

INDICE**Página**

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. OBJETO	
1.2. ALCANCE	
2. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA	6
3. CIRCUITOS DERIVADOS	17
3.1. CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES	
3.2. CLASIFICACIÓN	
3.3. CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN	
3.4. CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES	
3.5. CIRCUITOS DE FUERZA	
3.6. CIRCUITOS PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA A INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS DE RESPALDO O "DEDICADAS"	
3.7. FACTOR DE POTENCIA	
4. DETERMINACIÓN DE DEMANDAS MÁXIMAS	24
4.1. VIVIENDA UNIFAMILIAR	
4.2. EDIFICIOS DESTINADOS A VIVIENDAS	
4.3. EDIFICIOS DESTINADOS A LOCALES COMERCIALES U OFICINAS	
4.4. EDIFICIOS PÚBLICOS	
4.5. INSTALACIONES INDUSTRIALES	
4.6. PUESTO DE TRANSFORMACIÓN	
5. ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS	28
5.1. ALIMENTADORES	
5.2. SELECCIÓN DE CONDUCTORES	
5.3. CONDUCTOR NEUTRO	
5.4. FIJACIÓN DE LOS CONDUCTORES	
5.5. ACOMETIDAS	
5.6. VARIACIONES PERMITIDAS DE TENSIÓN NOMINAL SE SUMINISTRO	
6. TABLEROS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS	42
6.1. GENERALIDADES	
6.2. POTENCIAS MÁXIMAS ACEPTADAS PARA MEDICIÓN DIRECTA	
6.3. TABLEROS DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN INDIVIDUALES	
6.4. TABLEROS CENTRALIZADORES DE MEDIDORES Y TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN GENERAL	

7.	SISTEMAS DE INSTALACIÓN Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS	54
7.1.	INSTALACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SOBRE AISLADORES	
7.2.	INSTALACIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS EN TUBOS PROTECTORES	
7.3.	CONDUCTORES AISLADOS INSTALADOS EN ZANJAS	
7.4.	CONDUCTORES AISLADOS COLOCADOS EN BANDEJAS	
7.5.	CONDUCTORES AISLADOS TENDIDOS EN ELECTRODUCTO	
7.6.	CONDUCTORES EN MOLDURAS	
7.7.	INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS	
7.8.	INSTALACIONES PREFABRICADAS ("BUS-WAY")	
7.9.	ACCESORIOS PARA CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	
8.	SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA	74
8.1.	GENERALIDADES	
8.2.	SISTEMA TN	
8.3.	SISTEMA TT	
8.4.	SISTEMA IT	
8.5.	SISTEMA DE CONEXIÓN A TIERRA EXIGIDO	
9.	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	81
9.1.	SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
9.2.	TIPOS DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
9.3.	CONSERVACIÓN Y CONTINUIDAD ELÉCTRICA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN	
10.	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS ELÉCTRICOS	85
10.1.	GENERALIDADES	
10.2.	PROTECCIÓN SIMULTÁNEA CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	
10.3.	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS	
10.4.	PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS	
11.	PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECORRIENTES	100
11.1.	REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECORRIENTES	
11.2.	NATURALEZA DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	
11.3.	PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE SOBRECARGA	
11.4.	PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	
11.5.	COORDINACIÓN ENTRE LA PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE SOBRECARGA Y LA PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	
11.6.	LIMITACIÓN DE LAS SOBRECORRIENTES POR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN	
11.7.	APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD EN LA PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECORRIENTES	
11.8.	PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRETENSIONES TRANSITORIAS	
11.9.	PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRETENSIONES PERMANENTES	
11.10.	PROTECCIONES CONTRA LAS SUBTENSIONES O CERO TENSIÓN	

12.	INSTALACIONES EN LOCALES DE CONCURRENCIA PUBLICA_____	108
12.1.	LOCALES DE CONCURRENCIA PÚBLICA	
12.2.	ILUMINACIÓN ESPECIAL	
12.3.	FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA	
13.	INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN__	114
13.1.	LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	
13.2.	CLASIFICACIÓN	
13.3.	SISTEMA DE PROTECCIÓN	
13.4.	PRESCRIPCIONES PARA LAS INSTALACIONES EN ESTOS LOCALES	
14.	INSTALACIONES EN HOSPITALES_____	124
14.1.	CAMPO DE APLICACIÓN	
14.2.	DEFINICIONES Y TERMINOLOGIA	
14.3.	CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE AMBIENTES	
14.4.	REQUERIMIENTOS RESPECTO A LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GENERAL	
14.5.	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNO DE LOS AMBIENTES O GRUPOS DE APLICACIÓN	
14.6.	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA LAS CORRIENTES PELIGROSAS PARA EL CUERPO HUMANO.	
14.7.	SISTEMA DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA	
14.8.	RECOMENDACIONES SOBRE LAS MEDIDAS A TOMAR CONTRA LA INFLUENCIA EN EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROMÉDICOS POR LA ACCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE POTENCIA	
14.9.	EQUIPOS MÉDICOS FUERA DE LOS HOSPITALES	
14.10.	DOCUMENTACIÓN	
14.11.	ENSAYOS	
15.	INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES_____	163
15.1.	INSTALACIONES EN LOCALES HUMEDOS	
15.2.	INSTALACIONES EN LOCALES MOJADOS	
15.3.	INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN	
15.4.	INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN	
15.5.	INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA	
15.6.	INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA	
15.7.	INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES	
15.8.	INSTALACIONES EN ESTACIONES DE SERVICIO	
15.9.	INSTALACIONES EN GARAJES Y TALLERES DE REPARACIÓN DE VEHICULOS	
15.10.	CUARTOS DE BAÑO O DE ASEO	
16.	INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES_____	176
16.1.	INSTALACIONES PARA PISCINAS	
16.2.	INSTALACIONES PROVISIONALES	
16.3.	INSTALACIONES TEMPORALES, OBRAS	
16.4.	INSTALACIÓN ELÉCTRUICA EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES	

17.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMPLEMENTARIAS	185
17.1.	GENERALIDADES	
17.2.	INSTALACIONES TELEFÓNICAS	
17.3.	INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	
17.4.	SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE PERSONAS Y OBJETOS DE VALOR	
17.5.	INSTALACIONES DE BALIZAMIENTO	
18.	INSTALACIONES DE ALUMBRADO O ILUMINACIÓN	190
18.1.	ILUMINACIÓN	
18.2.	RECEPTORES PARA ILUMINACIÓN	
18.3.	EQUIPOS AUXILIARES	
18.4.	EFFECTO ESTROBOSCÓPICO	
19.	INSTALACIÓN DE APARATOS DE CALDEO Y UTENSILIOS DOMÉSTICOS	192
19.1.	APARATOS DE CALDEO	
20.	INSTALACIONES CON MOTORES DE USO INDUSTRIAL	195
20.1.	CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN	
20.2.	CONDUCTORES DE CONEXIÓN	
20.3.	PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES	
20.4.	PROTECCIÓN CONTRA LA FALTA DE TENSIÓN	
20.5.	ARRANQUE DIRECTO	
20.6.	GENERADORES Y CONVERTIDORES	
21.	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN	199
21.1.	DISPOSITIVOS FUSIBLES	
21.2.	DISYUNTORES DE BAJA TENSIÓN	
21.3.	DISPOSITIVOS A CORRIENTE DIFERENCIAL	
21.4.	DISPOSITIVO INTERRUPTOR DE CIRCUITO POR FALLA DE ARCO	
22.	AISLACIONES DE MATERIALES ELÉCTRICOS	206
22.1.	GENERALIDADES	
22.2.	CLASIFICACION DE MATERIALES	
23.	GRADOS DE PROTECCIÓN DE CUBIERTAS DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	208
23.1.	GENERALIDADES	
	ANEXOS	213
	BIBLIOGRAFÍA	256

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

INTERIORES EN BAJA TENSIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

El objetivo de la presente norma es establecer requerimientos mínimos que se deben cumplir obligatoriamente en el diseño, la construcción y la puesta en servicio de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión.

Esta norma contiene esencialmente exigencias de seguridad. Su cumplimiento, junto a un adecuado mantenimiento, garantiza una instalación básicamente libre de riesgos; sin embargo no garantiza necesariamente la eficiencia, buen servicio, flexibilidad y facilidad de ampliación de las instalaciones, condiciones estas inherentes a un estudio de cada proceso o ambiente particular.

Las disposiciones de esta norma están hechas para ser aplicadas e interpretadas por profesionales especializados; no debe entenderse este texto como manual de instrucciones o adiestramiento.

1.2. ALCANCE

Las disposiciones de esta norma se aplicarán a instalaciones eléctricas interiores en todo el territorio nacional cuya tensión de servicio entre fases sea inferior o igual a 1000 V.

En general las disposiciones de esta norma no son aplicables a las instalaciones eléctricas de vehículos, sean estos terrestres o marítimos o aéreos, a instalaciones en faenas mineras subterráneas, a instalaciones de tracción ferroviaria, ni a instalaciones de comunicaciones, señalización y medición, las cuales se proyectarán ejecutarán y mantendrán de acuerdo a las normas especificadas para cada caso.

Las disposiciones de esta norma tendrán las calidades de exigencias y recomendaciones; las exigencias se caracterizan por el empleo de las expresiones "se debe", "deberá" y su cumplimiento es de carácter obligatorio, en tanto en las recomendaciones se emplearán las expresiones "se recomienda", "se podrá" o "se puede" y su cumplimiento será de carácter opcional.

