ser conectadas (por ejemplo, circuitos derivados que alimentan tomacorrientes de cocinas, refrigeradores, salidas en garaje, tomacorrientes en exteriores).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Al no permitir un medio de desconexión entre el dispositivo de alarma de humo y el aparato de sobrecarga en un circuito derivado, el Párrafo (b) trata de eliminar la posibilidad de que la alarma de humo se desconecte inadvertidamente.

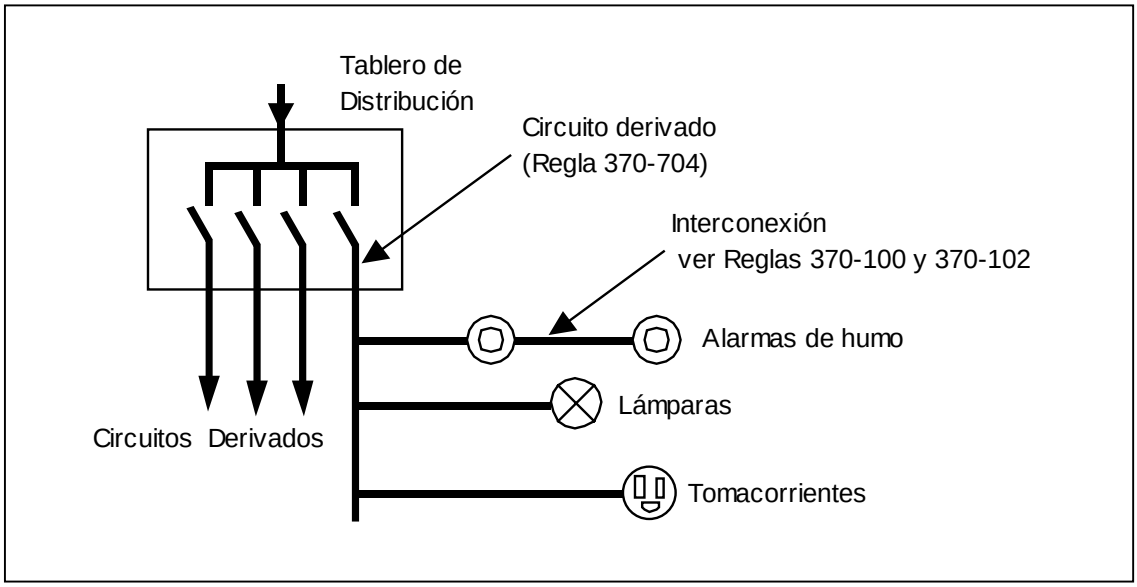


Figura 32-110 (a)
Instalación Típica de Alarma de Humo en Unidad de Vivienda

Dependiendo del tamaño de la unidad de vivienda, más de una alarma de humo puede ser requerida, en cuyo caso éstas deben ser interconectadas. Tal interconexión debe cumplir con las reglas de alambrado general para sistemas de alarma contra incendio, Reglas 370-100 y 370-102. En edificaciones de material combustible, el Párrafo (d) reconoce los métodos de alambrado de Clase 2 para alarmas por humo diseñadas para usar un suministro de energía de Clase 2 para interconexión, siempre y cuando los conductores estén instalados de acuerdo con las Reglas 070-506 a 070-524 para los cables con forro no metálico.

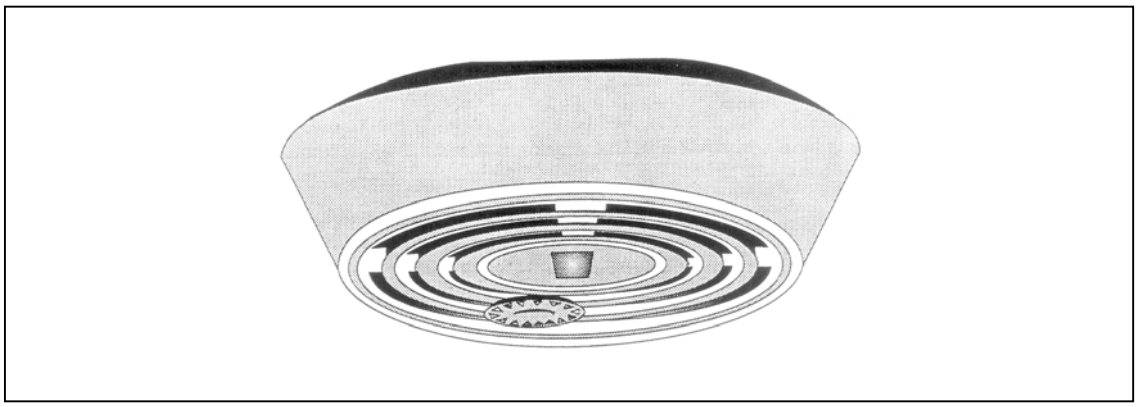


Figura 370-110 (b)
Alarma de Humo

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Bombas Contra Incendio

Sustento de la Regla 370-200. Un sistema de bomba contra incendio, por lo regular, es instalado en una edificación, para mantener la presión de agua a los sistemas tales como el de aspersión y depósito regulador de agua, durante su uso en una situación de emergencia. Es importante que los conductores que alimentan la bomba contra incendio sean confiables y de sección suficiente para permitir que la bomba opere bajo condiciones severas.

Propósito de la Regla 370-200. Se tiene el propósito de que los conductores que suministran corriente a un motor individual para una bombas contra incendio, sean de cobre, y su capacidad mínima sea determinada por la multiplicación del total de carga de la corriente nominal, por 125%.

Cuando hay más de un motor asociado con la instalación de una bomba contra incendio, tal como carga de una bomba contra incendio, una bomba de maniobra y cargas auxiliares de la bomba contra incendio, la capacidad mínima del conductor de cobre se debe determinar como sigue: (1) multiplicar individualmente cada corriente a plena carga por 125% y (2) añadir todos los valores en el paso (1) juntos.

Ejemplo:

¿Cuál es la sección mínima de conductor, instalado en un tramo de tubo metálico rígido utilizando aislamiento XLPE, requerido para alimentar una instalación de bomba contra incendio que consiste de lo siguiente?:
1 - bomba contra incendio de 30 HP, 575 V, 3 ∅
1 - bomba de maniobra de 5 HP, 575 V, 3∅
cargas de bomba auxiliar contra incendio de 10 A,
575 V, 3∅

Paso 1: Determinar las corrientes a plena carga de todos los equipos:

Bomba contra incendio de 30 HP	32,0 A
Bomba de maniobras de 5 HP	6,1 A
cargas auxiliares:	10,0 A

Paso 2: Multiplicar cada carga por 125%

Bomba contra incendio de 30 HP	40,0 A
Bomba de maniobras de 5 HP	7,6 A
cargas auxiliares:	12,5 A

Paso 3: Determinar la capacidad mínima del conductor, por adición de todas las cardas juntas del Paso 2.

Bomba contra incendio de 30 HP	40,0 A
Bomba de tensión de 5 HP	7,6 A
cargas auxiliares:	12,5 A
Total	60,1 A

Paso 4: Determinar la sección del conductor
Utilizando la Tabla 2 para una corriente de 60,1 A, sección mínima del conductor es de 16 mm2, (Tabla 2, columna 5).

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 370-202. Esta regla especifica que los conductores que alimentan a las bombas contra incendio deben estar encerrados en metal.

Propósito de la Regla 370-202. (Véanse las Figuras 370-202-1, 370-202-2 y 370-202-3). Las bombas contra incendio por lo regular sólo son provistos en edificaciones grandes y son utilizadas para proporcionar adecuada presión de agua, cuando los sistemas de aspersión y de regulación de agua, y sistemas de mangueras están operando para controlar un incendio.

Las bombas contra incendio aumentan en forma importante la seguridad contra incendio de una edificación y es importante que los conductores que están alimentando dicho equipamiento eléctrico estén protegidos en forma adecuada.

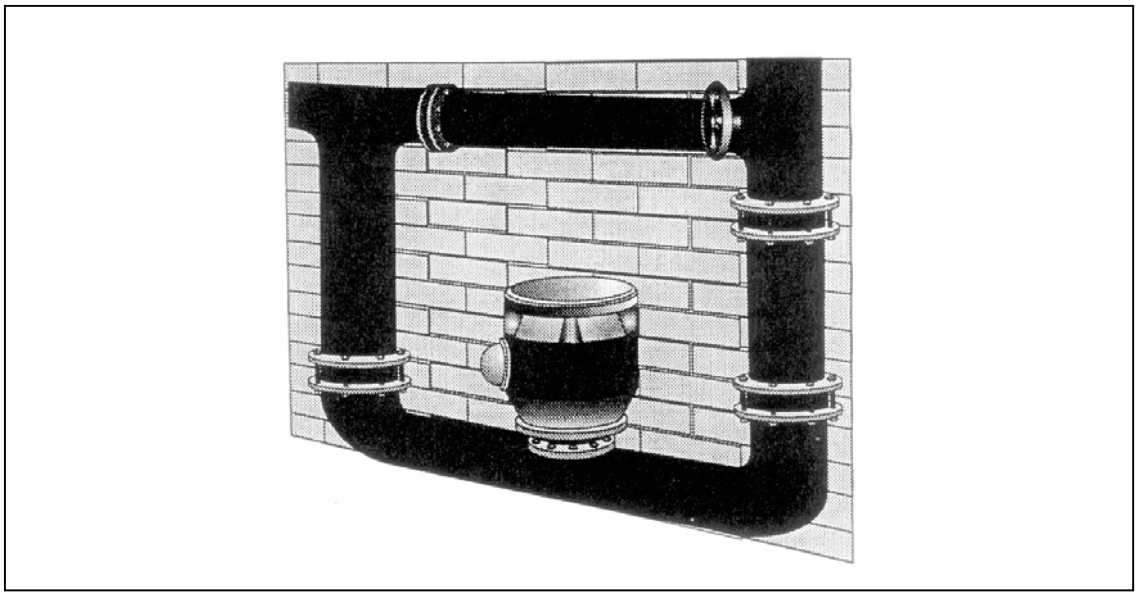


Figura 370-202-1
Bomba Contra Incendio

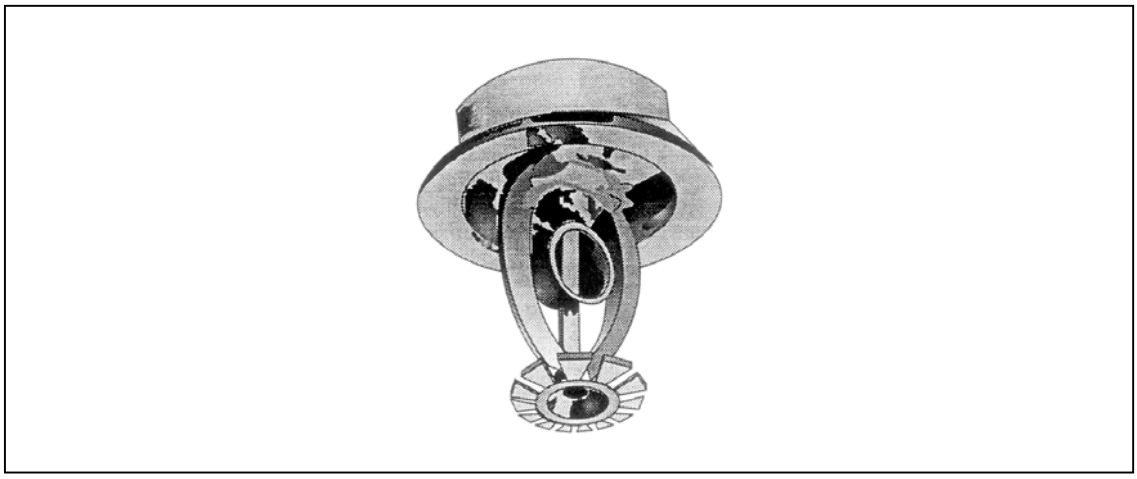


Figura 370-202-2
Cabeza de Aspersor Típica

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

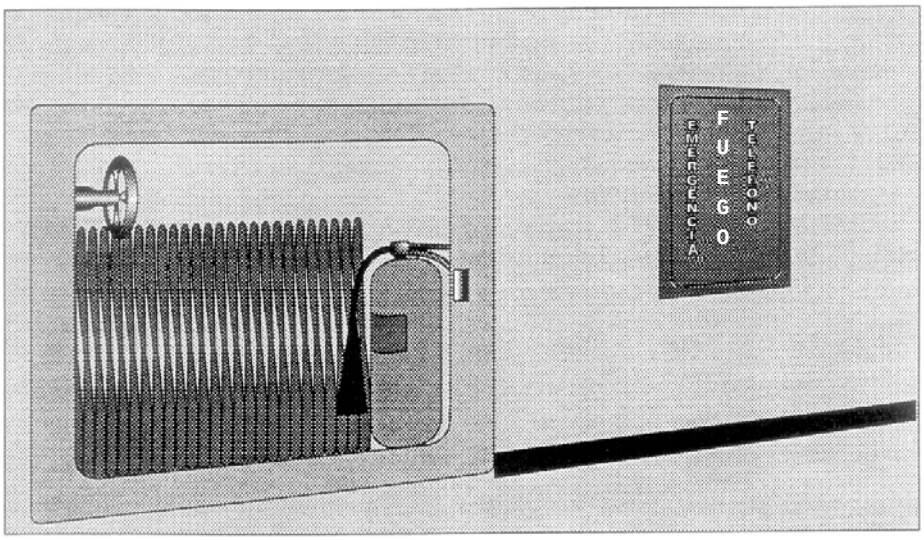


Figura 370-202-3
Gabinete para Manguera

Sustento de la Regla 370-204. Esta regla da los requerimientos para la instalación de una caja de toma separada o independiente, cuando se requiere la instalación de una bomba contra incendio.

Propósito de la Regla 370-204. Es importante, durante una situación de incendio, que la bomba contra incendio opere y que el sistema eléctrico que suministra energía a la bomba contra incendio no sea afectado por fallas que ocurren en otros equipos y sistemas de alambrado en la edificación.

Esto se puede lograr instalando el alambrado en una canalización metálica, e instalando una fuente de energía de reserva o contando con un segundo suministro eléctrico, que por lo regular proviene de un circuito de distribución diferente de aquel que alimenta el servicio principal (véase la Regla 40-102).

Esta segunda caja de suministro eléctrico, se permite que sea ubicada lejos de la caja de suministro eléctrico en el edificio. Esto puede ser necesario debido a que es deseable ubicar la caja de toma o suministro eléctrico cerca del controlador de la bomba contra incendio, o la ubicación del segundo servicio de suministro puede ser diferente al del servicio principal, especialmente si diferentes sistemas de voltaje son suministrados.

En todos los casos, la caja de toma para una bomba contra incendio debe ser marcada o señalizada como que es usada para tal fin. Si hay más de una caja de toma en una edificación, es importante que cada una esté marcada par indicar que hay otra caja de toma, donde está ubicada, y a qué circuitos suministra energía.

Sustento de la Regla 370-206. Es importante que el sistema de bomba contra incendio, sea abastecida con energía eléctrica por un periodo tan largo como sea posible cuando ocurra una condición que requiera su uso. Cuando un lugar requiere

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

energía de emergencia junto con un sistema de bomba contra incendio, el sistema de bomba contra incendio debe ser alimentada ya sea por su suministro de energía normal o el de emergencia, a través de un interruptor de transferencia que ha sido designado para la bomba contra incendio.

Un interruptor de transferencia conecta la bomba contra incendio a la instalación del suministro de energía de emergencia, siempre que haya una interrupción del suministro de energía normal para el sistema de bomba contra incendio.

Propósito de la Regla 370-206. Las instalaciones de bomba contra incendio son muy importantes, como lo es todo esfuerzo que debe hacerse para asegurar la integridad de tal instalación. Cuando un suministro de energía de emergencia se utiliza para el sistema de la bomba contra incendio, se tiene entendido que se debe colocar un interruptor de transferencia etiquetado y aprobado, ubicado ya sea en un compartimiento con tabique separador dentro del sitio del controlador de la bomba contra incendio o en un sitio cerrado, separado y adyacente al controlador de la bomba contra incendio.

Cuando un lugar necesita más de una bomba contra incendio que requiera energía de emergencia, se debe prever que un interruptor de transferencia etiquetado y aprobado debe ser instalado, para cada bomba contra incendio y debe ser ubicado ya sea en un compartimiento con tabique separador dentro del sitio del controlador de la bomba contra incendio, o en lugar cerrado, separado y adyacente al sitio del controlador de la bomba contra incendio.

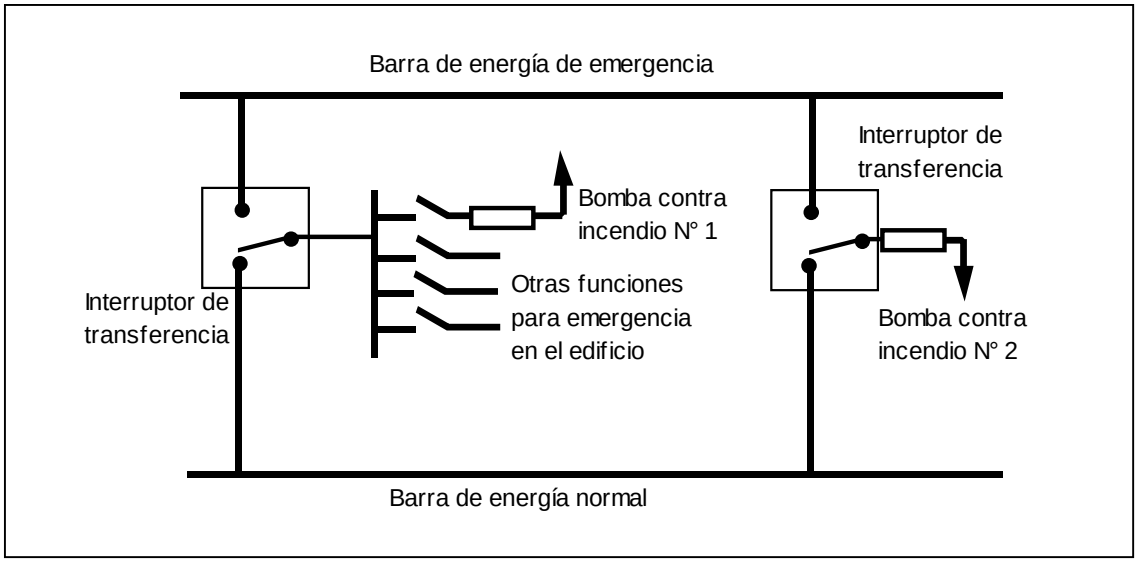


Figura 370-207
Interruptores de Transferencia para Bombas contra Incendio

Sustento de la Regla 370-208. Debido a la importancia de las bombas contra incendio, esta regla hace una excepción en los requerimientos de protección de sobrecorriente.

Propósito de la Regla 370-208. Ya que una bomba contra incendio juega un rol vital en proteger a los ocupantes de grandes edificios, se puede hacer una excepción del grado de protección por sobrecorriente normalmente requerido por la Sección 160.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 370-210. Esta regla permite que la bomba contra incendio opere tanto tiempo como sea posible, omitiendo la protección de sobrecarga o recalentamiento.

Propósito de la Regla 370-210. Si la bomba contra incendio está operando, probablemente haya un fuego que tiene que ser sofocado y aún si esto significa recalentar la bomba, ésta debe mantenerse trabajando el mayor tiempo posible.

Sustento de la Regla 370-212. Esta regla prohíbe la protección contra fallas a tierra en un circuito derivado para la bomba contra incendio.

Propósito de la Regla 370-212. Tan importantes como son las protecciones contra falla a tierra, sobrecarga y recalentamiento; es más importante aún mantener una bomba contra incendio, trabajando por tiempo tan largo como sea posible durante un incendio. Mientras que los sistemas de aspersión están operando o los bomberos están usando líneas de mangueras conectadas a reservorios de agua, el agua podría causar corrientes de fuga en el alambrado asociado con las bombas contra incendio. Si los circuitos derivados tuviesen protección contra falla a tierra, la energía que alimenta a la bomba contra incendio podría ser interrumpida.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 380

INSTALACIONES EN TÚNELES

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento y Propósito de la Regla 380-000. Esta regla es importante por cuanto identifica a las instalaciones y equipo eléctrico, mayores de 600 V, en cuanto a su uso en túneles. Estos equipos pueden ser portátiles, móviles o ambos, tales como subestaciones, remolques, palas mecánicas, excavadoras, grúas, taladros, dragas, compresores, bombas, transportadores, excavadoras subterráneas y similares.

Los requerimientos de esta Sección son complementarios o modificatorios de los requerimientos generales de este Código, tales como las Secciones del 010 al 100. Sin embargo se debe prestar especial atención a la Sección 060, Puesta a Tierra y enlace equipotencial.

Todos los conductores, cables y canalizaciones deben protegerse contra daños físicos, para lo cual se establece que deben ser instalados por encima del piso.

Sustento y Propósito de la Regla 380-002. Para prevenir recalentamiento de las conductores ya sea por sobrecarga o fallas, los circuitos de los equipos accionados por motor y los de transformadores deben protegerse contra sobrecorriente, de acuerdo con la Sección 080 Protección y Control, y deben estar de acuerdo a las prescripciones establecidas en la Sección 160, Motores y generadores.

Sustento y Propósito de la Regla 380-004. Los conductores mayores de 600 V en túneles deben instalarse de acuerdo a los métodos indicados en la Sección 380 del Código.

Sustento y Propósito de la Regla 380-006. La conexión equipotencial y los conductores de puesta a tierra de equipos (conductor de protección), deben ser puestos a tierra efectivamente y deben enlazarse equipotencialmente a todas las tuberías metálicas y a los rieles, en intervalos no mayor a 300 m, en todo el largo del túnel. Para hacer la puesta a tierra debe de tomarse en cuenta la Sección 060 del Código, Puestas a Tierra y Enlace Equipotencial.

Sustento y Propósito de la Regla 380-008. Los transformadores, interruptores, controladores de motores, motores, rectificadores y todos los demás equipos eléctricos, con sus respectivos accesorios, instalados en el túnel, deben protegerse de daños físicos haciendo uso de guardas o barreras protectoras que impidan que tales equipos sean dañados.

Sustento y Propósito de la Regla 380-010. Las partes activas o energizadas, tales como los terminales desnudos de los transformadores, interruptores controles de motores o de otros equipos, deben de ser cubiertos o encerrados, de modo no sea posible algún contacto eléctrico accidental.

Sustento y Propósito de la Regla 380-012. El control del sistema de ventilación debe permitir que el flujo de aire en el túnel pueda invertirse, cuando sea requerido.

Sustento y Propósito de la Regla 380-014. Cada transformador o motor, debe de ser provisto con un dispositivo de maniobra que permita abrir simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra o conductores activos. Los medios de desconexión deben satisfacer los requerimientos de las Secciones 080, 150 y 160del Código.

Sustento y Propósito de la Regla 380-016. A fin de que las instalaciones y el equipo eléctrico ubicados en el interior de túneles, en los cuales están propensos a goteo o rociado de agua, y dependiendo de las condiciones de trabajo, las cubiertas deben ser a prueba de agua, a prueba de intemperie o sumergibles. Debe tomarse en cuenta la Sección 100, en la parte concerniente a la Regla 100-100 Protección Contra Agentes Externos.

Sustento y Propósito de la Regla 380-018. Cuando el túnel sea accesible al público, o cuando los trabajadores deban entrar a la estructura para instalar, operar o dar mantenimiento a las instalaciones dentro del mismo, el diseño debe proporcionar un ambiente seguro controlado incluyendo, donde sea necesario, barreras, detectores, alarmas, ventilación bombas y dispositivos de seguridad adecuados para todas las instalaciones.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 390

CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Alcance

Sustento de la Regla 390-000. Esta Sección es muy importante debido a que identifica el equipo eléctrico en una edificación, estructura o local, en los cuales son de aplicación los requerimientos de la Sección 390. Ésta indica que también son de aplicación los requerimientos de las reglas generales del Código, esto es, las Secciones 10 a 90 y 150**,** pero que los requerimientos de la Sección 390 pueden enmendar o añadir a ellas u otros, donde sea necesario. Los cables de fibra óptica son con frecuencia instalados para el control o supervisión de sistemas eléctricos. En otras aplicaciones, el cable de fibra óptica puede, bajo ciertas condiciones, ser colocado adyacente a los conductores o equipo de otros tipos de sistemas eléctricos. Pueden surgir peligros de descarga eléctrica o de incendio, de cualquiera de los tipos de cable de fibra óptica que sea instalado (por ejemplo los componentes físicos del cable) o de los sistemas eléctricos adyacentes.

Propósito de la Regla 390-000. Se tiene el propósito de que los cables de fibra óptica colocados adyacentes a otros tipos de sistemas eléctricos pueden ser instalados de acuerdo con los requerimientos del Código, de tal manera que no produzcan o contribuyan a un peligro de incendio o descarga eléctrica.

Generalidades

Sustento de la Regla 390-100. Definiciones de las palabras, términos y derivaciones de los mismos son ubicados generalmente en la Sección 010. Una definición de una palabra o un término que tiene el propósito de ser aplicada sólo en una Sección, se ubica en la Sección correspondiente. Las funciones de control, señalización y comunicaciones, normalmente llevadas a cabo por los conductores eléctricos, ahora pueden ser ejecutadas por un cable de fibras ópticas. Estas fibras transmiten patrones de luz modulada que están codificados y decodificados por equipos terminales. Las fibras ópticas no transmiten tensión eléctrica, ni están afectadas por contacto o inducción eléctrica.

Propósito de la Regla 390-100. Los cables de fibra óptica, como se refiere en esta Sección, son a aquellos cables cuyas fibras componentes consisten de materiales que transmiten luz modulada. El término cable de fibra óptica puede ser agrupado en tres tipos, como se indica en la Regla 390-102.

Sustento de la Regla 390-102. Es importante distinguir entre los cables de fibra óptica no conductivos que no tienen un peligro de descarga eléctrica, y los cables del tipo conductivo, que pueden presentar un peligro potencial de descarga eléctrica, cuando a los elementos conductivos llegan a ser energizados a través de contactos accidentales con conductores eléctricos, inducción de energía, fallas, u otras situaciones similares.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 390-102. (Véanse las Figuras 390-102(a)-1, (a)-2 y (c)). Hay tres tipos básicos de cables de fibra óptica. Un cable no conductivo consiste exclusivamente de fibras ópticas y una chaqueta exterior, donde ninguna de las cuales son eléctricamente conductivas. Un cable de fibra óptica conductivo contiene los componentes de un cable no conductivo y un elemento conductivo que no es diseñado para transportar una corriente eléctrica pero que puede conducir corriente eléctrica. Un cable híbrido consiste de un ensamblaje de fibras ópticas bajo el mismo forro conteniendo conductores de otro sistema eléctrico, tal como conductores de fuerza, conductores de Clase 1 o de Clase 2, conductores de comunicación, u otros.

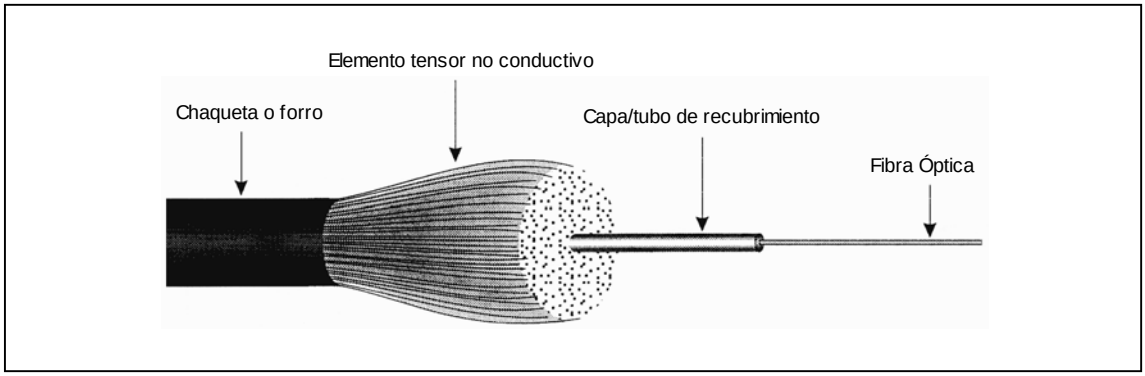


Figura 390-102(a)-1
Cable de Fibra Óptica No conductiva

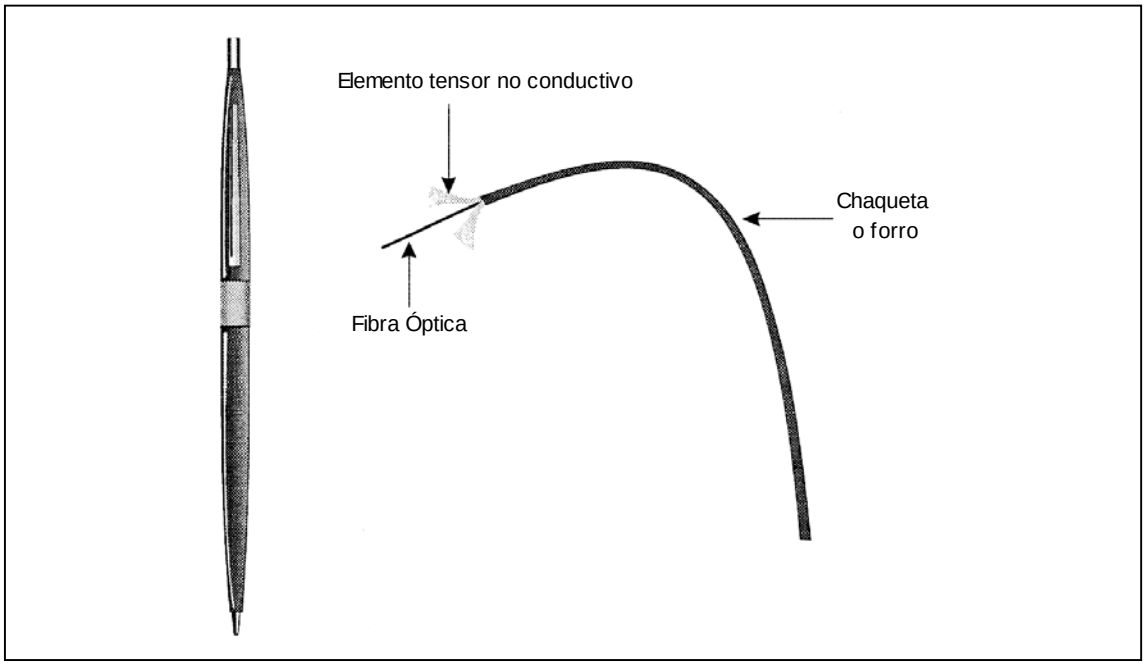


Figura 390-102(a)-2
Comparación de Tamaños de Cable de Fibra Óptica No Conductiva