Las nuevas instalaciones deberán cumplir obligatoriamente lo establecido en la presente norma.

Las instalaciones eléctricas que fueron construidas con anterioridad a la publicación de la presente norma y cuyo estado implique riesgo para las personas, propiedades o produzcan perturbaciones al normal funcionamiento de otras instalaciones y/o la red de distribución pública deberán necesariamente ser remodeladas de acuerdo a la presente norma.

2. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

Para la aplicación e interpretación de la presente norma, se establecen básicamente las siguientes definiciones y terminología:

2.1. Acometida

Conjunto de conductores y accesorios utilizados para conectar equipos de protección, medida o tablero de distribución (caja de barras), de una instalación interior a una red de distribución.

2.2. Accesorios

Material complementario utilizado en instalaciones eléctricas, cuyo fin principal es cumplir funciones de índole más bien mecánicas que eléctricas.

2.3. Aislación

Conjunto de elementos utilizados en la ejecución de una instalación y construcción de un aparato o equipo y cuya finalidad es evitar el contacto con o entre partes activas.

2.4. Aislación principal o básica

Aislación aplicada a las partes activas necesaria para asegurar la protección principal o básica contra choques eléctricos.

2.5. Aislación suplementaria

Aislación independiente prevista, además de la aislación básica, con el objeto de asegurar la protección contra choques eléctricos en caso de falla de aislación básica.

2.6. Aislación doble

Aislación que comprende, a la vez, la aislación básica y la aislación suplementaria.

2.7. Aislación reforzada

Sistema de aislación única aplicada en las partes bajo tensión, que provee un grado de protección contra choques eléctricos, equivalente a una aislación doble.

2.8. Aislamiento

Magnitud numérica que caracteriza la aislación de un material equipo o instalación.

2.9. Baja tensión

Nivel de tensión igual o inferior a 1000 V.

2.10. Barrera

Elemento que asegura protección contra contactos indirectos en todas las direcciones de acceso.

2.11. Borne o barra principal de tierra

Borne o barra prevista para la conexión de los dispositivos de puesta a tierra, de los conductores de protección y conductores equipotenciales.

2.12. Caja

Elemento de material incombustible adecuado para alojar dispositivos, accesorios y conductores de una instalación de interiores.

2.13. Canalización

Cañería rígida metálica o no metálica, cañería flexible metálica o no metálica, conducto metálico o no metálico, bandeja portacables metálica o no metálica, con tapa o sin ella, y todo otro elemento normalizado para contener conductores eléctricos, de telefonía, de video, de alarmas, y de muy bajas tensiones en general, y sus elementos de fijación.

a) Canalización eléctrica:

Canalización conteniendo conductores eléctricos o prevista para ello.

b) Canalización telefónica:

Canalización conteniendo conductores telefónicos o prevista para ello.

c) Canalización para video:

Canalización conteniendo conductores para el sistema de video o prevista para ello.

d) Canalización para alarmas:

Canalización conteniendo conductores para algún sistema de alarmas (robo, incendio, etc.) o prevista para ello.

e) Canalización para un sistema de cómputos o para la red de computación:

Canalización conteniendo conductores para la instalación de computación o prevista para ello.

2.14. Canalización a la vista

Canalizaciones que son observadas a simple vista.

2.15. Canalización empotrada o embutida

Canalizaciones colocadas en perforaciones o calados hechos en muros, losas y tabiques de una construcción, recubiertas por las terminaciones o enlucidos de estos.

2.16. Canalización oculta

Canalizaciones colocadas en lugares que no permiten su visualización directa, pero que son accesibles en toda su extensión. Este término también es aplicable a equipos.

2.17. Canalización preembutida

Canalización que se incorpora a la estructura de una edificación junto con sus envigados.

2.18. Canalización subterránea

Canalizaciones que van enterradas en el suelo.

2.19. Característica $I^2 \cdot t$ de un interruptor automático

Información (generalmente una curva o un valor en $A^2 \cdot s$) que da los valores máximos de $I^2 \cdot t$ que corresponden al tiempo de corte en función de la intensidad prevista (valor eficaz de la componente periódica en corriente alterna) hasta el valor máximo de la intensidad prevista que pertenece al poder asignado de corte en cortocircuito a la tensión

correspondiente. El valor $I^2 \cdot t$ del interruptor debe ser igual o menor que el $K^2 S^2$ del conductor a proteger (donde K es la constante del material aislante) para asegurar que este no sobrepasará su temperatura máxima permitida en cortocircuito (160 °C con aislación de PVC o 250 °C con aislación de polietileno reticulado, por ejemplo).

2.20. Carga

Es todo aquel artefacto, equipo o instalación cuyo mecanismo u operación requiere del consumo de energía eléctrica para su funcionamiento.

2.21. Carga lineal

Es una carga cuyas características no afectan las formas de onda de tensión y corriente durante su periodo de funcionamiento.

2.22. Carga no lineal

Es una carga cuyas características afectan los parámetros de la alimentación modificando la forma de onda de tensión y/o corriente durante su periodo de funcionamiento.

2.23. Circuito eléctrico (circuito)

Conjunto de medios a través de los cuales puede circular la corriente eléctrica.

2.24. Conductor

Hilo metálico, de sección transversal frecuentemente cilíndrico o rectangular, destinado a conducir corriente eléctrica. De acuerdo a su forma constructiva podrá ser designado como alambre, si se trata de una sección circular sólida única, barra si se trata de una sección rectangular o conductor cableado si la sección resultante está formada por varios alambres iguales de sección menor.

2.25. Conductor activo

Conductor destinado al transporte de energía eléctrica. Se aplicara esta calificación a los conductores de fase y neutro de un sistema de corriente alterna o a los conductores positivo, negativo de sistemas de corriente continua.

2.26. Conductor aislado

Conductor en el cual su superficie esta protegida de los contactos directos mediante una cubierta compuesta de una o mas capas concéntricas de material aislante.

2.27. Conductor desnudo

Conductor en el cual su superficie esta expuesta al contacto directo sin protección de ninguna especie.

2.28. Conductor PEN

Es un conductor puesto a tierra que combina las funciones de conductor de protección (PE) y conductor neutro (N).

2.29. Conductor de protección (PE)

Conductor requerido en ciertas medidas de protección contra los choques eléctricos y que conecta algunas de las siguientes partes:

- Masas;
- elementos conductores;
- barra equipotencial principal;
- borne o barra principal de los tableros;
- toma o electrodos de tierra;
- punto de alimentación unido a tierra o al punto neutro artificial.

2.30. Conductor de tierra

Conductor de protección que conecta el borne o barra principal de tierra con la toma o electrodo de tierra.

2.31. Conductor de neutro (N)

Conductor conectado al punto neutro y destinado a la conducción de energía eléctrica. En ciertos casos y condiciones específicas, las funciones del conductor neutro y el conductor de protección (tierra), pueden ser combinadas en un solo conductor.

2.32. Conductor equipotencial

Conductor de protección que asegura la conexión equipotencial.

2.33. Conexión equipotencial

Conexión que coloca masas y elementos conductores ajenos a la instalación eléctrica, a un mismo potencial.

2.34. Conector

Dispositivo destinado a establecer una conexión eléctrica entre dos o más conductores por medio de presión mecánica.

2.35. Contacto directo

Contacto de personas, animales domésticos o de ganadería con partes activas.

2.36. Contacto indirecto

Contacto de personas, animales domésticos o de ganadería con masas (partes conductoras accesibles), las cuales han quedado bajo tensión debido a una falla de aislación.

2.37. Corriente admisible de un conductor

Valor máximo de corriente que puede circular en forma continua o permanente por un conductor, bajo condiciones determinadas (de temperatura, instalación, etc.), sin que su temperatura de régimen sea superior al valor especificado para dicho conductor.

2.38. Corriente convencional de actuación operación o funcionamiento (de un dispositivo de protección)

Valor especificado de corriente que provoca la actuación de un dispositivo de protección, dentro de un tiempo normalizado, denominado tiempo convencional.

2.39. Corriente de contacto, choque o "shock" (corriente patofisiológicamente peligrosa)

Corriente que atraviesa el cuerpo humano o el de un animal y cuya intensidad, dependiendo de la frecuencia, armónicos y duración, puede causar daños al organismo. La intensidad de la corriente de choque o "shock" depende de las circunstancias y de los individuos.

2.40. Corriente de cortocircuito

Sobrecorriente causada por contacto directo, de impedancia despreciable, entre dos puntos que en condiciones normales de servicio presentan una diferencia de potencial.

2.41. Corriente diferencial-residual

Valor eficaz de la suma de los valores instantáneos de la corriente que recorre todos los conductores activos de un circuito en un punto de la instalación.

2.42. Corriente de falla

Corriente resultante de un defecto de la aislación.

2.43. Corriente de falla a tierra

Corriente de falla que fluye a tierra.

2.44. Corriente de fuga (en una instalación)

Una corriente que, en ausencia de falla o defecto fluye a tierra o a una parte conductora extraña, en un circuito.

2.45. Corriente de sobrecarga

Corriente debida a una carga excesiva, numéricamente superior a la corriente nominal, que se presenta en un circuito eléctricamente no dañado.

2.46. Cortocircuito

Conexión de impedancia despreciable entre dos puntos que en condiciones normales están a distintos potenciales.