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

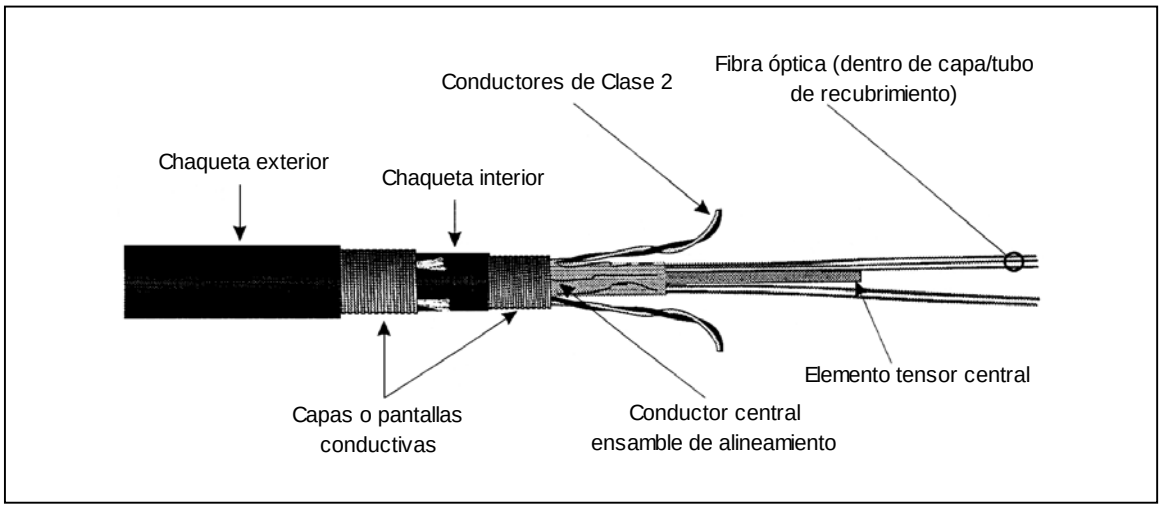


Figura 390-102 (c)
Cable de Fibra Óptica Conductivo Híbrido (Con Conductores de Clase 2)

Sustento de la Regla 390-104. Bajo ciertas condiciones de operación, los cables de fibra óptica pueden estar sujetos a energías eléctricas que puede representar riesgo potencial de incendio y descarga eléctrica. Los cables de fibra óptica deben diseñarse y probarse para que minimicen cualquier riesgo potencial para los usuarios finales.

Propósito de la Regla 390-104. Para minimizar los peligros potenciales, se tiene el propósito que todos los cables de fibra óptica colocados dentro de un edificio deben ser de los tipos especificados en la Tabla 19, para minimizar la posibilidad de descarga eléctricas y peligros de incendio. Los cables de fibra óptica que están ubicados en la parte exterior de un edificio no necesitan ser aprobados pero deben ser adecuados para ser instalados a la intemperie.

Sustento de la Regla 390-106. Donde una empresa de servicio de electricidad o de comunicaciones instala cables de fibra óptica como parte de su red, la instalación eléctrica es ejecutada por personas especialmente capacitadas y calificadas. Este Código también reconoce que las funciones de las empresas de servicio de electricidad y comunicaciones en el área de concesión, en su rol como una empresa concesionaria, están exceptuadas de la inspección.

Propósito de la Regla 390-106. Donde la empresa de servicio de comunicaciones instala cable de fibra óptica como parte de su red de operación, el propósito es que la instalación no requiera ser inspeccionada.

Métodos de Instalación

Sustento de la Regla 390-200. Los sistemas no eléctricos deben estar separados de los sistemas eléctricos con el propósito de seguridad. No obstante, donde cables de fibra óptica no conductivos sean utilizados para el control o supervisión de un sistema eléctrico, se permite que los cables de fibra óptica estén junto con los conductores eléctricos, siempre y cuando se sigan todas las otras reglas estipuladas en el Código; por ejemplo, cuando los cables de fibra óptica son colocados en canalizaciones o conductos eléctricos, éstos deben ser calculados como parte de un llenado total de la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

canalización o conducto eléctrico. Juzgando por experiencia pasada tanto en Canadá como en los Estados Unidos, 750 V parece ser el nivel de tensión máximo seguro, para uso en general en sitios cerrados o conductos eléctricos que incluyen tanto cables de fibra óptica no conductivos y conductores eléctricos. Para locales industriales, ha sido demostrado recientemente que las personas que están familiarizadas con procedimientos y tensiones de operación más altas, pueden trabajar con seguridad con conductores y equipo eléctrico cuyos límites exceden 750 V .

Propósito de la Regla 390-200. Se tiene el propósito de que los cables de fibra óptica no conductivos que sirven para diversas funciones, no sean colocados en canalizaciones o conductos eléctricos, gabinetes, paneles o cubiertas similares, que contienen conductores o terminales de circuitos de alumbrado, energía o de Clase 1.

No obstante, los cables de fibra óptica “asociados funcionalmente” con circuitos de alumbrado, fuerza o de Clase 1, que opera a 750 V o menos, pueden ser colocados en la misma canalización o conducto eléctrico, cajas de salida, gabinetes, paneles y lugares cerrados similares; junto con los conductores de estos circuitos eléctricos. El término “asociados funcionalmente” implica que los cables de fibra óptica están relacionados directamente con el control o señalización del circuito eléctrico involucrado.

Los cables de fibra óptica no conductivos pueden también ser ensamblados en fábrica, junto con otros tipos de circuitos eléctricos. No obstante, cuando se permite que cables de fibra óptica no conductivos ocupen canalizaciones o conductos eléctricos o lugares con conductores de otros circuitos eléctricos, se tiene el propósito que se apliquen los correspondientes requerimientos del Código, tales como la cantidad máxima de conductores en canalizaciones o conductos eléctricos.

La Subregla (3) reconoce que en locales industriales donde las instalaciones eléctricas son ejecutadas y mantenidas por personas calificadas, los cables de fibra óptica no conductivos pueden ser colocados en una canalización o conducto eléctrico, un gabinete, paneles u otros lugares cerrados que contienen circuitos asociados funcionalmente que exceden 750 V .

Sustento para las Reglas 390-202(1) y (2). Los cables de fibra óptica conductivos no están diseñados para transportar corriente eléctrica. Se considera seguro colocar estos cables conductivos en las mismas canalizaciones o conductos eléctricos de circuitos de Clase 2, comunicaciones, distribución de antena comunitaria, o conductores de radio y televisión; ya que cualquier peligro de descarga eléctrica que pudiera surgir en este tipo de sistema eléctrico es usualmente considerado en el diseño del cable/conductor eléctrico. No obstante, no se permite que cables de fibra óptica conductivos sean colocados en la misma canalización o conducto eléctrico o cubiertas con conductores de circuitos alumbrado, fuerza o de Clase 1; ya que los aislamientos y forros de los cables de fibra óptica pueda que no sean compatibles con la capacidad nominal de los conductores eléctricos. En los componentes conductivos del cable de fibra óptica la energía puede activarse rápidamente a través de un contacto accidental con sistemas eléctricos y puede representar un peligro de incendio o de descarga eléctrica a personal no calificado que pueda manipular la fibra óptica.

Propósito para las Reglas 390-202(1) y (2). (Véase la Figura 390-202). Se permite que los cables de fibra óptica sean colocados en canalizaciones o conductos eléctricos que contienen conductores de Clase 2, circuitos de comunicaciones, distribución de antena comunitaria o radio y televisión, sin importar cual sea la función del cable de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

fibra óptica. No obstante, bajo ninguna circunstancia un cable de fibra óptica debe ser colocado en el mismo conducto eléctrico, caja de salida, gabinete, panel o cubiertas similares; con los circuitos de alumbrado, de fuerza o de Clase 1. La razón para esto es que los aislamientos y tensiones nominales de los respectivos cables pueden no ser compatibles, y podría subsecuentemente darse la condición de riesgo de que se presenten descargas eléctricas en el sistema de fibra óptica, que no está diseñado para los niveles de tensión / corriente y requerimientos de seguridad.

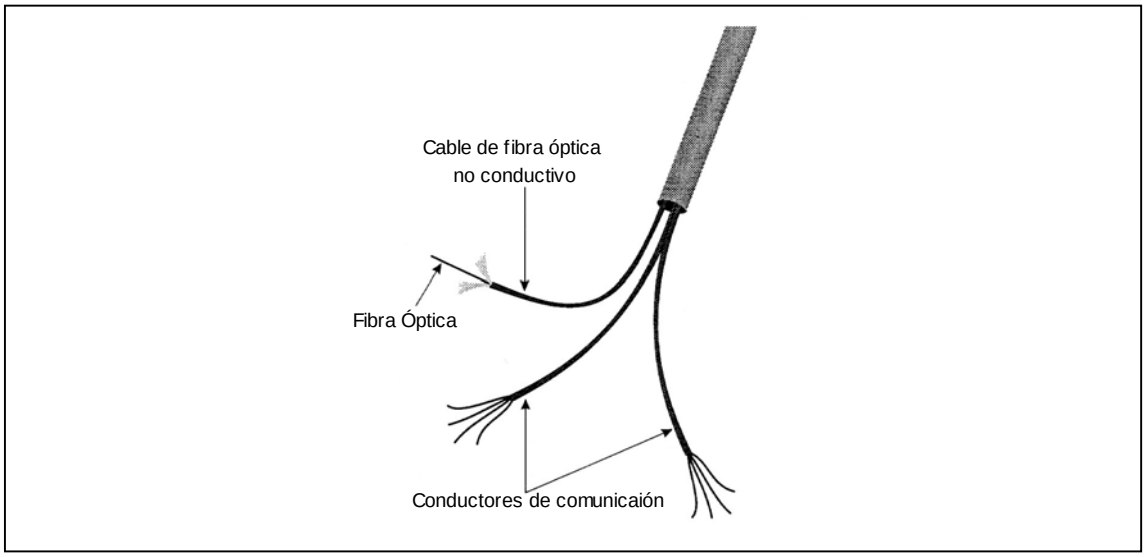


Figura 390-202
Cable de Fibra Óptica No conductivo y Conductores de Comunicación en una Canalización Compartida

Sustento para las Reglas 390-202(3) y (4). Aunque en los cables de fibra óptica conductivos se puede presentar la energía en forma accidental, el sistema por el cual sucede esto determina el grado de seguridad que está involucrado. Compartir un gabinete o un lugar cerrado similar entre el cable de fibra óptica conductivo y terminales eléctricos de circuitos de la Clase 2, comunicaciones, distribución de antena comunitaria, o radio y televisión; se considera que es seguro, siempre y cuando el cable de fibra óptica conductivo esté relacionado directamente con el circuito eléctrico que se encuentra en la misma cubierta. Los conductores y cables que son ensamblados en fábrica, en la misma cubierta son aceptables, ya que dicho equipo eléctrico es construido con las normas aplicables al producto, y por lo tanto se considera que minimiza la posibilidad de incendio eléctrico y peligros de descarga eléctrica. En todos los casos, es esencial que cada elemento conductivo del ensamblaje del cable que no transporta corriente, esté conectado a tierra en forma apropiada para asegurar que se prevenga en forma segura, que accidentalmente se presente en él la energía.

Propósito de las Reglas 390-202(3) y (4). En general, no se permite que cables de fibra óptica conductivos sean colocados en un gabinete, panel, caja de salida, u otro tipo similar de cubierta, que se usa también para cubrir los terminales eléctricos de circuitos de Clase 2, comunicaciones, distribución de antena comunitaria, o radio y televisión. No obstante, como una excepción, donde los cables de fibra óptica conductiva son “asociados funcionalmente” con un circuito de Clase 2, comunicación, distribución de antena comunitaria, o radio y televisión; los conductores pueden ser colocados en el mismo gabinete, panel, o cubierta similar a los de aquellos circuitos. El

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

término “asociado funcionalmente” implica que los cables de fibra óptica están relacionados directamente al control o señal del circuito involucrado. Se tiene el propósito de que todos los componentes que no transportan corriente de un cable de fibra óptica sean puestos a tierra de acuerdo con las reglas generales de la Sección 060, para asegurar que cualquier tensión que se presente sobre dichos componentes será transferida con seguridad a tierra.

Sustento de la Regla 390-204. Donde las fibras ópticas y conductores eléctricos están colocados dentro del mismo cable híbrido, la tensión máxima permisible sobre los conductores eléctricos es 750 V . De acuerdo a experiencias tanto en Canadá como en los Estados Unidos, 750 V aparentemente es el nivel máximo seguro de tensión para aplicaciones generales. Es también esencial que las fibras ópticas dentro de un cable híbrido estén relacionadas directamente con la función del circuito eléctrico dentro del cable, para mantener un grado razonable de seguridad. Si se permite el uso de las fibras ópticas en un cable híbrido para cualquier otro propósito que el de señalización o control del sistema eléctrico o circuitos dentro del mismo cable híbrido, las personas encargadas de las fibras ópticas pueden no estar capacitadas apropiadamente en relación a la seguridad o peligros involucrados con otros sistemas. Ya que los requerimientos del Código para los diversos tipos de conductores se desarrollan de la experiencia de los requerimientos de seguridad, cualquier cable híbrido consistente de un tipo de conductor eléctrico puede ser instalado de acuerdo con las reglas del Código, para dicho tipo específico.

Propósito de la Regla 390-204. El propósito es permitir las fibras ópticas dentro del mismo cable híbrido que contiene conductores de un sistema eléctrico, siempre y cuando sea permitido por el Código, la tensión máxima de los conductores eléctricos, no deben exceder 750 V . También se tiene el propósito que las fibras ópticas estén involucradas directamente con la supervisión, control o señalización de los conductores eléctricos dentro del mismo cable híbrido, y no ser utilizadas para cualquier otra función.

Para los propósitos de instalación eléctrica, los cables híbridos deben ser clasificados de acuerdo con el tipo de conductores de circuito eléctrico dentro del cable (por ejemplo, alumbrado, circuito de Clase 1, comunicaciones, alarma contra incendio) y debe ser instalado con las reglas del Código aplicables, para tal tipo de circuito eléctrico en particular.