2.47. Demanda máxima

Mayor demanda que se presenta en una instalación o parte de ella. Es válida en un determinado punto y período de tiempo.

2.48. Demanda media

Valor promedio de los valores de demanda que se presentan en una instalación o parte de ella. Es válida en un punto y período determinado.

Se interpreta como la demanda que siendo constante en el tiempo, consume la misma energía que si la demanda fuese variable.

2.49. Detección de sobreintensidad

Función destinada a constatar que la intensidad de corriente de un circuito, excede el valor predeterminado durante un tiempo especificado.

2.50. Disyuntor

Dispositivo de protección provisto de comando manual y cuya función es desconectar automáticamente una instalación o la parte en falla de ella, por la acción de un elemento termomagnético u otro de características de accionamiento equivalentes, cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado.

2.51. Electrodo de tierra

Son conductores desnudos, enterrados, cuya finalidad es establecer contacto eléctrico con tierra.

2.52. Elemento conductor ajeno a la instalación

Elemento que no forma parte de la instalación eléctrica pero que ante algún defecto de aislación de cualquier equipo o material, puede conducir una corriente de falla. Pueden ser elementos conductores:

- Elementos metálicos utilizados en la construcción de un edificio.
- Tuberías metálicas de gas, agua, calefacción y los aparatos que se encuentran conectados a ellas (radiadores, lavaplatos, etc.)
- Pisos y paredes no aislados.

2.53. Envolvente (carcasa)

Elemento que asegura la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y protección contra los contactos directos en cualquier dirección.

2.54. Estanco

Material que no permite el paso o ingreso de un determinado agente. Por ejemplo: Un material estanco al agua, es aquel que no permite la entrada de agua.

2.55. Factor de carga

El factor de carga es la relación entre la demanda media y la demanda máxima, es valido en un determinado punto y periodo de tiempo.

2.56. Factor de coincidencia o simultaneidad

Es la relación entre la demanda máxima de todo el sistema y la suma de las demandas máximas individuales. Es el inverso del factor de diversidad. Es valido en un determinado punto y periodo de tiempo.

2.57. Factor de demanda

Es la relación entre la demanda máxima y la potencia total instalada siendo esta última referida a la carga o demanda (no se debe confundir con potencia total instalada para satisfacer la demanda), es valido en un determinado punto y periodo de tiempo.

2.58. Factor de diversidad

Es la relación de la suma de las demandas máximas individuales y la demanda máxima de todo el sistema, es valido en un determinado punto y periodo de tiempo.

2.59. Factor de instalación

Es la relación entre la potencia total instalada en la fuente y la potencia total instalada en la carga, es válido en un determinado punto y período de tiempo.

2.60. Factor de reserva

Es la relación entre la potencia total instalada (en la fuente) y la demanda máxima. Es la relación inversa del factor de utilización. Es valido en un determinado punto y período de tiempo.

2.61. Factor de responsabilidad en la demanda máxima

Este factor se define como la relación entre la demanda de una carga en el momento de la demanda máxima del sistema y la demanda máxima de esta carga. Es válido en un determinado punto y período de tiempo. La relación inversa de este factor es llamado factor de participación en la demanda máxima.

2.62. Factor de utilización

Es la relación entre la demanda máxima y la potencia total instalada para satisfacer esta demanda (Potencia en fuente no se debe confundir con potencia instalada en carga), es valido para un determinado punto y período de tiempo.

2.63. Falla

Unión entre dos puntos a potencial diferente o ausencia temporal o permanente de la energía al interior o exterior de una instalación, que provoca una condición anormal de funcionamiento de ella, de alguno de sus circuitos o parte de éstos.

2.64. Falla a masa

Es la unión accidental que se produce entre un conductor activo y la cubierta o bastidor metálico de un aparato, artefacto o equipo eléctrico.

2.65. Falla a tierra

Es la unión de un conductor activo con tierra o con equipos conectados a tierra.

2.66. Fusible

Dispositivo de protección cuya función es desconectar automáticamente una instalación o la parte en falla de ella, por la fusión de un hilo conductor, que es uno de sus componentes, cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado.

2.67. Iluminación de emergencia

Termino genérico aplicado a sistemas de iluminación destinados a ser usados en caso de falla de la iluminación normal. Su objetivo básico es permitir la evacuación segura de lugares en que transiten, permanezcan o trabajen personas.

2.68. Iluminación de seguridad

Parte de la iluminación de emergencia destinado a garantizar la seguridad de las personas que evacuan una zona determinada o que deben concluir alguna tarea que no es posible abandonar en ciertas condiciones.

2.69. Iluminación de zonas de trabajo riesgoso

Iluminación destinada a permitir la ejecución de los procedimientos de detención o control de estos trabajos, garantizando la seguridad de estas personas que los desarrollan o que se encuentran en la zona.

2.70. Impedancia del lazo de falla

Resultante de la suma vectorial de las componentes resistivas y reactivas del lazo de falla.

2.71. Instalación de puesta a tierra

Conjunto de conexiones cuya finalidad es el de establecer un contacto eléctrico con tierra.

2.72. Instalación eléctrica

Es la combinación técnica y apropiada de materiales eléctricos y accesorios correctamente interconectados para cumplir una función específica.

2.73. Instalación interior

Instalación eléctrica construida en el interior de una propiedad o predio.

2.74. Instalaciones en lugares peligrosos

Instalaciones erigidas en lugares o recintos en los cuales se manipulan elementos o agentes de fácil inflamación o explosivos.

2.75. Instalaciones provisionales

Son instalaciones que tienen una duración limitada. Estas pueden ser instalaciones:

- De reparación
- De trabajos.
- Semi – permanentes
- Obras

2.76. Instrucción obligatoria

Es aquella que en la aplicación de la norma se debe cumplir obligatoriamente. Se caracteriza por el uso de las palabras "debe", "deben" o "deberán".

2.77. Interruptor de efecto

Elemento de una instalación, destinado a conectar o desconectar un circuito y/o su respectiva carga, ya sea en vacío o con carga. Su capacidad nominal se fijará en función de su tensión nominal y de las corrientes nominales de carga y/o de interrupción.

2.78. Interruptor automático

Dispositivo de protección y maniobra cuya función es desconectar automáticamente una instalación o parte de ella, por la acción de un elemento bimetálico y/o elemento electromagnético, cuando la corriente que circula por el, exceda un valor pre - establecido en un tiempo dado.

Se define por el número de polos, tensión nominal, corriente nominal permanente y corriente nominal de apertura en kA simétricos y eventualmente el tipo de chasis, montaje o instalación.

2.79. Interruptor automático extraíble

Interruptor automático que, además de sus contactos de interrupción, posee un juego de contactos de seccionamiento que le permite, en posición extraída ser desconectado del circuito principal con una distancia de seccionamiento según prescripciones especificadas.

2.80. Interruptor diferencial

Dispositivo de protección cuya función es desconectar automáticamente una instalación cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.

2.81. Línea de tierra

Conductor que une el electrodo de tierra con un punto de la instalación eléctrica que se quiere poner a tierra.

2.82. Luminaria

Aparato que está destinado al montaje de una o varias lámparas y sus accesorios cuya función es dirigir controlar, filtrar y transmitir el flujo luminoso.

2.83. Material eléctrico

Todos los materiales utilizados para la producción, distribución, transformación y utilización de la energía eléctrica, tales como máquinas, transformadores, aparatos, instrumentos, dispositivos de protección conductores, etc.

2.84. Masa

Parte conductora de un equipo o material eléctrico, aislada respecto a los conductores activos, pero que en condiciones de falla puede quedar sometida a tensión.

2.85. Moldura

Ducto generalmente de material plástico o metálico utilizado en canalizaciones a la vista.

2.86. Obstáculo

Elemento que impide un contacto directo fortuito, pero no impide el contacto por acción deliberada.

2.87. Parte activa

Conductores o partes conductoras de materiales o equipos que en condiciones normales se encuentran bajo tensión de servicio pudiendo en condiciones anormales estar momentáneamente o permanentemente bajo sobretensión.

Las partes activas incluyen al conductor neutro, y las partes conductoras conectadas a él pero, por convención, no el conductor PEN.

2.88. Parte conductora

Parte capaz de conducir corriente, aunque no se emplee necesariamente para conducir corriente en servicio normal.

2.89. Partes accesibles

Conductores o partes conductoras que pueden ser tocadas por una persona o animales domésticos o de ganadería.

Pueden ser partes accesibles:

- Partes activas.
- Masas.
- Elementos conductores.
- Tomas de tierra.
- Conductores de protección.

2.90. Personal calificado

Personal que esta capacitado en el montaje y operación de equipos e instalaciones eléctricas y en los riesgos que en ellos puedan presentarse.

2.91. Poder asignado de cierre en cortocircuito

El poder asignado de cierre en cortocircuito de un interruptor automático es el valor del poder de cierre en cortocircuito fijado para ese interruptor automático por el fabricante para la tensión establecida de empleo, a la frecuencia asignada y para un factor de potencia especificado en corriente alterna, o una constante de tiempo especificada en corriente continua. Se expresa por el valor máximo de cresta de la intensidad prevista. Un poder asignado de cierre implica que el interruptor automático es capaz de establecer la intensidad correspondiente a ese poder asignado para una tensión aplicada adecuada a la tensión establecida de empleo.

2.92. Poder asignado de corte de servicio en cortocircuito

El poder de corte asignado de corte de servicio en cortocircuito de un interruptor automático es el valor de poder de corte de servicio en cortocircuito fijado por el fabricante para ese interruptor automático para la tensión asignada de empleo correspondiente.

2.93. Poder asignado de corte último en cortocircuito

El poder asignado de corte último en cortocircuito fijado por el fabricante para ese interruptor automático para la tensión asignada de empleo correspondiente. Se expresa por el valor de intensidad cortada prevista en kA. (Valor eficaz de la componente periódica en el caso de la corriente alterna)

2.94. Poder de cierre (de un aparato de conexión)

Valor de la intensidad prevista de cierre que es capaz de establecer un aparato de conexión bajo una tensión dada y en condiciones prescritas de empleo y de funcionamiento.

2.95. Poder de cierre en cortocircuito

Poder de cierre para el cual las condiciones prescritas incluyen un cortocircuito en bornes del aparato de conexión.

2.96. Poder de corte o capacidad de ruptura (de un aparato de conexión o de un fusible)

Valor de la intensidad prevista de corte que un aparato de conexión o un fusible es capaz de interrumpir bajo una tensión dada y en condiciones prescritas de empleo y funcionamiento.

2.97. Poder de corte o capacidad de ruptura en cortocircuito

Poder de corte para el cual las condiciones prescritas incluyen un cortocircuito en bornes del aparato de conexión.

2.98. Potencia total instalada en carga

Es la suma de las potencias nominales de los equipos o puntos conectados a un circuito, es válida en un determinado punto y periodo de tiempo.

2.99. Potencia total instalada en fuente

Es la suma de las potencias nominales de los equipos destinados a satisfacer una demanda, es válida en un determinado punto y período de tiempo.

2.100. Protecciones

Dispositivos destinados a desenergizar un sistema, circuito o artefacto cuando en ellos se alteran las condiciones normales de funcionamiento.

2.101. Protector térmico

Dispositivo destinado a limitar la sobrecarga de artefactos eléctricos mediante la acción de una componente que actúa por variaciones de temperatura, generalmente un par bimetálico.

2.102. Resistencia de puesta a tierra

Valor de resistencia eléctrica medido entre un electrodo de tierra y una tierra de referencia, mas la resistencia eléctrica de la línea de tierra.

2.103. Resistencia total de puesta a tierra

Resistencia entre el borne o terminal principal de tierra y la tierra.

2.104. Resistividad específica de tierra

Es la resistencia eléctrica específica del suelo en consideración; usualmente se presenta como la resistencia de un cubo de arista unitaria, medida entre dos caras opuestas de él.

En el sistema internacional de unidades su unidad será el $\text{Ohm} \cdot \text{m}^2/\text{m} = \text{Ohm} \cdot \text{m}$.

2.105. Selectividad

Funcionamiento coordinado de dispositivos de protección conectados en serie (interruptores automáticos, interruptores termomagnéticos, fusibles) para lograr una desconexión escalonada que delimite los efectos de una falla. Para eso tiene que desconectar el aparato de protección preconnectado (aguas arriba) mas cercano al lugar donde se produjo el cortocircuito. Los dispositivos de protección deben permanecer conectados.

2.106. Selectividad parcial

Selectividad en el caso de una sobreintensidad en la cual, en presencia de dos dispositivos de protección de máxima intensidad, colocamos en serie, el dispositivo de protección aguas abajo asegura la protección hasta un nivel dado de sobreintensidad sin provocar el funcionamiento del otro dispositivo de protección.

2.107. Selectividad total

Selectividad en el caso de una sobreintensidad en la cual la presencia de dos dispositivos de protección de máxima intensidad, colocados en serie, el dispositivo de protección aguas abajo asegura la protección sin provocar el funcionamiento del otro dispositivo de protección.

2.108. Servicio ininterrumpido

Servicio sin intervalo de descanso en los cuales los contactos principales de un material se mantienen cerrados, sin interrupción, siendo recorridos por una intensidad constante durante periodos superiores a 8 horas (semanas, meses o incluso años).

2.109. Símbolos de unidades

En la aplicación de la presente norma se usará la siguiente nomenclatura del sistema internacional de unidades:

Tabla 1 – Unidades SI de base

Magnitud	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente	Ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de materia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Tabla 2 – Unidades SI derivadas de uso en electricidad

Magnitud	Unidad	Símbolo
Frecuencia	Hertz	Hz
Potencia	Watt	W
Diferencia de potencial	Volt	V
Carga Eléctrica	Coulomb	C
Capacitancia	Farad	F
Flujo magnético	Weber	Wb
Inducción magnética	Tesla	T
Resistencia, impedancia	Ohm	Ω
Inductancia	Henry	H
Conductancia	Siemens	S
Flujo luminoso	Lumen	lm
Iluminación	Lux	lx

2.110.Sistemas de emergencia

Conjunto de instalaciones y equipo eléctrico destinado a proporcionar energía a aquellas partes de la instalación de consumo cuyo funcionamiento es esencial para la protección de la vida, la propiedad privada, por razones de seguridad o necesidad de continuidad de un proceso, cuando se interrumpe la alimentación normal de la instalación desde la red pública.

2.111.Sobrecarga

Condiciones de funcionamiento de un circuito eléctricamente sano o sin defecto, que provocan una sobreintensidad.

2.112.Sobrecorriente o sobreintensidad

Toda corriente superior al valor de la corriente nominal. Para los conductores, la corriente admisible es considerada como corriente nominal bajo condiciones determinadas, definiciones y/o cálculos establecidos en esta norma.

2.113.Suelo

Capa superficial de la tierra constituida por diversos componentes minerales y orgánicos.

2.114.Tensión de contacto

Tensión que aparece durante una falla de aislación entre partes simultáneamente accesibles.

2.115.Tensión de contacto prevista o presunta

La mayor tensión de contacto susceptible de aparecer en la eventualidad de una falla de impedancia despreciable en una instalación eléctrica.

2.116.Tensión de contacto convencional limite

Valor máximo de la tensión de contacto que es permitida, para ser mantenida indefinidamente, en condiciones especificadas de influencias externas.

2.117.Tensión nominal

Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento.

2.118.Tensión de servicio

Valor convencional de la tensión de suministro de energía a los abonados o consumidores, puede variar en límites establecidos por ley.

2.119.Tierra

Masa conductora de la tierra cuyo potencial eléctrico en cada punto se toma por convención igual a cero.

2.120.Toma de tierra

Parte conductora, o grupo de partes conductoras en contacto íntimo con tierra y que aseguran una conexión eléctrica con ella.

2.121.Tomas de tierra eléctricamente independientes

Tomas de tierra suficientemente alejadas las unas de las otras, para que la corriente máxima susceptible de atravesar una de ellas no modifique sensiblemente el potencial de las otras.

2.122.Unidad de potencia sin interrupción (UPS)

Es un equipo integrado por una fuente de poder autónoma capaz de entregar energía a un equipo, circuito o instalación cuando se produce una caída de la fuente de alimentación, durante un periodo de tiempo breve sin producir un corte durante el proceso de transferencia.

2.123.Valores nominales

Son los valores de los parámetros de funcionamiento de un sistema, instalación, equipo o artefacto, definidos por el fabricante o instalador para identificarlos.

2.124.Volumen de accesibilidad al contacto

Volumen alrededor del emplazamiento donde las personas se encuentran y circulan habitualmente, limitado por la superficie que una persona puede alcanzar con su mano.

3. CIRCUITOS DERIVADOS

El presente capítulo contiene las instrucciones necesarias para el diseño de circuitos derivados o “ramales”, tales como:

La determinación de cantidad y potencia de puntos de iluminación, tomacorrientes y fuerza.

La determinación del calibre y tipo de conductor a utilizarse.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES

El tipo de conductor a utilizarse será el designado como conductor cableado (formado por varios alambres iguales de sección menor comúnmente llamado cable). Se prohíbe el uso de conductor designado como alambre, (sección circular sólida única).

Los conductores se deberán identificar con los siguientes colores (tabla 3).

Tabla 3 – Código de colores para conductores

Conductor	Color
Fase 1 (R), (A)	Azul
Fase 2 (S), (B)	Negro
Fase 3 (T), (C)	Rojo
Neutro (N)	Blanco
De protección (PE)	Verde y/o amarillo

Excepcionalmente ante la ausencia de conductores de color azul, negro y rojo se podrán utilizar colores distintos al blanco, verde, amarillo y verde-amarillo, en estos casos se deberán identificar unívocamente cada conductor en los dos extremos de cada tramo, mediante cintas con colores normalizados, o sus denominaciones, anillos, u otro método de identificación indeleble y estable en el tiempo.

Para el conductor de fase de una distribución monofásica se podrá utilizar indistintamente cualquiera de los conductores indicados para las fases. Si una alimentación monofásica parte de una trifásica dentro de una misma instalación, el color del conductor de fase de dicha alimentación monofásica debe ser coincidente con el de la fase que le dio origen.

Para funciones distintas a las indicadas anteriormente, por ejemplo retornos de los circuitos de comando de iluminación, no se pueden usar los colores destinados a las fases, neutro o protección.

3.2. CLASIFICACIÓN

Los circuitos derivados se clasifican de la siguiente manera:

De acuerdo a su aplicación:

- Circuitos de iluminación.
- Circuitos de tomacorrientes.
- Circuitos específicos o de fuerza.
- Circuitos para suministro de energía a instalaciones complementarias de respaldo o “dedicadas”.