Sustento de la Regla 390-206. Cualquier instalación que atraviesa un tabique antifuego, debe ser hecha de tal manera que la integridad de la separación se mantenga y que la llama no puede extenderse de un lado a otro a través de la instalación que atraviesa el tabique antifuego.

Propósito de la Regla 390-206. Se tiene el propósito que ninguna introducción de un cable de fibra óptica a través de una estructura construida o ensamble diseñado para actuar como separador o tabique antifuego, debe ser ejecutada de acuerdo a lo indicado en la Regla 20-124, para poder reducir la posibilidad de que se extienda el fuego a través de la zona por donde se introduce la fibra óptica.

Sustento de la Regla 390-208. Los sistemas colocados dentro de un pozo vertical deben ser instalados en forma tal, que minimicen cualquier potencial incendio o propagación de fuego.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 390-208. Se tiene el propósito de que cables de fibra óptica ubicados en un pozo vertical sean instalados en una canalización o conducto eléctrico no combustible (por ejemplo, tubería metálica eléctrica), sin ninguna porción de cable expuesta salvo que esté de acuerdo con los requerimientos respecto a la no propagación de fuego, de la normatividad correspondiente.

Sustento de la Regla 390-210. De acuerdo con las reglas generales del Código, las instalaciones de conductores en un edificio deben considerar los aspectos de no propagación de fuego, como se indica en las Reglas 070-010 y 20-126. Se debe poner atención especial a los lugares donde se coloca el cable y la posible propagación del fuego dentro de un ducto o cámara de ventilación. En general, cuando se permite que se coloque cables expuestos en un ducto o cámara de ventilación, éstos deben tener una capacidad nominal para soportar el fuego de FT4, o estar totalmente encerrados en una canalización o conducto eléctrico no combustible.

Propósito de la Regla 390-210. Se tiene el propósito de que los cables de fibra óptica sólo se coloquen en aquellos tipos de ductos y cámaras de ventilación, que se permiten en la Regla 070-010, y que cuando los cables pueden ser instalados en un ducto o cámara de ventilación, el cable esté de acuerdo con los requerimientos de no propagación de fuego de la Regla 020-126

Sustento de la Regla 390-212. Las canalizaciones o conductos del tipo no eléctrico (por ejemplo tubería de agua de plástico) no deben ser utilizadas para la instalación de cables de fibra óptica. En el caso de cables de fibra óptica conductivos, esto podría llevar a un problema potencial de propagación de fuego. También es preocupante que otros tipos de conductos eléctricos no aprobados, puedan ser instalados inmediatamente adyacentes a sistemas de energía, donde se usan fibras ópticas para el control o supervisión de dichos sistemas.

Propósito de la Regla 390-212. Cuando una canalización es instalada para cubrir cables de fibra óptica de cualquier tipo, dicha canalización debe ser aprobada y que la canalización aprobada sea instalada de acuerdo con todos los requerimientos aplicables de la Sección 070.

Sustento de la Regla 390-214. Cuando un cable de fibra óptica conductivo es expuesto a descargas o contacto accidental con otros sistemas eléctricos, los elementos metálicos del cable que no conducen la corriente pueden quedar energizados. A su turno, el fuego y los riesgos de descarga eléctrica pueden aparecer dentro del edificio vía estos componentes conductores.

Propósito de la Regla 390-214. El propósito es que todos los cables de fibra óptica que entran a edificaciones están expuestas a descargas o contacto accidental, y deben tener todos los componentes conductivos puestos a tierra. El enlace debe ser realizado tan cerca como sea posible al punto de entrada a la edificación. Una Nota del Anexo B explica el punto de entrada de cable en una edificación.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 400

PARQUES PARA CASAS MÓVILES Y VEHÍCULOS RECREACIONALES

Alcance y Aplicación

Sustento y Propósito de la Regla 400-000. Esta regla es de mucha importancia, debido a que identifica el equipo eléctrico en una edificación, estructura o local en los que se aplica los requerimientos de la Sección 400. Indica que las reglas generales del Código, esto es, Secciones del 010 al 090 y 150, también se aplican, pero los requerimientos de la Sección 400 pueden ser enmendados o añadidos donde sea necesario.

General

Sustento y Propósito de la Regla 400-100. Los servicios para los parques para casas móviles y vehículos recreacionales no son distintos de cualquier instalación eléctrica residencial, así que se tiene el propósito de que dichos servicios se instalen como se requiere en la Sección 040.

Sustento y Propósito de la Regla 400-102. (Véase la Figura 400-102). Los conductores de servicio o acometidas y los alimentadores, deben tener la suficiente capacidad para el uso para el cual están diseñados. Se tiene el propósito de distinguir entre conductores utilizados en las acometidas y alimentadores, en parques de casas móviles; de aquellos que son usados en los parques de vehículos recreacionales. Los requerimientos de las Reglas 050-200 y 050-202 se aplican a los conductores de servicio (acometidas) y de alimentación de los parques de casas móviles; mientras que la Subregla (2), basada en la capacidad nominal de los tomacorrientes, se aplica a los parques de vehículos recreacionales.

Sustento y Propósito de la Regla 400-104. Se tiene el propósito de que los alimentadores para la distribución del parque, sean instalados de acuerdo con los requerimientos para los conductores de servicio o acometida de la Sección (040) u otros métodos de alambrado aceptables. Sólo se permite los métodos de alambrado para los alimentadores que normalmente son aceptables para uso de acometidas.

Sustento de la Regla 400-106. Los lotes para los vehículos recreacionales puede servir a muchos tipos de unidades a lo largo del tiempo. Esta regla asegura que cualquier problema afectará sólo la unidad en la cual se presenta el problema.

Propósito de la Regla 400-106. Se tiene el propósito de asegurar que cada tomacorriente para un lote de vehículo recreacional, tenga su propio dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado, y un medio de desconexión en un lugar accesible

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

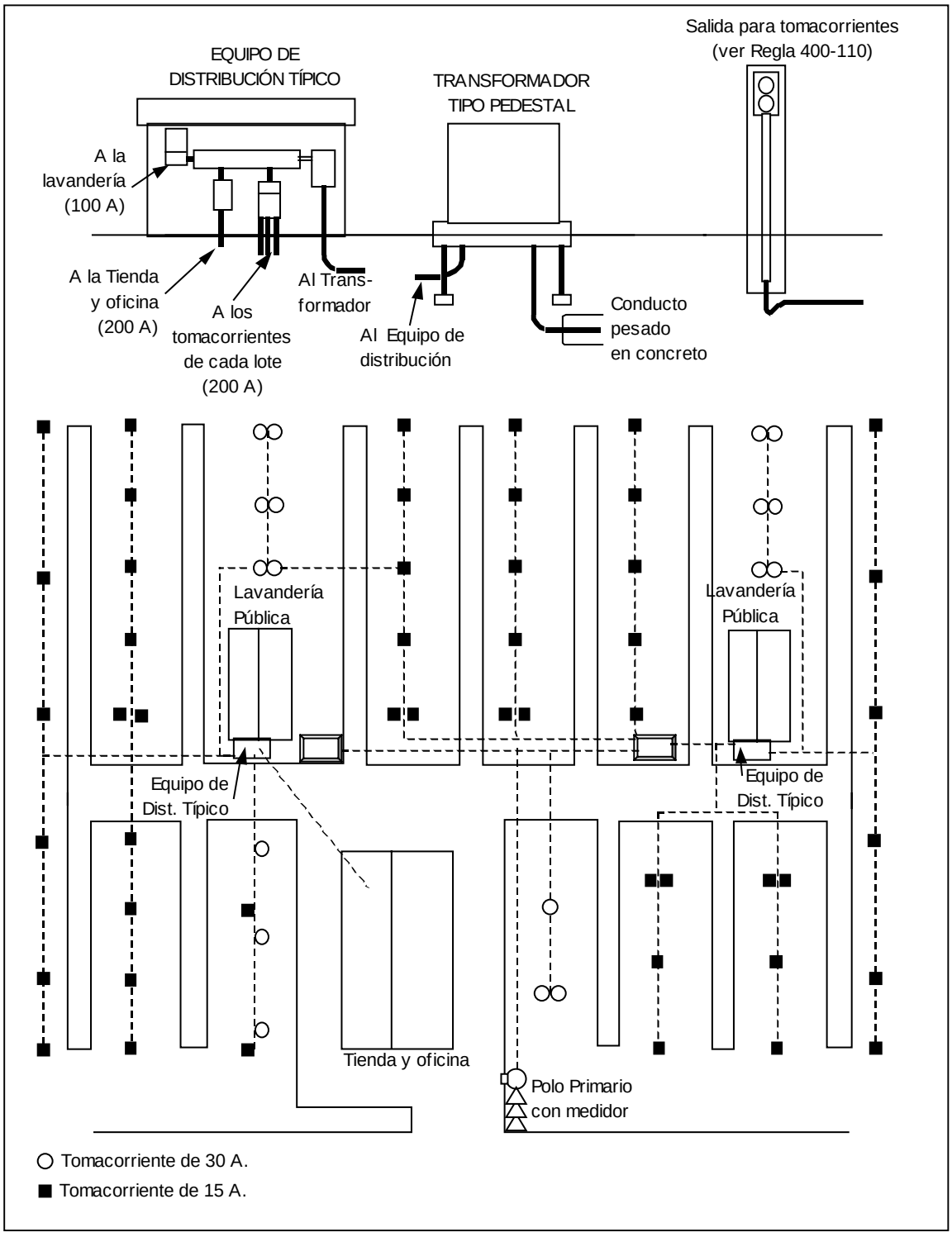


Figura 400-102
Parque Típico para Vehículos Recreacionales

Sustento y Propósito de la Regla 400-108. Se tiene el propósito de que cada lote para casa móvil esté provisto de medios de desconexión completa, con protección frente a sobrecorrientes, que no exceda la capacidad nominal del equipamiento. Los

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

medios de desconexión deben estar en lugar accesible y, si se instalan en el exterior debe ser ubicados en construcción cerrada a prueba de intemperie.

Sustento de la Regla 400-110. Esta regla permite la conexión de vehículos recreacionales sin adaptadores especiales. La posición de la ranura de puesta a tierra -U fue añadida porque el peso de algunos cordones puede ser sostenidos en forma más firme por esta horquilla.

Propósito de la Regla 400-110. Se tiene el propósito de proporcionar a los operadores del parque y al fabricante, un nuevo requerimiento para ciertos tipos de tomacorrientes que deben ser comunes para todas las instalaciones (Ver Diagrama 1 para los tomacorrientes del tipo 6-15R y 16-50R).

Sustento y Propósito de la Regla 400-112. Se tiene el propósito de asegurar que los cordones para el suministro de energía para casas móviles y vehículos recreacionales no sean mal utilizados o sujetos a daño por uso durante un largo periodo de tiempo.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 410

PROTECCIÓN CATÓDICA

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 410-000. Esta regla introductoria de la Sección es muy importante ya que indica que las reglas generales del Código, esto es, las Secciones de la 010 a la 090 y la 150, también se aplican, pero que los requerimientos de la Sección 410 pueden enmendar o añadirse donde sea necesario.

Se puede retardar o prevenir la corrosión de sistemas de tubería de metal enterradas, pilotes de acero y otras estructuras subterráneas de metal, aplicando o imponiendo una pequeña tensión de corriente continua o directa, en el metal que deseamos proteger, haciéndolo ligeramente negativo a la tierra que lo rodea. En otras palabras se convierte en una especie de cátodo, siendo esta la razón del término “protección catódica”. Por lo regular, las tensiones son tan bajas y las corrientes tan pequeñas que no se crea ningún peligro eléctrico. No obstante, conforme los sistemas de protección se hacen más grandes, las tensiones y las corrientes pueden alcanzar niveles que podrían ser peligrosos, si es que el sistema de protección catódica no está apropiadamente instalado y mantenido. Debido a que la protección catódica ha sido tan efectiva para la protección de metales enterrados, se ha usado en forma amplia en la industria del petróleo y oleoductos. Esto ha hecho surgir la preocupación que si el conductor de corriente directa se rompiese en una zona de riesgo, el arco resultante podría inflamar el material peligroso y causar una explosión. De acuerdo con ello, se imparten reglas para proporcionar un nivel aceptable de seguridad, para las instalaciones eléctricas de los sistemas de protección catódica.

Propósito de la Regla 410-000. (Véase la Figura 410-000). Se tiene el propósito de proveer una instalación eléctrica segura, de sistemas de protección catódica; en particular instalaciones que están ubicadas en zonas peligrosas.

Sustento de la Regla 410-002(1). Si se aplican todos los requerimientos de la Sección 070, en particular la Regla 070-12, se encuentra que sería difícil, si no imposible, instalar algunos sistemas de protección catódica. El metal que se desea proteger pueda que no esté enterrado a una profundidad que podría permitir a los conductores de corriente directa estar lo suficientemente profundos para estar de acuerdo con la Tabla 53. Una segunda razón para que haya excepciones en los requerimientos para enterrar profundamente es que, la tensión de los conductores de protección catódica de corriente continua, es por lo regular no lo suficientemente alta como para constituir un riesgo de electrocución a cualquiera que inadvertidamente podría ponerse en contacto con ellos, mientras se hace una excavación.

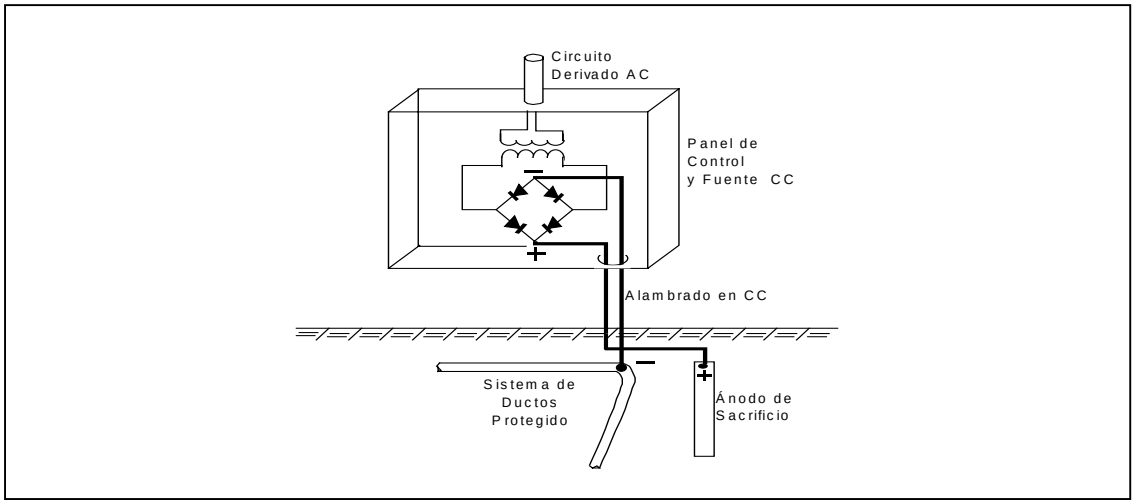


Figura 410-000
Protección Catódica

Propósito de la Regla 410-002(1). Se tiene el propósito de proteger los conductores de corriente directa que están ubicados bajo tierra, ya sea por entierro profundo o con cubierta mecánica, pero se debe reconocer que la profundidad de soterramiento no debe ser tan profunda, como para los conductores que operan con tensiones que constituyen un riesgo serio de electrocución.