De acuerdo al valor nominal o de ajuste de su dispositivo de protección:

- Según norma Americana: 15, 20, 30, 40, 50
- Según norma Europea: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63.

3.3. CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN

La potencia total de los circuitos de iluminación estará determinada por los cálculos luminotécnicos respectivos, el método de cálculo a utilizarse será definido por el proyectista, asimismo, en el diseño de circuitos de iluminación deberá considerarse las instrucciones del capítulo 18 de esta norma (instalaciones de alumbrado o iluminación).

Los niveles de iluminación requeridos y que deberán ser adoptados en el cálculo se listan en el Anexo A, según tipo de ambiente y tarea visual.

En instalaciones domiciliarias y en ambientes de pequeñas dimensiones donde no se realicen tareas visuales severas no es necesario realizar cálculos luminotécnicos. Debiéndose en este caso disponer los puntos de luz tratando de obtener la iluminación más uniforme posible, asimismo debe elegirse el tipo de lámpara y luminaria a criterio.

Para efectos de estimación de potencia instalada en circuitos de iluminación en viviendas y edificios destinados a oficinas y comercios se podrán utilizar los valores de densidad de carga de la tabla 4.

Para efectos de estimación de puntos y potencia instalada en iluminación en edificios públicos, podrá usarse los valores de la tabla 5.

Para luminarias fijas de iluminación incandescente, la potencia debe tomarse igual a la suma de las potencias nominales de las lámparas.

En ambientes con una superpie de hasta 6 m² deberá adoptarse como mínimo una potencia de 60 VA por punto de iluminación incandescente. Para ambientes de una superficie comprendida entre 6 m² y 15 m² deberá adoptarse una potencia como mínimo de 100 VA por punto de iluminación incandescente.

En la instalación de soquets para puntos de iluminación incandescente la conexión de la rosca debe corresponder al neutro.

En las instalaciones que se utilicen luminarias que tenga previsión de un borne para conexión a tierra los circuitos de iluminación deberán cablearse con el conductor de protección (PE)

En instalaciones clasificadas con atmósferas de riesgo o explosión en conductor de protección en los circuitos de iluminación es obligatorio.

Para luminarias fijas de iluminación con lámparas de descarga (fluorescentes), la potencia deberá considerar: la potencia nominal de la lámpara y los accesorios.

Si no se conocen datos precisos la potencia nominal de las luminarias debe tomarse como mínimo 1.8 veces la potencia nominal de la lámpara.

Tabla 4

Densidad de carga para iluminación en VA/m²		
Tipo	Iluminación Incandescente	Iluminación Fluorescente (de alto factor de potencia)
Vivienda de consumo mínimo	10	6
Vivienda de consumo medio	15	6
Vivienda de consumo elevado y superior	20	8
Oficinas	25	10
Locales Comerciales	20	8

En los circuitos de iluminación deberán utilizarse como mínimo conductores de sección equivalente al N° 14 AWG (2.5 mm²).

En instalaciones interiores de departamentos o casas destinadas a viviendas la potencia total instalada por circuito de iluminación general no deberá exceder los 2500 (VA) en todos los puntos de iluminación.

Para efectos de cálculo el factor de potencia que deberá adoptarse para la iluminación incandescente será 1.00.

En caso de iluminación con lámparas de descarga el factor de potencia estará dado por las características de la luminaria y sus equipos asociados.

La caída de tensión en toda la longitud del circuito no deberá exceder el 3% de la tensión nominal de alimentación.

La ubicación de los interruptores debe tener fácil visualización.

Siempre los interruptores deben interrumpir las fases.

Tabla 5

Densidad de carga para iluminación en edificios públicos en VA/m²	
Sala de espectáculos	10
Bancos	20
Peluquerías y salones	30
Iglesias	10
Clubs	20
Juzgados y audiencias	20
Hospitales	20
Hoteles	10
Habitaciones de hospedaje	15
Restaurantes	20
Escuelas	30
Vestíbulos	10
Depósitos, WC	3
Tiendas o locales comerciales	30

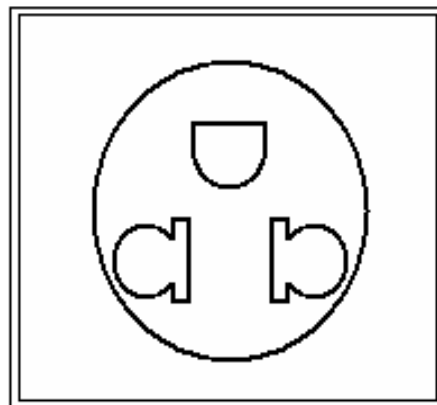
3.4. CIRCUITOS DE TOMACORRIENTES

En todo circuito destinado a tomacorrientes deberá adoptarse 200 VA por toma, en caso de tomas dobles o triples instaladas en una misma caja, la potencia y cantidad deberán computarse como una simple.

Todos los circuitos de tomacorrientes deben contar con un punto de conexión al conductor de protección PE, conductor de tierra.

El tomacorriente de uso obligatorio es el tipo Euro Americano redondo plano con toma de tierra ver Figura 1.

Figura 1
Tomacorriente tipo Euro Americano "redondo plano con toma de tierra"



En viviendas familiares, en oficinas y tiendas comerciales el número mínimo de tomacorrientes se determinará de la siguiente forma:

- Una toma por cada 3.6 m o fracción de su perímetro.
- Una toma a 1.8 m del ingreso de la puerta

El esquema 1 muestra las disposiciones típicas de tomacorrientes.

En edificios públicos el número mínimo de tomacorrientes deberá determinarse de acuerdo a la tabla 6.

Los tomacorrientes en cocinas y en cuartos de baño y en ambientes destinados a niños deberán tener una protección diferencial de circuito, siempre y cuando la configuración eléctrica lo permita.

Tabla 6

Número mínimo de tomacorrientes por cada 20 m²	
Sala de espectáculos	1
Bancos	2
Peluquerías y salones	4
Iglesias	1
Clubs	2
Juzgados y audiencias	3
Hospitales	3
Hoteles	4
Habitaciones de hospedaje	3
Restaurantes	2
Escuelas	2

Para la instalación de tomacorrientes a la intemperie se debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Puntos en espacios semicubiertos, deberán tener un grado de protección como mínimo IP 44 (véase capítulo 23 de esta norma).

- Puntos en espacios a la intemperie no expuestos a chorros de agua, deberán tener un grado de protección como mínimo IP 54 (véase capítulo 23 de esta norma).
- Puntos en espacios a la intemperie expuestos a chorros de agua, deberán tener un grado de protección como mínimo IP 55 (véase capítulo 23 de esta norma).

Estos tomacorrientes deberán tener una protección diferencial de circuito, siempre y cuando la configuración eléctrica lo permita.

Las cajas embutidas deberán ser resistentes a la corrosión, no permitiéndose en este caso el empleo de cajas metálicas.

En una vivienda unifamiliar, se debe instalar al menos un punto de tomacorriente accesible en las siguientes ubicaciones:

- Frontis de la vivienda
- Lateral de la vivienda
- Posterior de la vivienda

En tiendas comerciales se debe instalar en el exterior al menos un punto de tomacorriente y si corresponde una toma de fuerza destinado al uso o suministro de anuncios luminosos.

En oficinas y otros lugares donde se prevea la utilización de equipos informáticos o redes que requieran para su funcionamiento, ya sea por prescripciones de diseño o necesidades del usuario, tensión estabilizada (ATE) o unidad de potencia sin interrupción (UPS). Los dispositivos de maniobra y protección de los circuitos ATE se colocaran a partir de la o las salidas de la fuente de un tablero destinado para tal fin.

Con el objeto de diferenciar los tomacorrientes de circuitos ATE y evitar errores operativos, estos deberán llevar el logotipo que se indica en la figura 2.

Figura 2
Logotipo que debe tener un tomacorriente
del circuito ATE



En los circuitos de tomacorrientes deberán utilizarse como mínimo conductores de sección equivalente al Nº 12 AWG (4 mm^2).

En instalaciones interiores de departamentos o casas destinadas a viviendas, la potencia total instalada por circuito de tomacorrientes deberá ser como máximo 3400 VA.

Para efectos de cálculo el factor de potencia que deberá adoptarse será 0.95.

La caída de tensión en toda la longitud del circuito no deberá exceder el 3 % de la tensión nominal de alimentación.

Los equipos con una potencia igual o mayor a 2000 VA deberán alimentarse con circuitos específicos, llamados circuitos de fuerza.

3.5. CIRCUITOS DE FUERZA

Son circuitos de fuerza aquellos destinados a la alimentación de equipos de una potencia igual o mayor a 2000 (VA).

Los circuitos de fuerza se clasifican en 2 grupos:

- a) Circuitos que alimentan equipos de uso doméstico, tales como: cocinas eléctricas,

calentadores eléctricos (calefones, duchas, estufas), secadores de ropa, etc.

En el caso de calefones, las potencias que deberán adoptarse estarán en función de la capacidad del equipo a instalarse.

En duchas eléctricas deberá adoptarse el valor de 5000 VA por punto, asimismo deberá utilizarse como mínimo el conductor Nº 10 AWG (6 mm^2).

En caso de cocinas eléctricas destinadas a viviendas unifamiliares (no industriales), deberá adoptarse el valor de 5500 VA por punto y un conductor Nº 10 AWG (6 mm^2) como mínimo.

En el punto de ubicación del equipo, si es que el mismo no tuviera su propio dispositivo de maniobra, se determinará disponer necesariamente de un elemento de maniobra para operaciones de conexión y desconexión.

En los circuitos de fuerza para uso domestico, necesariamente deberá instalarse un conductor de protección para asegurar la puesta a tierra de las masas, el calibre de este conductor deberá determinarse de acuerdo al capítulo 9.

- b) Circuitos que alimentan motores eléctricos de más de 2 HP, tales como equipos de soldadura eléctrica, rectificadores de ascensores, de grúas montacargas, etc. Para el diseño de este tipo de circuitos deberá considerarse las prescripciones del capítulo 20.

3.6. CIRCUITOS PARA SUMINISTRO DE ENERGÍA A INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS DE RESPALDO O "DEDICADAS"

Son circuitos monofásicos o trifásicos que alimentan cargas no comprendidas en las definiciones anteriores (ejemplos circuitos de alimentación de muy baja tensión, tales como las de comunicaciones internas del inmueble; sistema de protección contra objetos valiosos, etc.).

Circuitos de muy baja tensión de seguridad con tensión máxima de 24 V, en cuyos puntos de salida pueden conectarse cargas predeterminadas, sea por medio de conexiones fijas o de tomacorrientes para las tensiones respectivas. La alimentación de carga de la fuente de muy baja tensión se realizara por medio de un circuito de alimentación única con sus respectivas protecciones. Los circuitos de muy baja tensión no tienen limitaciones en el número de puntos, potencia de salida de cada una, tipo de alimentación, ubicación, conexionado o dispositivos de salida, ni la potencia total del circuito.

Es responsabilidad del proyectista determinar estas características.

3.7. FACTOR DE POTENCIA

Se considerarán requerimientos de energía reactiva para los siguientes tipos de usuarios:

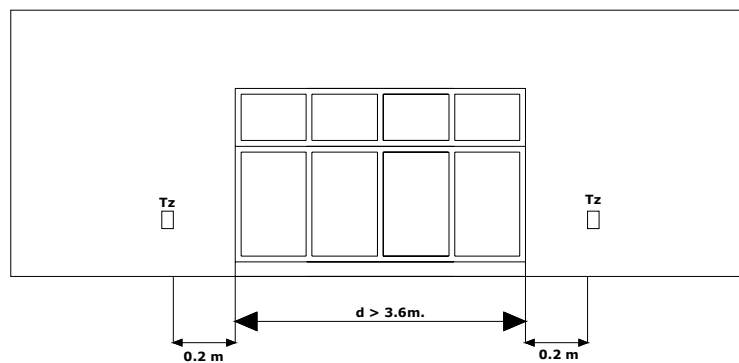
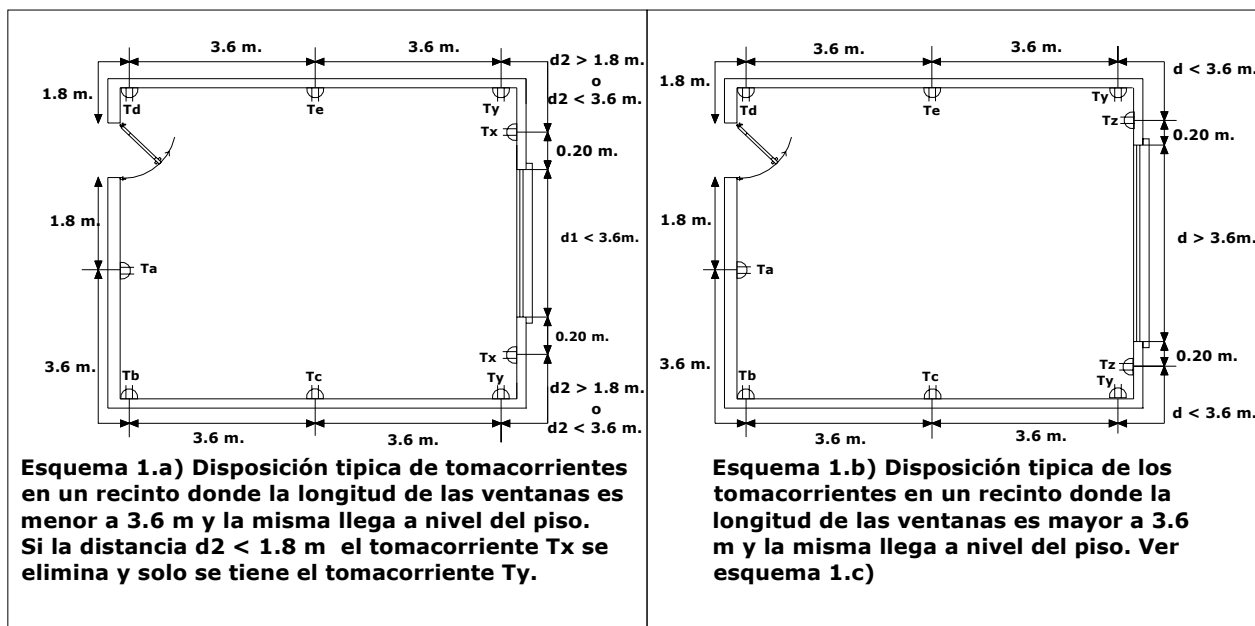
- a) Talleres de mecánica, carpintería, soldadura, mantenimiento mecánico o automotriz con más de 30 kW de demanda máxima de potencia activa prevista.
- b) Edificios, galerías y complejos comerciales.
- c) Instalaciones industriales pequeñas y medianas.

Para toda instalación comprendida en a, b y c, se debe considerar necesariamente el efecto del factor de potencia, investigándolo o calculándolo, a fin de prever un factor de potencia según las siguientes exigencias:

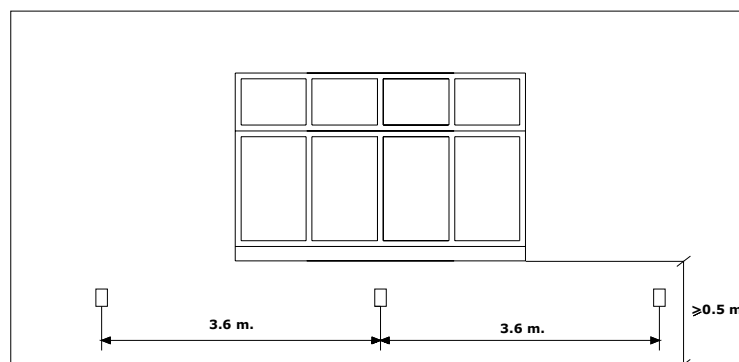
- Los valores medios mensuales del factor de potencia deberán ser como mínimo 0.90.
- Para la determinación del factor de potencia medio de cada mes, se deberá instalar un medidor de energía reactiva, además del medidor de energía activa.

Queda por cuenta del proyectista la determinación del lugar de instalación, ubicación en el sistema eléctrico, número de unidades, tensión nominal, forma de operación, maniobra y protección de los equipos de compensación de potencia reactiva.

Esquema 1 Disposición de los tomacorrientes



Esquema 1.c) En el caso de que la longitud de la ventana es mayor a 3.6 m, además la misma llega a nivel del piso, la salida de los tomacorrientes se debe colocar a una distancia no mayor a 0.20 m.



Esquema 1.d) En el caso de que la ventana no llegue a nivel del piso (altura mayor o igual a 0.5 m), la separación de los tomacorrientes no debe ser mayor a 3.60 m.

4. DETERMINACIÓN DE DEMANDAS MÁXIMAS

4.1. VIVIENDA UNIFAMILIAR

La demanda máxima de una vivienda unifamiliar deberá calcularse con la aplicación de los siguientes criterios:

La potencia total instalada en circuitos de iluminación y tomacorrientes deberá ser afectada por los siguientes factores:

Tabla 7 – Factores de demanda para iluminación y tomacorrientes

Potencia instalada	Factor de demanda
Los primeros 3000 VA	100%
De 3001 VA a 8000 VA	35%
De 8001 VA ó más	25%

La potencia total instalada en circuitos de fuerza deberá ser afectada por los siguientes factores de demanda:

Tabla 8 – Factores de demanda para tomas de fuerza

Numero de puntos de fuerza	Factor de demanda
2 ó menos	100%
3 a 5	75%
6 ó más	50%

La demanda máxima de la vivienda será la suma directa de las demandas máximas de los circuitos de iluminación, tomacorrientes y fuerza.

Las demandas máximas se clasifican en mínima, media, elevada y superior, pudiéndose asociar con niveles de consumo de energía de la siguiente manera:

Tabla 9 – Niveles de consumo y demanda máxima

Niveles de consumo de energía	Demanda máxima	Uso de la energía
Mínimo hasta 500 kWh/mes	3.7 kVA	1 Circuito de iluminación. 1 Circuito de tomacorrientes.
Medio hasta 1000 kWh/mes	7.0 kVA	1 Circuito de iluminación. 1 Circuito de tomacorrientes. 1 Circuito de fuerza, (reemplazable por un circuito de iluminación o tomacorrientes)
Elevado hasta 1500 kWh/mes	10 kVA	2 Circuitos de iluminación. 2 Circuitos de tomacorrientes 1 Circuito de fuerza
Superior desde 1500 kWh/mes	mayor a 10 kVA	2 Circuitos de iluminación. 2 Circuitos de tomacorrientes 1 Circuito de fuerza 1 Uso de elección libre.