Sustento de las Reglas 410-002(2) y (3). Aunque la tensión en la mayor parte de los sistemas de protección catódica, no es lo suficientemente alta para constituir un riesgo de descarga o electrocución, sin embargo puede haber suficiente corriente fluyendo en los conductores para producir un arco que podría iniciar alguna ignición en un lugar peligroso. Por lo tanto, se encuentra necesario instalar el alambrado de corriente continua como es requerido por las Secciones 110 y 120 de este Código. No obstante, debido a que la porción subterránea del conductor de corriente continua esta operando a un potencial cercano al suelo, se espera que no se produzca un arco en el subsuelo que podría tener suficiente energía para causar fuego. En consecuencia, no es necesario que tales conductores sean considerados que están ubicados en zonas peligrosas, siempre y cuando estén protegidos en la zona donde emergen del suelo, y siempre y cuando se utilicen conductos eléctricos sellados para proteger a estos conductores, como se requiere en ubicaciones peligrosas de Clase I, para prevenir la migración de gases.

Propósito para las Reglas 410-002(2) y (3). (Véase la Figura 410-002). No se hacen excepciones a los requerimientos de las Secciones 110 y 120 del Código, para el alambrado en lugares peligrosos, excepto para conductores que se colocan bajo tierra. No obstante, se debe tener cuidado de proteger aquellos conductores enterrados, sobretodo en la zona donde emergen del suelo y se debe prevenir la migración de gases, sellando los conductos en dicho punto.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

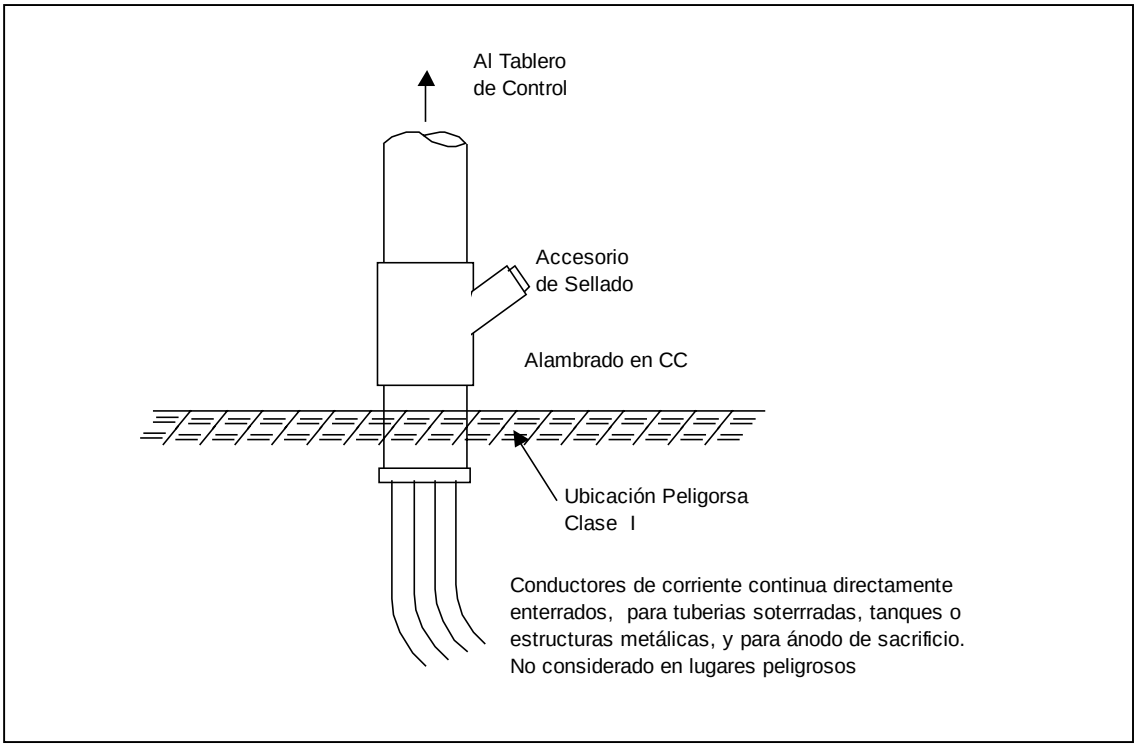


Figura 410-020
Conductores de Corriente Directa en Ubicaciones Peligrosas

Sustento de la Regla 410-004. Una rotura en un conductor de corriente directa de un sistema de protección catódica puede no ser detectado por algún tiempo. Aunque dicha rotura no resulta en una apertura u otra mayor rotura del conductor, no habrá protección contra la corrosión hasta que la rotura haya sido reparada. Si la rotura no se detecta por algún tiempo, la corrosión resultante podría ser seria. Por lo tanto no se debe usar conductores de secciones muy pequeños para estos circuitos, aún cuando la corriente en sí puede ser muy baja. En sistemas más grandes, donde se encuentran grandes corrientes, se seleccionan los conductores que tienen la capacidad apropiada. Es importante seleccionar un conductor que sea adecuado para la ubicación y la condición de la instalación. Debido a que los circuitos de instrumentación no son esenciales para la protección contra la corrosión y debido a que puede ser difícil instalar conectores grandes a algunos instrumentos, se permite el uso de conductores más pequeños que 4,0 mm^2 para circuitos que realmente no transportan la corriente de protección catódica.

Propósito de la Regla 410-004. Se tiene el propósito de que los conductores que proveen la protección catódica no sean solamente lo suficientemente grandes para transportar la corriente, sino que deben ser lo suficientemente fuertes para que no se rompa o dañe con facilidad.

Sustento de la Regla 410-006. Los conductores que transportan la corriente desde el rectificador hasta la tubería de metal u otro metal que se desea proteger, deben estar aislados de tierra, para que puedan llevar el polo negativo al punto donde se requiera la protección. Si el conductor es expuesto a la tierra en algún punto antes de llegar a la estructura que se trata de proteger, podría en realidad invertirse el ánodo y cátodo; y la corrosión se aceleraría en vez de inhibirse. Además, los conductores pueden

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

corroerse por exposición a la humedad. Por lo tanto, se debe tomar cuidado especial para que los empalmes en el conductor, las derivaciones y las conexiones de las tuberías, tanques y otras estructuras estén hechas en forma segura y que estén selladas contra la humedad. Se debe dejar un margen de la derivación del conductor bajo tierra, debido a que con frecuencia se protege más de una tubería o tanque u otra estructura, pero se debe tener cuidado de hacer que las derivaciones sean permanentes y a prueba de humedad. Los métodos indicados para empalmes, derivaciones y terminaciones de conductores, han sido seleccionados por su seguridad y su habilidad de permanecer seguros por un largo periodo de tiempo.

Propósito de la Regla 410-006. No se prohíbe empalmes y derivaciones en los conductores subterráneos de corriente continua, pero si se requiere que éstos, así como las terminaciones sean especialmente seguros, permanentes y sellados contra humedad, con un material que no se degrade a lo largo del tiempo cuando esté sujeto a un ambiente corrosivo.

Sustento de la Regla 410-008. Debido a que la protección catódica es un proceso relativamente pasivo que opera sin ninguna evidencia visible que está trabajando, es de importancia que el circuito derivado que alimenta al sistema, sea tan seguro como sea posible contra interrupciones. Si no se conecta nada al circuito derivado, excepto el rectificador, no debe ser de preocupación la apertura del circuito causado por falla en algún otro artefacto, o soportar las interrupciones debido a causas propias del trabajo o servicio, que no involucra la protección catódica. Para asegurar aún más el circuito derivado, se debe trabar el interruptor o disyuntor del circuito derivado en la posición “cerrado“, para prevenir que sea desconectado en forma inadvertida por alguien que esté haciendo trabajos en otros circuitos. Sin embargo, al quedar bloqueado el interruptor o interruptor automático no prevendrá la operación de la protección por sobrecarga.

Propósito de la Regla 410-008. Se tiene el propósito de proveer un circuito derivado dedicado para el rectificador de la protección catódica y para tener la facilidad de proteger el circuito contra interrupciones inadvertidas.

Sustento de la Regla 410-010. Para aplicar una corriente de polarización suficiente sobre estructuras subterráneas grandes, algunas veces se provee una tensión directa relativamente alta, lo que ciertamente representa un riesgo de electrocución si fuese expuesto al contacto por una persona. Sin embargo, aún estos sistemas de tensión más altas, aún aplican solamente una inapreciable diferencia de tensión entre el metal que esta siendo protegido y la tierra que lo rodea y, en forma similar, hay una muy pequeña diferencia de tensión entre el ánodo de sacrificio y la tierra en la que está enterrado. Es importante que haya suficiente separación entre el metal que está siendo protegido, el cátodo, y el ánodo de sacrificio, para que ninguna tensión peligrosa esté accesible a personas en el área. Se establece que la tensión más alta con la que una persona pueda ponerse en contacto es 10 V . Para una instalación eléctrica en particular, podemos calcular la caída de tensión esperada entre puntos adyacentes, donde la tensión de toque podría presentarse o ser experimentada. Debemos confirmar esto, mediante medidas reales después que el sistema esté en operación.

Propósito de la Regla 410-010. No se establece ningún límite superior de la tensión de corriente continua que pueda ser utilizado para protección catódica, pero se limita la tensión de toque que pueda presentarse a 10 V de corriente directa. La tensión de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

toque se mide entre cualquier punto expuesto en el sistema protegido y un punto en la superficie de la tierra que esté a 1 metro de distancia del punto expuesto.

Sustento de la Regla 410-012. Cuando se opera un sistema de protección catódica, se fija un flujo de corriente constante a través de los conductores de corriente directa, a través de la línea de tubería metálica u otra estructura de metal que está siendo protegida y luego a la puesta a tierra. Esta corriente por lo regular es bastante baja, pero si se interrumpe, podría producirse un arco que podría ser bastante peligroso en un área de riesgo. Otro punto de interés es que sabemos que hay un gradual gradiente de tensión a través del sistema cuando está completo y operando, pero si el circuito es roto en forma imprevista y la corriente cesa de fluir, se puede producir una tensión peligrosa en el punto de interrupción. Se debe dar más importancia a un sistema de protección catódica, que a un alambrado ordinario, debido a que se está aplicando una corriente eléctrica a la estructura normalmente mantenida por personas que no están capacitadas para reconocer riesgos eléctricos. Por lo tanto, se requiere que se señalicen o marquen las conexiones a los tanques, tuberías, o estructuras y a los medios de desconexión, advirtiendo que no se desconecten los conductores o que no se puede efectuar algún trabajo de servicio o mantenimiento en el equipo protegido, salvo que la fuente de energía esté apagada. Con frecuencia, es muy poco posible apagar la protección catódica en un una línea de tubería que tiene cientos de kilómetros de largo. También, algunas modificaciones, reparaciones o reemplazos de equipos o tubería pueden tomar un largo periodo de tiempo para ser completados. Si no hay protección catódica, podría ocurrir corrosión seria en el equipo o tubería no involucrada en las modificaciones, reparaciones o reemplazo. Un conductor temporalmente instalado para hacer un “by pass” de la protección catódica en la zona donde las modificaciones, reparaciones o reemplazos se están llevando a cabo, puede mantener la protección catódica sobre el resto del sistema de equipos o tuberías para prevenir la corrosión.

También es posible que después que un sistema está instalado, por lo regular enterrado, puede operar por muchos años sin ninguna atención adicional. Por lo tanto, es necesario un plano del equipo que esté ubicado permanentemente en o cerca del gabinete de control, para que en el futuro la gente de mantenimiento pueda, con seguridad, efectuar el servicio o mantenimiento del sistema de protección catódica y de la estructura de metal que se esta protegiendo.

En disposiciones para dar almacenamiento o navíos de procesos industriales, tal como un tanque de almacenamiento de agua, la protección catódica, es decir el ánodo se puede suspender dentro del tanque. Cuando el recipiente está vacío, es posible para una persona que está parada en el fondo de un recipiente vacío, tocar el ánodo suspendido. Si la protección catódica no está apagada, esta persona puede estar expuesta a una total tensión de salida de la fuente. En esta situación, es necesario poner una señal de advertencia en un lugar visible adyacente a la entrada del recipiente.

Propósito de la Regla 410-012. Se tiene el propósito de alertar a cualquier persona que trate de efectuar el mantenimiento o modificación de la tubería de metal, tanque de metal, recipiente de metal o estructura de metal que está siendo protegida por el sistema de protección catódica; que existe un sistema de protección catódico instalado y operando, y que debe ser desconectado antes de que se inicie cualquier trabajo. Se requiere hacer uso de señales de advertencia en áreas no peligrosas, como una alternativa para no apagar la protección catódica; se debe dar aviso o señalizar que se está usando un conductor temporal como “by pass”, dimensionado para la corriente

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

máxima disponible del sistema, donde la modificación, reparación o reemplazo del equipo o tubería está llevándose a cabo.

Esta excepción no se aplica a situaciones donde las superficies sumergidas de un recipiente son protegidas en forma catódica. En dichos casos una notificación es requerida, advirtiendo que la energía del sistema debe ser apagada antes de entrar en el recipiente.

También se requiere, para mantener en buen estado, un plan permanente del sistema de protección catódica, para hacer posible el mantenimiento seguro del sistema y de la estructura de metal que el sistema está protegiendo.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 420

DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA EN LAZO CERRADO Y LAZO PRE CERRADO

Sustento de la Regla 420-000. Esta regla es muy importante, debido a que identifica los equipos eléctricos en una edificación, estructura o local a los cuales se aplican los requerimientos de la Sección 420. Se indica que las reglas generales del Código, esto es, las Secciones del 010 al 090 y 150, también son de aplicación; pero los requerimientos de la Sección 420 pueden enmendar, o ser añadidos, u otros, donde sea necesario.

La distribución de energía en lazo cerrado es un sistema de alambrado, para el cual las reglas existentes no pueden ser las más apropiadas y por ende son necesarias normas especiales.

Propósito de la Regla 420-000. (Véase la Figura 420-000). Se tiene el propósito de mantener todas las reglas especiales aplicables a los sistemas de distribución en lazo cerrado en una sola Sección. Esto facilita las cosas al que debe efectuar la especificación, al instalador y a los inspectores. Al mismo tiempo, esto debe facilitar la introducción de nuevas reglas o enmendar las reglas existentes , de acuerdo a como se desarrollan los sistemas de distribución de energía en lazo cerrado, dentro de la experiencia en el campo.