Para fines de estimación de la demanda máxima, esta se relaciona con la superficie de la vivienda de la siguiente forma:

Tabla 10 – Niveles de consumo y superficie

Niveles de consumo	Superficie máxima
Mínimo	Hasta 60 m ²
Medio	Mas de 60 m ² hasta 130 m ²
Elevado	Mas de 130 m ² hasta 200 m ²
Superior	Mas de 200 m ²

4.2. EDIFICIOS DESTINADOS PRINCIPALMENTE A VIVIENDAS

La demanda máxima simultánea correspondiente a un edificio destinado principalmente a viviendas, se calculará sumando:

- La demanda máxima simultánea correspondiente al conjunto de departamentos.
- La demanda máxima de los servicios generales del edificio.
- La demanda máxima de los locales comerciales y áreas de servicio.

Cada una de las demandas anteriores se calculará de la siguiente forma:

- La demanda máxima correspondiente al conjunto de departamentos, se deberá obtener sumando las demandas máximas por cada vivienda calculada en forma descrita en 4.1 (vivienda unifamiliar), este valor se deberá multiplicar por un factor de simultaneidad de viviendas de acuerdo a la tabla 11.

Tabla 11 – Factores de simultaneidad entre viviendas

Nº de viviendas unifamiliares	Nivel de consumo mínimo y medio	Nivel de consumo elevado y superior
2 - 4	1.0	0.8
5 - 15	0.8	0.7
16 - 25	0.6	0.5
Mayor a 25	0.5	0.4

La demanda máxima correspondiente a los servicios generales del edificio, se deberá calcular sumando directamente la potencia en ascensores, bombas hidráulicas, montacargas, iluminación de gradas, circulación, parqueos, viviendas de porteros y otros de uso general del edificio, no se aplicará ningún factor de demanda.

La demanda máxima correspondiente a los locales comerciales del edificio deberá ser calculada de la siguiente forma: Se sumará las potencias de iluminación y tomacorrientes y luego este valor deberá ser multiplicado por los factores de demanda detallados en 4.1, si la demanda máxima por local fuera inferior a 1000 VA, deberá adoptarse este valor como mínimo.

4.3. EDIFICIOS DESTINADOS A LOCALES COMERCIALES U OFICINAS

La demanda máxima correspondiente a edificios comerciales o de oficinas deberá ser calculada de la siguiente forma:

- La demanda máxima por oficina o local comercial se tomará como el 100% de la potencia instalada, la demanda máxima del conjunto se determinará con los siguientes factores de demanda.

Tabla 12 – Factores de demanda en edificios comerciales u oficinas

Potencia instalada	Factor de demanda
Primeros 20000 VA	100%
Exceso de 20000 VA	70%

La demanda máxima correspondiente a los servicios generales del edificio se calculará de acuerdo a lo establecido en 4.2.

La demanda máxima será la suma directa de las anteriores demandas.

4.4. EDIFICIOS PUBLICOS

La demanda máxima en instalaciones de edificios públicos correspondiente a circuitos de iluminación general, deberá calcularse con los factores de demanda mostrados en la tabla 13.

La demanda máxima en instalaciones de edificios públicos correspondientes a tomacorrientes deberá calcularse con los factores de demanda de la tabla 14.

La demanda máxima del edificio será la suma de las demandas máximas de tomacorrientes, iluminación y servicios generales.

4.5. INSTALACIONES INDUSTRIALES

La demanda máxima en instalaciones industriales deberá ser determinada de acuerdo a las exigencias de cada industria.

4.6. PUESTO DE TRANSFORMACIÓN

Cuando la demanda máxima supere los 50 kVA, deberá preverse espacio físico para la instalación de un puesto de transformación (*).

Si la demanda máxima es superior a 75 kVA, deberá preverse espacio físico para la instalación de un transformador trifásico (*).

(*) Las características de los puestos de transformación deberán ser definidas con la distribuidora local.

Tabla 13 – Factores de demanda para iluminación en edificios públicos

Tipo de edificio	Potencia a la cual es aplicado el factor de demanda	Factor de demanda
Sala de espectáculos	Potencia total (W)	100%
Bancos	Potencia total (W)	100%
Peluquerías y salones de belleza	Potencia total (W)	100%
Iglesias	Potencia total (W)	100%
Clubs	Potencia total (W)	100%
Juzgados y audiencias	Potencia total (W)	100%
Hospitales	50000 (W) o menor	40%
	sobre 50000 (W)	20%
Hoteles	20000 (W) o menos	50%
	Próximos a 80000 (W)	40%
	Exceso sobre 100000 (W)	30%
Habitaciones de hospedaje	Potencia total (W)	100%
Restaurantes	Potencia total (W)	100%
Escuelas	Potencia total (W)	100%

Tabla 14 – Factores de demanda para tomacorrientes en edificios públicos

Tipo de edificio	Potencia a la cual es aplicado el factor de demanda	Factor de demanda
Sala de espectáculos	Potencia total (W)	20%
Bancos	Potencia total (W)	70%
Peluquerías y salones de belleza	Potencia total (W)	80%
Iglesias	Potencia total (W)	20%
Clubs	Potencia total (W)	30%
Juzgados y audiencias	Potencia total (W)	40%
Hospitales	50000 (W) o menor	40%
	sobre 50000 (W)	20%
Hoteles	20000 (W) o menos	50%
	Próximos a 80000 (W)	40%
	Exceso sobre 100000 (W)	30%
Habitaciones de hospedaje	10000 (W) o menos	100%
	Próximos a 40000 (W)	35%
	Exceso sobre 50000 (W)	25%
Restaurantes	Potencia total (W)	30%
Escuelas	Potencia total (W)	20%

5. ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

5.1. ALIMENTADORES

Los alimentadores se clasifican en:

- Alimentadores: son aquellos que van entre el equipo de medida y el primer tablero de la instalación, o los controlados desde el tablero general y que alimenten tableros generales auxiliares o tableros de distribución de los circuitos derivados.
- Subalimentadores: son aquellos que derivan desde un alimentador directamente o a través de un tablero de paso, o bien, los controlados desde un tablero general auxiliar.

La máxima caída de tensión permitida en un alimentador deberá ser de 2 %.

5.2. SELECCIÓN DE CONDUCTORES

En un alimentador la selección de conductores deberá efectuarse de acuerdo a la corriente que transportaran y a los siguientes criterios:

- Capacidad térmica de conducción.
- Máxima caída de tensión permisible.
- Máxima corriente de cortocircuito.

La sección nominal de los conductores debe seleccionarse en forma preliminar de acuerdo al primer criterio, tomando en cuenta todos los factores de corrección que sean pertinentes. Esta sección debe verificarse de acuerdo al segundo criterio. Para instalaciones con transformador propio debe considerarse la máxima corriente de cortocircuito de los circuitos.

La tabla 15 muestra la comparación entre las secciones normalizadas de la norma americana AWG y la norma europea IEC.

Todos los conductores utilizados para los alimentadores deben cumplir con lo especificado en el punto 3.1 de esta norma (características de los conductores)

5.2.1. Capacidad térmica de conducción

Los conductores de los circuitos ramales deben tener una capacidad de conducción no menor a la máxima demanda a ser atendida.

En la selección del conductor por capacidad de conducción se deberán considerar los siguientes factores:

- Temperatura ambiente.
- Tipo de aislante y temperatura máxima admitida por aislante.
- Sistema de instalación de los conductores y número de conductores agrupados.

La tabla 16 muestra esquemas y descripción de los sistemas de instalación.

La tabla 17 muestra las capacidades de conducción de conductores de fabricación nacional.

Para efectos de aplicación de la tabla 17, los sistemas de instalación 1 a 7 de la tabla 16, son considerados en ducto y los sistemas 8 a 13 son considerados al aire libre.

La tabla 18 muestra los factores de corrección por temperaturas ambientes diferentes de 30°C a ser aplicados a las capacidades de conducción de la tabla 17.

La tabla 19 muestra los factores de corrección que se deben aplicar a los valores de la tabla 17, cuando hubieran agrupamientos de más de 3 conductores sin espaciamiento, o más de 3 conductores instalados en un cable multipolar.

Cuando por distintas razones sean utilizados conductores de características de aislación distintas a los de fabricación nacional, conductores importados, la capacidad de conducción y factores de corrección deberán ser determinados de acuerdo a las normas del país de origen de los conductores.