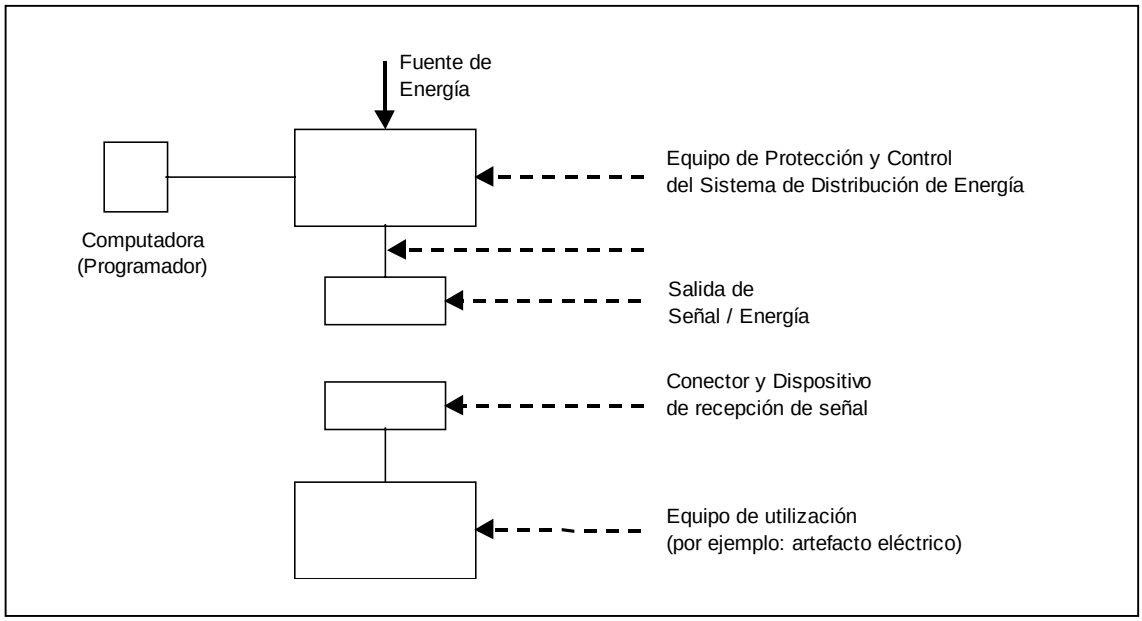


Figura 420-000
Ejemplo de Sistema de Distribución de Energía en Lazo Cerrado

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 420-002. Las definiciones son generalmente ubicadas en la Sección 010. No obstante, una palabra o término o su derivación, que se aplica a sólo una Sección está definida en dicha Sección.

Como un "Sistema de distribución de energía en lazo cerrado" es un término específico, se define para el beneficio del usuario de esta sección del Código.

Propósito de la Regla 420-002. Se tiene el propósito de informar al usuario del Código, que, con un sistema de distribución de energía en lazo cerrado, el equipo de utilización no puede ser energizado, salvo que cada pieza del equipo de utilización retorne una señal única al equipo controlador de energía.

Sustento y Propósito de la Regla 420-002. Los equipos de utilización que están preparados para enviar una señal única al equipo de control de energía, no están ampliamente disponibles. Se tiene el propósito de permitir que un sistema de distribución de energía en lazo cerrado sea usado con equipos de utilización que no envía una señal única al equipo de control de energía. Se ha definido este sistema como un sistema de distribución de energía en lazo pre-cerrado, ya que se puede convertir con facilidad en un sistema de distribución de energía en lazo cerrado.

Sustento de la Regla 420-004. Esto es una repetición de la Regla 020-014. Se incluye en esta sección, como un recordatorio que todo el equipo eléctrico utilizado con un sistema de distribución de energía debe ser específicamente aprobado para uso con este tipo de sistemas.

Propósito de la Regla 420-004. Se tiene el propósito que solamente el equipo eléctrico específicamente aprobado para uso en un sistema de distribución de energía en lazo cerrado, puede ser usado como parte del sistema. Esto debe asegurar que el sistema funcione como se pretende.

Sustento de la Regla 420-006. Un tomacorriente debe ser energizado solamente cuando las condiciones específicas sean apropiadas. Bajo cualquier otra circunstancia el tomacorriente debe permanecer desenergizado.

Propósito de la Regla 420-006. (Véase la Figura 420-006). Se tiene el propósito que un tomacorriente debe ser energizado, sólo cuando una pieza sensible de equipo eléctrico es conectada correctamente al tomacorriente.

Cuando una pieza del equipo eléctrico es conectada no apropiadamente al tomacorriente, o existe una falla a tierra en el equipo, o el equipo trata de tomar más corriente de la que se tiene prevista; se requiere que el tomacorriente alimentado por un sistema de distribución de energía eléctrica en lazo cerrado, sea desconectado por el equipo de control de energía, que esta alimentando a dicho tomacorriente.

Como un ejemplo de esto último, si a un equipo de iluminación de mesa que tiene una capacidad nominal máxima de 60 W se le coloca una lámpara de 75 W, el equipo de control va sensar esta corriente adicional y debe desconectar el circuito derivado que va al tomacorriente correspondiente.

Con un controlador que funciona mal, es esencial que todos los tomacorrientes asociados a dicho controlador sean desenergizados. Esto asegura que, sobretodo las

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

características de seguridad asociadas con el sistema de distribución de energía eléctrica en lazo cerrado, se mantengan y no sean comprometidas.

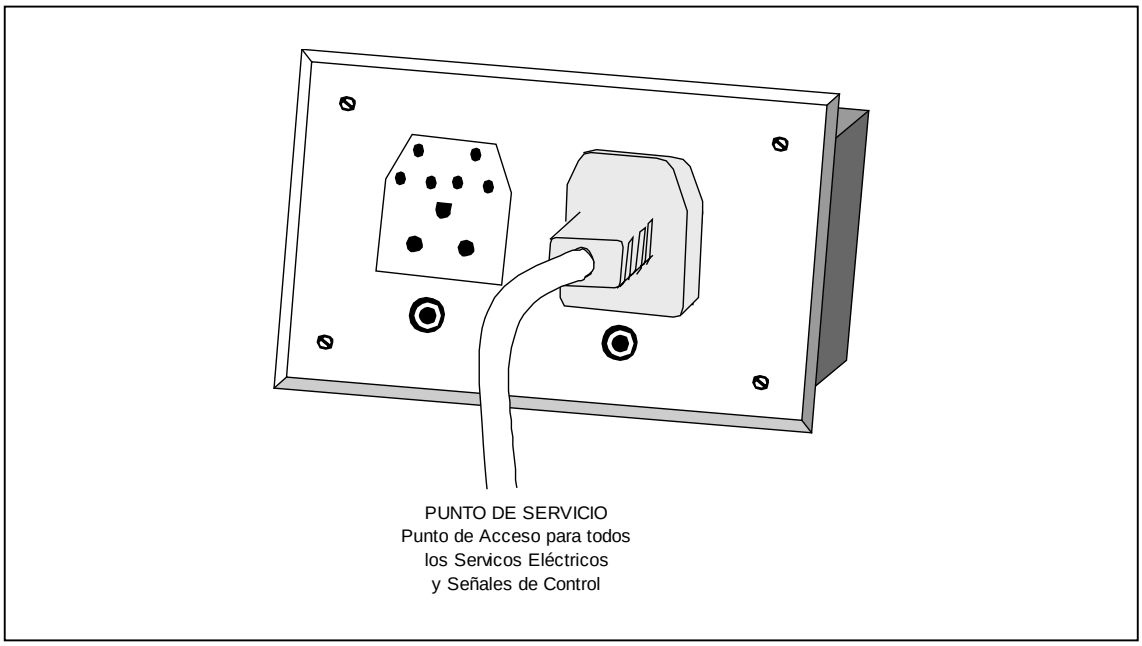


Figura 420-006
Tomacorriente Típico

Sustento de la Regla 420-008. La Regla 150-704(3) requiere que por lo menos dos circuitos de derivación con alambres múltiples de 15 A estén disponibles para los tomacorrientes instalados a lo largo de la pared de las superficies de trabajo del mostrador de cocina en las unidades de vivienda. En el Código, los circuitos de dos alambres de 20 A para tomacorrientes a lo largo de las paredes de las superficies de trabajo del mostrador de cocina en unidades de vivienda, han sido utilizados sin problemas de seguridad u operación. En la actualidad en sistemas de distribución de energía eléctrica en lazo cerrado, no se utilizan los circuitos de derivación de alambres múltiples.

Propósito de la Regla 420-008. Se tiene el propósito, como alternativa a los circuitos de derivación de alambres múltiples de 15 A requeridos por la Regla 150-704(3), que circuitos de derivación de dos alambres de 20 A, sean instalados para tomacorrientes en los espacios de trabajo del mostrador de cocina, También se tiene como propósito que la capacidad del conductor del circuito de derivación y la capacidad nominal del dispositivo de sobrecorriente sea 20 A, y que haya por lo menos dos circuitos, y que estos circuitos no deben alimentar otros tomacorrientes.

Sustento de la Regla 420-010. Cuando se utiliza la alternativa de la Regla 420-008, el número de circuitos de derivación para artefactos, utilizados en las superficies de trabajo de los mostradores de cocina se reducirán. La Regla 080-600 requiere que los tomacorrientes conectados a un circuito de derivación tengan una capacidad nominal igual o mayor que la de la protección de sobrecorriente.

Propósito de la Regla 420-010. Se tiene el propósito que cuando se utilicen circuitos derivados de dos alambres de 20 A, como alternativa frente a los circuitos derivados con múltiples alambres de 15 A, los tomacorrientes deben ser dobles de 20 A y de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

configuración similar a CSA 6-20 RA. También se tiene el propósito de aumentar la cantidad de circuitos derivados disponibles en las superficies de trabajo del mostrador de cocina, disminuyendo el espacio horizontal entre los tomacorrientes de 900 mm a 610 mm que se requiere en la Regla 150-702(7)(c).

Sustento de la Regla 420-012. La técnica está disponible hoy en día para diseñar aparatos de limitación de corriente y circuitos de derivación que limitan la corriente a un nivel pre establecido en cualquier circuito.

Propósito de la Regla 420-012. Se tiene el propósito que controladores aprobados que tengan una capacidad de limitación de corriente que no sea mayor que la corriente nominal máxima de un circuito de distribución de energía de lazo cerrado, sirva como dispositivo de sobrecorriente.

Como un ejemplo, una luminaria de mesa, debido a su diseño, está limitada a una lámpara 70 W como máximo. La señal entre la luminaria y el controlador que es parte del sistema de distribución de energía en lazo cerrado establece que, la corriente máxima que toma el artefacto es 0,32 A nominales. Si a esta luminaria intencionalmente se le instala un foco de mayor capacidad, 100 W, se requiere que el controlador reconozca que existe una condición de sobrecorriente, y que el tomacorriente que alimenta la luminaria de mesa se desconecte, como establece la Regla 420-006(2)(c).

Sustento de la Regla 420-014. Una de las características de seguridad de un sistema de distribución de energía en lazo cerrado es que, los tomacorrientes utilizados con el sistema no deben ser energizado hasta que el artefacto o aparato enchufado en el tomacorriente envíe una señal apropiada al controlador para activar la energía en el tomacorriente. Un sistema de distribución de energía de lazo cerrado requiere por lo menos dos circuitos, uno para energía, uno para señalización o control, y posiblemente uno o más circuitos especiales para propósitos de comunicación u otras necesidades, tales como controles especiales.

Propósito de la Regla 420-014. Se debe utilizar configuraciones especiales de dispositivos de alambrado para limitar el uso de artefactos en el sistema, sólo a aquellos que están específicamente aprobados para uso en el sistema. La regla reconoce una excepción, donde los tomacorrientes utilizados en el sistema de distribución de energía en lazo cerrado aceptan enchufes correspondientes a los Diagrama 1 y 2, siempre y cuando los tomacorrientes incorporen un medio para detectar la inserción del enchufe de modo que las características de seguridad del sistema se mantengan.

Sustento de la Regla 420-016. Los circuitos de control son generalmente de baja tensión y baja corriente y por lo tanto usan alambres de secciones pequeñas. Como estos circuitos de control con frecuencia están combinados con circuitos de derivación de energía en el mismo cable híbrido, es importante que se tomen precauciones para limitar cualquier recalentamiento excesivo del cable de control.

Propósito de la Regla 420-016. Se considera que los cables de control que forman parte de un sistema de distribución de energía en lazo cerrado, deben ser circuitos esencialmente de Clase 2 y se requiere que sus capacidades sean limitadas de acuerdo con la Regla 090-200.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 420-018. Los cables de energía y control contenidos dentro de un forro común, es el método principal de alambrado para sistemas de distribución de energía de lazo cerrado y es necesario tomar precauciones especiales en su instalación, para asegurar que las características de seguridad del sistema se mantengan.

Propósito de la Regla 420-018. (Véase la Figura 420-018). Se requiere que los tipos de cables deben ser los indicados en la Tabla 19 y que los conductores de energía y control reunidos en un cable, estén de acuerdo con los requerimientos del Código, que cubre las capacidades nominales de corriente, tensión y aislamiento.

Normalmente, no se permite que los conductores que tienen diferentes tensiones nominales se coloquen en el mismo lugar cerrado, salvo que se tomen precauciones especiales. Con un sistema de distribución de energía de lazo cerrado, los cables separados de energía, comunicación y control que forman parte del sistema, se permite que ocupen la misma cubierta, siempre y cuando se utilicen los conectores de alambre aprobados especialmente para uso con los cables híbridos.

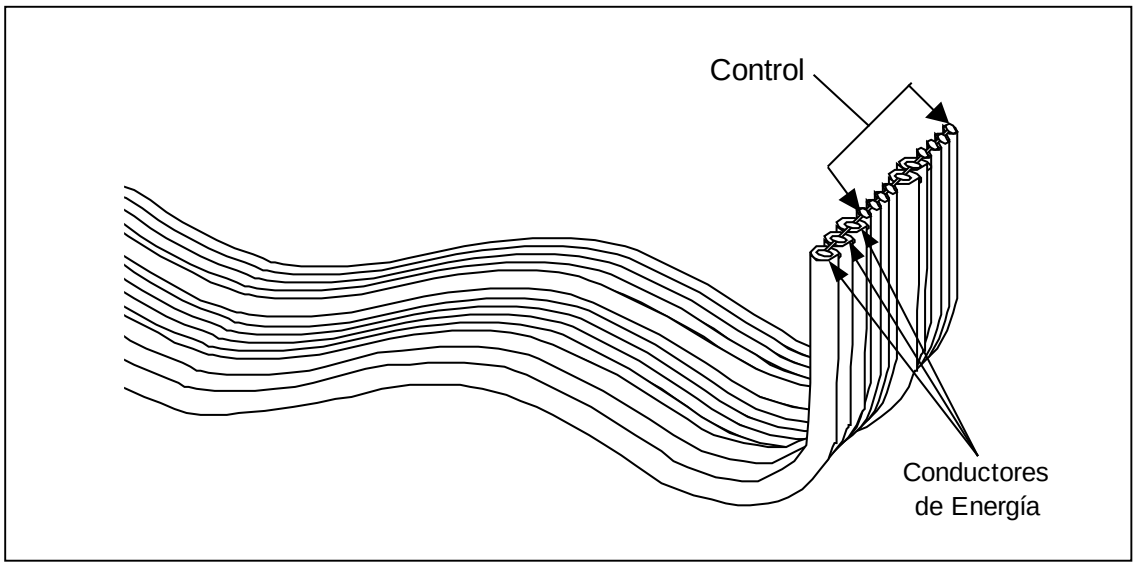


Figura 420-018
Cable Híbrido

Sustento y Propósito de la Regla 420-020. Esta es una repetición de la Regla 070-3002(5) y se incluye en esta Sección, para hacer recordar al diseñador, instalador e inspector, que en sistemas de distribución de energía de lazo cerrado, existen algunos diseños de equipo o componentes eléctricos que no requieren una caja de salida donde el equipo incorpora una caja de conexión adecuada, de acuerdo con la Regla 070-3002.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 430

INTERCONEXIÓN DE FUENTES DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Sustento de la Regla 430-000. Esta regla es muy importante debido a que identifica el equipo eléctrico en una edificación, estructura o local al cual se aplican los requerimientos de la Sección 430. Indica que las Normas Generales del Código, esto es, las Secciones del 010 al 090 y 150, también son de aplicación, pero que los requerimientos de la Sección 430 pueden enmendar, o ser añadidos a ellos, u otros, cuando sea necesario.

Esta Sección da los requerimientos especiales para la instalación eléctrica del equipamiento de generación de energía eléctrica de propiedad del consumidor, que normalmente opera en paralelo con el sistema de suministro público de energía.

Propósito de la Regla 430-000. En esta Sección se tiene el propósito de cubrir la instalación eléctrica del equipamiento de generación de energía eléctrica que opera en paralelo con el sistema de suministro público. Se han añadido requerimientos especiales para la instalación del equipamiento eléctrico entre las dos fuentes. Estos requerimientos están relacionados directamente con la operación en paralelo de los sistemas. Otros requerimientos, por ejemplo, la protección del generador, son dadas en otras partes del Código.

Sustento de la Regla 430-002. Ya que el equipo de generación de energía eléctrica puede operar en paralelo con el sistema eléctrico de suministro, los dos sistemas deben estar coordinados de tal forma que no haya peligro para el personal del usuario de la instalación eléctrica y para el personal del concesionario o el público en general, debido a una falla; ya sea en el sistema eléctrico de suministro o en la instalación del consumidor.

Propósito de la Regla 430-002. (Véase la Figura 430-002). Se tiene el propósito de que la interconexión sea de acuerdo con los requerimientos del suministrador, para asegurar que los dos sistemas sean compatibles y que no haya ningún peligro en la operación en paralelo.

Sustento de la Regla 430-004. Un sistema eléctrico de suministro está sujeto a una variedad de peligros naturales o generados por el mismo sistema eléctrico. Los problemas eléctricos son principalmente los cortocircuitos. Estas condiciones de falla requieren que en el sistema eléctrico de suministro, se interrumpa la energía lo más pronto posible. Como el sistema de generación paralela representa otra fuente de energía para el sistema eléctrico de suministro, se requiere que éste último tenga también dispositivos de protección adecuados para desconectar el sistema que está en falla. Esta protección puede ser muy simple si la instalación de generación es pequeña (por ejemplo, sólo protección de sobrecorriente). Puede ser mucho más elaborada para instalaciones más grandes e incluir protección de sobre y baja tensión, sobre y baja frecuencia, u otros esquemas de protección más sofisticados. Después

de una interrupción, los consumidores deben poder alimentar su propia carga, si lo desean hacer así, cuando se separan del sistema eléctrico de suministro.

Propósito de la Regla 430-004. Se requiere que la generación paralela debe ser en el lado de carga del equipamiento de la acometida, para permitir que los consumidores alimenten todo o parte de su carga, cuando haya un apagón en el sistema eléctrico de suministro. Esto también se aplica cuando no hay carga para ser alimentada, ya que aún se requiere el equipamiento de servicio del consumidor.

También se tiene el propósito de que haya protección contra posible retroalimentación debido a una falla del sistema eléctrico de suministro. Este requerimiento es general, debido a que cada tipo de instalación eléctrica tiene su propia forma de lograrlo.

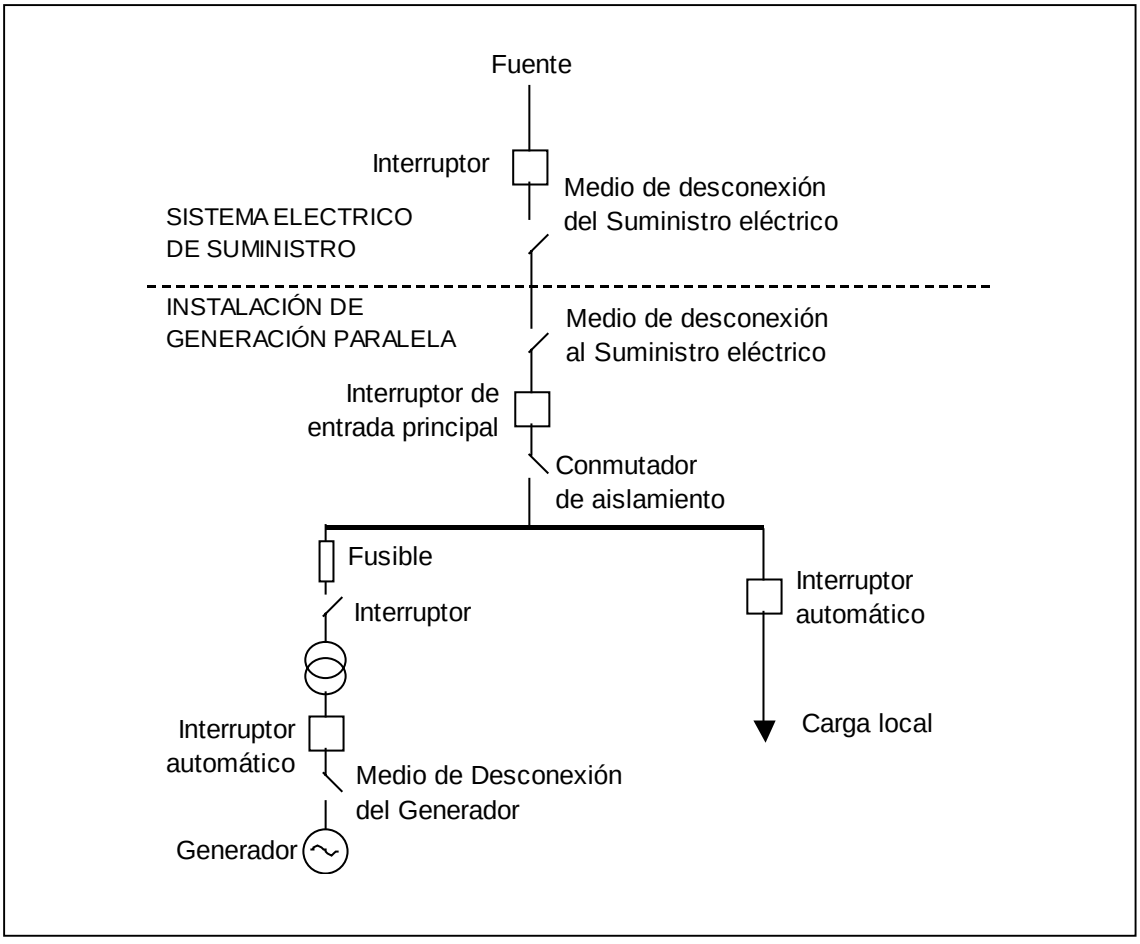


Figura 430 - 002
Interconexión Típica de Fuentes de Generación de Energía Eléctrica

Sustento de la Regla 430-006 Los sistemas diseñados para operar en paralelo deben estar siempre sincronizados antes de que el paralelismo sea establecido y esta sincronización debe ser mantenida. Cada generador debe generar electricidad en sincronización con el sistema eléctrico de suministro. Este mecanismo de sincronización varía con el tipo y tamaño del generador y con la manera que el generador está interconectado con el sistema. Por ejemplo, un generador síncrono puede requerir instalaciones de relés, indicadores y controles para asegurar una sincronización adecuada, pero los inversores de conmutación y los generadores de

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

inducción requieren el sistema de energía para operar si no hay fuente auxiliar y ellos están sincronizados automáticamente. Los suministradores de energía pueden aceptar sincronización manual en algunos casos y sincronización automáticamente en otros. Muchas de los suministradores siempre requieren sincronización automática.

Para asegurar sincronización apropiada, se debe poner atención especial, a la relación de fase de las dos fuentes, especialmente si hay una transformación de voltaje entre las dos fuentes. También es importante mantener la sincronización cuando queda establecida. En algunos casos se hace necesaria la regulación de tensión.

El proceso de sincronización es esencial, porque sin esto, la inserción de una generación en paralelo puede ser percibida como una falla del sistema eléctrico de suministro, y podría haber daños en el equipamiento eléctrico.

Propósito de la Regla 430-006 Se requiere que todos los generadores en un sistema paralelo, tengan un sistema apropiado para establecer y mantener una condición sincronizada. Este requerimiento es general, debido a que cada tipo de instalación eléctrica tiene su propia forma de lograr esto.

Sustento de la Regla 430-008 Con un generador en paralelo que no sea de propiedad del suministrador de energía, hay dos fuentes para alimentar una falla del sistema o para alimentar una porción del sistema eléctrico de suministro (sistema del concesionario de electricidad). Si un medio de desconexión se abre por alguna razón (por ejemplo, una falla temporal o procedimiento de mantenimiento) y aísla una porción del sistema eléctrico de suministro, el generador paralelo podría continuar alimentando la carga hasta que los medios de desconexión sean abiertos, poniendo en peligro al personal que está esperando que la línea quede desenergizada con la apertura de los medios de desconexión del circuito eléctrico de suministro. También, si los medios de desconexión del sistema eléctrico de suministro están cerrados, mientras la sección aislada aún está energizada, el sistema probablemente estará fuera de fase. Esto puede causar daño severo al generador y otro equipo eléctrico. De hecho, después de que una falla sea subsanada, puede haber un recierre automático del equipo del sistema eléctrico de suministro para evitar una interrupción larga por una falla temporal, en cuyo momento la generación paralela debe estar fuera de servicio. La protección de generación paralela debe operar antes de que se vuelva a cerrar y el tiempo de recierre del sistema eléctrico de suministro, debe ser lo suficientemente largo para que la generación paralela se pueda desconectar del sistema eléctrico de suministro. Ya que con frecuencia hay más de un recierre, es importante que la generación paralela sea conectada de nuevo sólo cuando se restablezca la tensión nominal.

Los requerimientos para la separación de la generación paralela, del sistema eléctrico de suministro, dependen del tipo y tamaño de la generación paralela. Por ejemplo, los inversores de línea conmutada y los generadores de inducción por lo regular no son capaces de alimentar carga aisladas del sistema de energía, debido a que necesitan la tensión del suministrador para operar. En el caso de inversores auto conmutados y generación sincronizada, puede requerirse relés de bajo o sobre voltaje, relés de baja o sobre frecuencia, u otra protección más sofisticada, dependiendo del tamaño de la generación paralela.

Propósito de la Regla 430-008 Se tiene el propósito de asegurar que, después de una caída de tensión del sistema eléctrico de suministro, los generadores de un sistema paralelo estén desconectados y no deben ser reconectados hasta que la

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

tensión normal esté restituida, salvo que el suministrador haya aprobado un procedimiento alternativo. Los requerimientos varían con el tamaño y tipo de interconexión; por esta razón, las prescripciones no pueden ser más específicas.

Sustento de la Regla 430-010. El equipamiento y los conductores eléctricos en un sistema paralelo, deben tener la misma protección de sobrecorriente como cualquier otra instalación eléctrica. El requerimiento especial es debido al hecho que la fuente de la sobrecorriente puede venir de ambas direcciones para el equipo y los conductores que están conectados en serie entre las dos fuentes. En esta situación, se debe tener protección de sobrecorriente en cada fuente de suministro.

Propósito para la Regla 430-010. Se requiere que el equipamiento y los conductores eléctricos deben tener protección de sobrecorriente en cada fuente de suministro, de acuerdo con las reglas del Código.

Sustento de la Regla 430-012. Los transformadores que reciben energía desde ambas direcciones deben ser protegidos desde cada fuente de suministro. Ya que las Reglas 150-252, 150-254 y 150-256, se refieren al lado primario del transformador, se determina la protección del transformador usando estas reglas, pero considerando cada lado como un lado primario, ya que el flujo de corriente, si consideramos cada fuente, puede ser en ambas direcciones.

Propósito de la Regla 430-012. Se requiere que la protección de sobrecorriente del transformador, sea seleccionada de acuerdo con la Sección 150, considerando primero el lado de tensión más alta como el lado primario, con la fuente sobre aquel lado; y luego el lado de tensión más baja, como el primario con la otra fuente.

Sustento de la Regla 430-014. En instalaciones más grandes de generación de energía en paralelo, algunos dispositivos adicionales pueden ser necesarios para asegurar la estabilidad y protección del equipamiento eléctrico y, en consecuencia, la seguridad del equipo. Por ejemplo, si hay un transformador con una conexión Y - delta, la ferroresonancia puede producir muy alta tensión. Esta condición requeriría un pararrayos (disipador de sobretensión) y/o un relé de sobretensión de alta velocidad.

Se pueden requerir otros tipos de protección para asegurar la estabilidad del sistema eléctrico de suministro, tales como protección de pérdida de excitación y sobreexcitación, lo que es necesario para la seguridad pública y protección del equipamiento.

Propósito de la Regla 430-014. Se requiere que las instalaciones de generación de energía paralela estén adecuadamente protegidas, para que la estabilidad esté asegurada y el equipamiento eléctrico opere en forma segura. El requerimiento es general, ya que depende del tamaño y tipo del equipo de generación paralela.

Sustento de la Regla 430-016. Para los propósitos de protección del generador y selección y protección de los conductores conectados al generador, el generador se considera similar a un motor. La Sección 160 se refiere a motores y generadores, pero en dicha Sección los requerimientos para el sistema de protección, y selección y protección de conductores son específicos para motores; por esta razón la Sección 430 especifica requerimientos para generadores.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 430-016. El propósito es que el generador sea tratado como un motor, cuando se determinan los requerimientos para el sistema de protección, selección y protección del conductor.

Sustento de la Regla 430-018. La protección frente a fallas a tierra, en un sistema de baja tensión, se necesita cuando el ajuste de protección de sobrecorriente es demasiado alta para detectar una falla a tierra. Los requerimientos para un sistema de generación en paralelo, son los mismos que para cualquier otro sistema de baja tensión.

Propósito de la Regla 430-018. Se requiere que se instale protección frente a fallas a tierra, en sistemas de baja tensión para instalaciones de generación de energía paralela.

Sustento de la Regla 430-020. Con un generador trifásico, es importante detectar una fase abierta, debido a que puede haber equipo eléctrico sobrecargado y con problemas de tensión, causado por esta situación de desbalance. Los medios de detección de fase abierta, pueden variar con el tamaño y el tipo de generación. En una instalación eléctrica grande, un relé de sobrecorriente de neutro que puede detectar el desbalance, puede satisfacer este requerimiento, pero otros tipos de protección pueden requerirse para detectar estos desbalances.

Propósito de la Regla 430-020. Se requiere que el generador trifásico sea desconectado si se abre una de sus fases. Los requerimientos varían con el tamaño y el tipo de interconexión, por esta razón, la regla no puede ser más específica.

Sustento de la Regla 430-022. Para la seguridad del personal, cada generador debe tener sus medios de desconexión, para que el generador pueda ser desconectado cuando el personal está trabajando en la instalación eléctrica o en el generador en sí. Estos medios de desconexión deben desconectar simultáneamente todos los conductores no puestos a tierra, para evitar un desbalance y falso disparo de la protección.

Propósito de la Regla 430-022. Se requiere que cada generador esté provisto de un medio de desconexión que simultáneamente desconecte todos los conductores no puestos a tierra, de los circuitos a los que alimenta.

Sustento de la Regla 430-024. Para la seguridad del personal de la empresa concesionaria o suministrador, todos los generadores deben ser desconectados de la línea de suministro, cuando el personal está trabajando en ella. En caso de emergencia, es importante que esto sea hecho por un medio de desconexión, que muchas de las veces estará dentro de las instalaciones del equipo de acometida. En esta situación, cuando se abre el medio de desconexión, el generador podría alimentar la carga propia del consumidor durante una interrupción del sistema eléctrico de suministro. Si todos los generadores están conectados con la instalación eléctrica en un punto, los medios de desconexión pueden estar en ese punto, si es aceptable por el suministrador. Por la misma razón, si es aceptable por el suministrador y si hay un solo generador, los medios de desconexión del generador pueden ser adecuados para separar al generador del sistema eléctrico de suministro. La aceptación por parte del suministrador es esencial, ya que esta protección tiene el propósito que sea para el personal del suministrador.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 430-024. Se requiere contar con medios de desconexión para desconectar simultáneamente todos los generadores, del sistema eléctrico de suministro. La aceptación de estos medios de desconexión por el suministrador está cubierta por la Regla 430-002.

Sustento de la Regla 430-026. Para la seguridad del personal que trabaja en las instalaciones de generación en paralelo, los medios de desconexión utilizados deben tener características especiales. Para su propia seguridad, el personal que trabaja en la instalación eléctrica debe poder verificar en forma visible, que el contacto del medio de desconexión esté abierto, y ellos podrán trabarlo en la posición "abierto". Esto asegurará que la instalación eléctrica no tenga energía y no tendrá energía cuando el personal está trabajando en dicha instalación. Ya que los medios de desconexión pueden estar energizadas desde ambos lados, aún en la posición abierta, el equipo eléctrico debe estar adecuadamente señalizado para prevenir al personal.

Para operar los medios de desconexión bajo condiciones de emergencia, debe ser posible abrirlo cuando esté con su capacidad nominal. Ya que no se sabe si hay una falla, se debe poder cerrarlo en caso de falla, sin ningún peligro para el equipo eléctrico o el personal. En algunos casos, los medios de desconexión pueden ser desconectados retirando los fusibles. Ya que la desconexión puede ser energizada desde ambos lados, se debe tener un interruptor de aislamiento en el lado de los fusibles, para que se pueda reemplazar dichos fusibles. En tales casos y con cualquier otro dispositivo de sobrecorriente, son de aplicación las otras partes del Código, que cubren los dispositivos de sobrecorriente, ya que esta situación debe ser esencialmente la misma.

Para evitar desbalances y falsos disparos de la protección en los sistemas de alta tensión, los medios de desconexión deben siempre operar simultáneamente, lo cual es práctica normal en sistemas de baja tensión.

Finalmente, como los medios de desconexión son esenciales para la operación segura del sistema paralelo, éstos siempre deben ser fácilmente accesibles para operarlos en caso de emergencia.

Propósito de la Regla 430-026. Se tiene el propósito de dar requerimientos generales para todos los medios de desconexión utilizados en instalaciones de generación en paralelo. Los medios de desconexión pueden ser energizados desde ambos lados y deben tener un aviso de advertencia de que las partes interiores pueden estar energizadas, aún en la posición "abierto". La posición de los contactos de los medios de desconexión deben estar claramente indicados y que se puedan verificar a la vista. Debe poderse bloquear en la posición "abierto", y que todos los conductores no puestos a tierra del circuito se desconecten simultáneamente.

Se requiere que los medios de desconexión sean capaces de ser abiertos a su capacidad nominal y cerrados con falla, sin peligro para el operador, y estar accesibles rápidamente.

Se debe tener en cuenta las Secciones 080, 160 y 190, si los medios de desconexión incluyen cualquier dispositivo de sobrecorriente. Se requiere que también se añada un interruptor de aislamiento en el lado de la carga de la desconexión con fusibles.

Sustento de la Regla 430-028. No se debe trabajar en el equipo eléctrico que está energizado por ambas direcciones si no hay un interruptor de aislamiento, que lo aísle

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

de ambas fuentes (por ejemplo, transformadores e interruptores). Los medios de desconexión pueden con frecuencia actuar como un interruptor de aislamiento.

Propósito de la Regla 430-028. Se tiene el propósito de aislar el equipo eléctrico de ambas fuentes de suministro, si puede ser energizado en ambas direcciones. Esta regla es general debido a que los medios de aislamiento pueden ser logrados en diferentes formas.

Sustento de la Regla 430-030. En el caso de un sistema de corriente continua, conectado a un sistema de corriente alterna a través del inversor de estado sólido, el sistema de corriente continua no debe ser puesto a tierra, salvo que haya un transformador aislador, debido a que por el modo de operación del inversor puede introducir una falla en el sistema. El transformador aislador debe separar los dos sistemas, para prevenir este tipo de falla. En todos los otros sistemas la puesta a tierra de una instalación de generación en paralelo es una práctica normal, como se especifica en las Secciones 060 y 090, y se le debe dar una atención especial a esta puesta a tierra.

Propósito de la Regla 430-030. Se requiere que la puesta a tierra se haga de acuerdo con las Secciones 060 y 090.

Como una excepción, se permite la fuente de energía de corriente continua no conectada a tierra, si ésta es conectada a un sistema de corriente alterna a través de un inversor de estado sólido y si el inversor no esta separado del sistema de corriente alterna por un transformador de aislamiento.

Sustento de la Regla 430-032. Ya que un sistema de generación en paralelo es una instalación eléctrica especial, representa un peligro para el personal calificado que tiene que trabajar y operar una instalación como esta. Es necesario un aviso de prevención o advertencia en la acometida o en el equipo de acometida y en cada instalación de generación. Para operar este sistema sin riesgos, la ubicación del generador, los enlaces entre el equipo de interruptores y los puntos de aislamiento deben de conocerse, para que el personal pueda aislar la sección en la que está trabajando.

Propósito de la Regla 430-032. Se requiere que se coloque un aviso y un diagrama en el punto de acometida y en cada ubicación de generación, indicando el sistema paralelo y todos las disposiciones de los interruptores, puntos de enlace y de aislamiento.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

SECCIÓN 440

SISTEMAS PARA CARGAR VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Alcance

Sustento de la Regla 440-000. Esta regla es muy importante debido a que identifica el equipamiento para la carga de vehículos eléctricos, en una edificación, estructura o local, al cual se aplican los requerimientos de la Sección 440. Existe la necesidad de dar un tratamiento especial de los requerimientos para la instalación eléctrica aplicable al equipamiento del sistema para la carga de vehículos eléctricos y para identificarlos dentro de una Sección especial.

El equipamiento para la carga de vehículos eléctricos, es una instalación para el cual las reglas existentes pueden ser inapropiadas y por lo cual se requieren reglas especiales.

Propósito de la Regla 440-000. Se tiene el propósito de mantener todas las reglas especiales aplicables al equipamiento para la carga de vehículos eléctricos que son usados en carreteras, en una sola Sección. Con esto se hace más fácil la especificación, la instalación y la inspección. Al mismo tiempo, se hace más fácil introducir nuevas reglas o enmendar las reglas existentes, como el estado del avance de la técnica del equipamiento para la carga de vehículos eléctricos, desarrollado a través de experiencia de aplicación práctica.

General

Sustento de la Regla 440-100. Las definiciones por lo regular se ubican en la Sección 10 del Código. No obstante, una palabra o término o sus derivados, que se aplican sólo a una Sección, se definen en dicha Sección y hay prescripciones que se aplican sólo a esta Sección.

Propósito de la Regla 440-100. Se tiene el propósito de informar al usuario que el equipamiento para la carga de vehículos eléctricos, incluye todo el equipo, accesorios y aparatos utilizados para entregar energía desde la instalación eléctrica de un local a un vehículo eléctrico. La toma del vehículo eléctrico es el accesorio/aparato que está permanentemente fijado en el vehículo eléctrico para recibir la energía, desde el sistema eléctrico de un local; mientras que el conector de vehículo eléctrico es un aparato que se inserta en la toma del vehículo eléctrico para establecer una conexión con el vehículo eléctrico.

Sustento de la Regla 440-102. El equipamiento o alambrado para cargar el vehículo eléctrico, cuando se instala y opera en ubicación peligrosa, puede constituir un peligro, salvo que la instalación esté de acuerdo con los requerimientos aplicables de las Secciones 110 o 120.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 440-102. La instalación y operación de Sistema de Carga de Vehículo Eléctrico (EVCS-Electrical Vehicle Charging System) en si, no se considera que crea una ubicación peligrosa. Esta regla requiere que las instalaciones en un área que está clasificada como peligrosa por las Secciones 110 o 120, deben estar de acuerdo con los requerimientos aplicables.

Equipamiento

Sustento de la Regla 440-200. Generalmente las baterías para vehículos eléctricos son selladas. No obstante algunas baterías pueden no ser selladas y se requiere ventilación adecuada, cuando estos tipos de baterías están siendo cargadas, para prevenir la acumulación del gas hidrógeno.

Propósito de la Regla 440-200. Se tiene el propósito de alertar al usuario colocando avisos de prevención permanente, en el punto de conexión del equipo de carga del vehículo eléctrico al alambrado del circuito derivado, indicando que se requiere ventilación cuando opere el sistema de carga.

Control y Protección

Sustento de la Regla 440-300. El equipamiento para la carga de vehículos eléctricos de capacidad nominal de 20 A o más, requiere un circuito dedicado, para evitar sobrecarga y subsecuente disparo o apertura del circuito.

Propósito de la Regla 440-300. Se tiene el propósito de que un circuito derivado, dedicado, de mínimo 20 A, sea utilizado para alimentar al equipo para la carga de vehículos eléctricos que tiene capacidad nominal de más de 15 A .

Sustento y Propósito de la Regla 440-302. De acuerdo a las características de operación de equipamiento para la carga de vehículos eléctricos y el equipo de ventilación relacionado, esta carga conectada debe ser considerada como carga continua, cuando se determine la carga del circuito bajo la Regla 050-104.

Sustento de la Regla 440-304. Para hacer posible una operación segura, del equipo para la carga de vehículos eléctricos, es esencial contar con un medio accesible de desconexión.

Propósito de la Regla 440-304. Se requiere que los medios de desconexión sean provistos, para todos los equipos de carga de vehículo eléctrico. Los medios de desconexión deben estar ubicados a la vista y ser accesibles desde el equipo de carga, y deben ser capaces de ser trabados en la posición “abierto”.

Ubicación del Equipamiento de Carga de Vehículos Eléctricos

Sustento de la Regla 440-400. Donde los vehículos eléctricos se cargan en interiores, es necesario proveer ventilación con el equipo para la carga de vehículos eléctricos, salvo que el equipo esté marcado para ser usado sin requerir ventilación. Cuando las baterías están siendo cargadas el gas (hidrógeno) sale y debe proporcionarse una ventilación, para prevenir la acumulación de este gas.

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)

Propósito de la Regla 440-400. La Subregla (1) tiene como propósito limitar el tipo de edificaciones, estructuras, habitaciones o áreas, donde el conector puede ser conectado al vehículo eléctrico.

En la Subregla (2) se tiene el propósito de que se proporcione ventilación adecuada, donde los vehículos eléctricos que requieren ventilación están siendo cargados. El equipo de ventilación debe ser enlazado con el equipo de carga del vehículo eléctrico para que el equipo de ventilación opere, cuando el equipo para la carga de vehículos eléctricos esta operando. El equipo para la carga de vehículos eléctricos, debe ser automáticamente desconectado cuando la alimentación del equipo de ventilación se interrumpe.

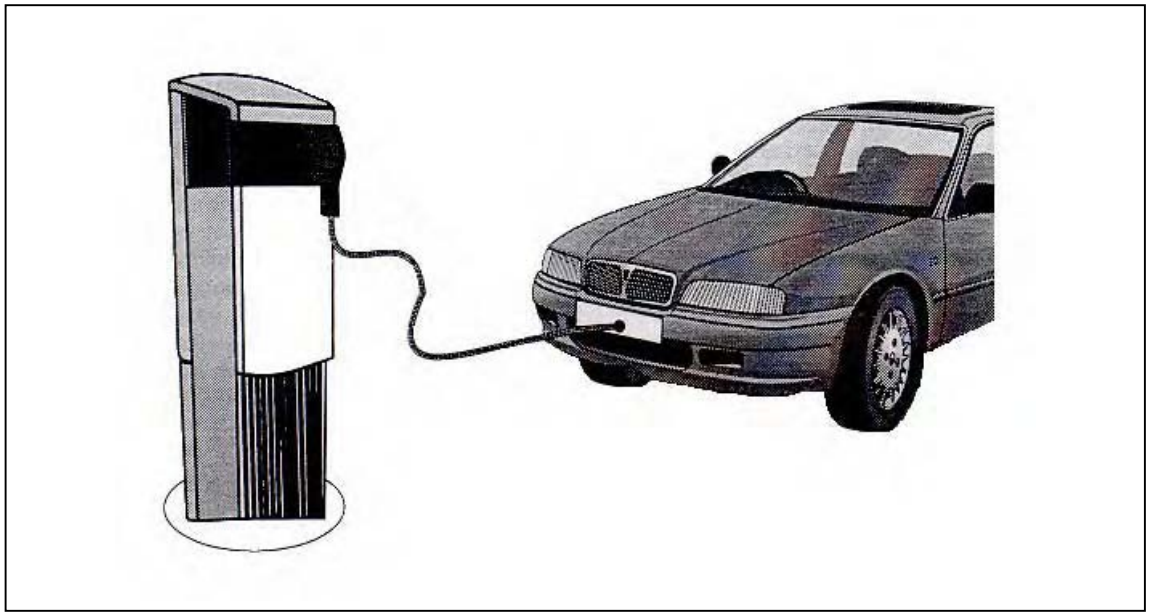


Figura 440-400
Lugar de Carga (Equipamiento) para Vehículo Eléctrico

DOCUMENTO GUÍA (Informativo)