Tabla 15 – Tabla comparativa escala AWG / kCM X serie métrica IEC

AWG / kCM (*)		IEC mm	AWG / kCM (*)		IEC mm
Nº	mm		Nº	mm	
40	0.0050		9	6.65	
39	0.0062		8	8.36	
		0.0072			10
7	0.0082			10.52	
37	0.0100		6	13.28	
		0.012			16
36	0.013		5	16.77	
35	0.016		4	21.15	
		0.018			25
34	0.02		3	27	
33	0.025		2	33.62	
		0.029			35
32	0.032		1	42.37	
31	0.040				50
		0.046	1/0	53.49	
30	0.051		2/0	67.43	
29	0.065				70
		0.073	3/0	85.01	
28	0.08				95
27	0.102		4/0	107.21	
		0.12			120
26	0.128		250000 (*)	126.69	
25	0.163				150
		0.18	300000 (*)	151.86	
24	0.20		350000 (*)	177.43	
23	0.26				185
		0.3	400000 (*)	202.69	
22	0.32				240
21	0.41		500000 (*)	253.06	
		0.5			300
20	0.52		600000 (*)	304.24	
19	0.65		700000 (*)	354.45	
		0.75	750000 (*)	380.00	
18	0.82				400
		1	800000 (*)	405.71	
17	1.04		900000 (*)	455.00	
16	1.31				500
		1.5	1000000 (*)	506.04	
15	1.65				630
14	2.08		1250000 (*)	633.40	
		2.5	1500000 (*)	760.10	
13	2.63				800
12	3.31		1750000 (*)	886.70	
		4			1000
11	4.15		2000000 (*)	1013.00	
10	5.26		2500000 (*)	1266.20	
		6			

Tabla 16 – Sistema de instalación

Sistemas de instalación			
Descripción	Esquema	Descripción	Esquema
1. Conductores aislados dentro de tubos protectores en montaje superficial.		2. Conductores aislados dentro de tubos protectores embutidos en pared o piso.	
3. Conductores aislados dentro de tubos protectores en canaleta (abierta a ventanilla).		4. Conductores uni o multipolares conductos.	
5. Conductores aislados en canaletas.		6. Conductores aislados en molduras o rodones.	
7. Conductores uni o multipolares en espacios de construcción o fosos.		8. Conductores uni o multipolares fijados en paredes.	
9. Conductores uni o multipolares en canaleta (abierta o cerrada)		10. Conductores uni o multipolares bandejas.	
11. Conductores uni o multipolares suspendidos en cable menajero.		12. Conductores aislados instalados sobre aisladores.	
13. Conductores aislados en líneas aéreas.			

Tabla 17–Capacidad de conducción para alambres y cables de cobre aislados con PVC 60°C (TW) o PCV 75 °C (THW) a temperatura ambiente de 30 °C (hasta 3 conductores agrupados)

Calibre AWG/kCM(*)	Sección mm ²	Capacidad de corriente en (A)	
		En ducto	Aire libre
16	1.31	10	15
14	2.08	15	20
12	3.31	20	25
10	5.26	30	40
8	8.36	40	60
6	13.28	55	80
4	21.15	70	105
2	33.62	95	140
1	42.37	110	160
1/0	53.49	150	195
2/0	67.43	175	225
3/0	85.01	200	255
4/0	107.21	230	305
250000 (*)	126.69	255	335
300000 (*)	151.86	285	375
350000 (*)	177.43	310	405
400000 (*)	202.69	335	435
500000 (*)	253.06	380	500
600000 (*)	304.24	420	555
700000 (*)	354.45	460	600
800000 (*)	405.71	490	645
900000 (*)	457.44	520	680
1000000 (*)	506.04	545	710

Tabla 18 – Factores de corrección para temperaturas ambientes diferentes de 30°C y para líneas subterráneas de 20°C (temperatura del suelo para líneas subterráneas)

Temperatura en °C	PVC	EPR o XLPE	PVC	EPR o XLPE
	Ambiente		Suelo	
10	1.22	1.15	1.10	1.07
15	1.17	1.12	1.05	1.04
20	1.12	1.08	1	1
25	1.06	1.04	0.95	0.96
30	1	1	0.89	0.93
35	0.94	0.96	0.84	0.89
40	0.87	0.91	0.77	0.85
45	0.79	0.87	0.71	0.80
50	0.71	0.82	0.63	0.76
55	0.61	0.76	0.55	0.71
60	0.50	0.71	0.45	0.65
65	-	0.65	-	0.60
70	-	0.58	-	0.53
75	-	0.50	-	0.46
80	-	0.41	-	0.38

Tabla 19 – Factores de corrección a aplicar cuando hubieran mas de 3 conductores sin espaciamiento o mas de tres conductores instalados en un cable multipolar

Numero de conductores instalados	Factores de corrección
4 a 6	0.80
7 a 9	0.70
10 a 20	0.50
21 a 30	0.45
31 a 40	0.40
Mas de 41	0.35

5.2.2. Máxima caída de tensión permitida

En toda la longitud de los conductores de los circuitos de iluminación, tomacorrientes y fuerza, la máxima caída de tensión no deberá exceder de 5 % (2 % para alimentadores y 3 % para circuitos derivados).

5.2.3. Máxima corriente de cortocircuito

La máxima corriente de cortocircuito que soporta un conductor se deberá calcular con la siguiente expresión:

$$I_{CC} = \frac{0,34A}{\sqrt{t}} \left[\log \left\{ \frac{234 + T_f}{234 + T_i} \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- A : Área del conductor, en mm^2
 t : Tiempo de duración de la falla, en s
 T_f : Temperatura máxima admisible del conductor en régimen de cortocircuito, en $^{\circ}\text{C}$
 T_i : Temperatura máxima admisible del conductor en régimen normal de operación, en $^{\circ}\text{C}$
 I_{cc} : Máxima corriente de cortocircuito, en kA.

La tabla 20 muestra valores normalizados para T_f y T_i . También para determinar las características de cortocircuito, podrán aplicarse los graficos 3, 4 y 5.

5.3. CONDUCTOR NEUTRO

El conductor neutro se dimensionará según el siguiente criterio:

- El conductor neutro de alimentadores monofásicos tendrá la misma sección del conductor de fase.
- El neutro de los alimentadores trifásicos que sirvan cargas lineales tales como alumbrado incandescente, calefacción y fuerza, se dimensionará de modo tal que su sección sea establecida de acuerdo con la tabla 21.
- El neutro de los alimentadores trifásicos o de circuitos trifásicos que sirvan cargas no lineales, tales como rectificadores, reguladores de velocidad, etc., se dimensionara de la siguiente manera:

Para porcentajes menores a 33% de la tercera armónica en la corriente de línea, el cálculo de la sección de los conductores se lo realizara en función de las corrientes de línea, corrigiendo la sección del neutro. Para porcentajes mayores del 33% de la tercera armónica en la corriente de línea, el calculo de la sección de los conductores deberá realizarse en función de las corrientes en el neutro corrigiendo la sección de conductores de línea, para todo este calculo se tomara los coeficientes de la tabla 22. Véase ejemplo en el anexo H.

5.4. FIJACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Se prohíbe la fijación de los conductores a escaleras de incendio, instalaciones de plomería o canales de drenaje y otras que podrían eventualmente quedar energizadas.

5.5. ACOMETIDAS

Se denomina acometida, al conductor que une eléctricamente la red de distribución pública con el tablero principal.

Las acometidas podrán ser aéreas, subterráneas o ambos sistemas combinados.

Las instrucciones que se listan a continuación son válidas para las ciudades y áreas urbanas del país, las mismas en ningún caso son limitativas debiendo las empresas distribuidoras reglamentar los detalles constructivos específicos de acuerdo a las características propias de sus redes de distribución.

Las acometidas de sistemas de electrificación rural no están comprendidas en el alcance de esta norma.

Deberá adoptarse una acometida por edificio. Salvo ciertas excepciones que se detallaran mas adelante.

Los conductores de acometidas no deberán tener uniones o derivaciones.

La longitud máxima permitida de una acometida deberá ser de 40 m, siempre que las condiciones técnicas lo permitan.

En acometidas aéreas la distancia mínima en disposición vertical entre conductores será de 15 cm.

En capitales de departamento, las acometidas deberán ser subterráneas cuando el calibre del conductor sea superior al Nº 4 AWG (21 mm^2). La altura de llegada de los conductores aéreos de la acometida desde de la red de distribución a la edificación, deberá ser como mínimo 3.5 m, para tal efecto se podrán utilizar estructuras intermedias como ser postes o pequeñas torres dispuestas sobre los botaguas de la muralla de la edificación.

Tabla 20 – Valores normalizados de T_f y T_i

Tipo de aislación	T_f (°C)	T_i (°C)
PVC	160	70
Polietileno reticulado (XLPE)	250	90
Goma etileno propileno (ERP)	250	90

Tabla 21 – Sección del conductor neutro

Sección del conductor de fase (mm ²)	Sección mínima del conductor neutro mm ²
S ≤ 25 (2 AWG)	S
35 (1 AWG)	25 (2 AWG)
50 (1/0 AWG)	25 (2 AWG)
70 (2/0 AWG)	35 (1 AWG)
95 (3/0 AWG)	50 (1/0 AWG)
120 (4/0 AWG)	70 (2/0 AWG)
150	70 (2/0 AWG)
185	95 (3/0 AWG)
240	120 (4/0 AWG)
300	150
400	240
500	240
630	400
800	400
1000	500

Tabla 22 – Factores de corrección aplicable a circuitos trifásicos de 4 conductores donde este prevista la presencia de armónicos de 3º orden

Porcentaje de la 3º armónica en la corriente de fase (%)	Factor de corrección	
	Selección basada en la corriente de línea	Selección basada en la corriente de neutro
0 – 15	1.00	-
15 – 33	0.86	-
33 – 45	-	0.86
> 45	-	1.00

NOTA: Estos valores de reducción son aplicables a sistemas trifásicos equilibrados y a cables de 4 o 5 conductores donde el conductor neutro sea del mismo material y de la misma sección de los conductores de fase. Estos valores de reducción de las intensidades admisibles fueron calculados sobre la base de las corrientes de tercera armónica; no obstante, si fueran esperadas distorsiones mayores al 10 % por las corrientes armónicas superiores (9ª y otras), son aplicables también las reducciones consideradas.

Gráfico 3
Corriente máxima de cortocircuito
Cables de cobre aislado con PVC de 0.6/1 kV
Conexiones prensadas o soldadas

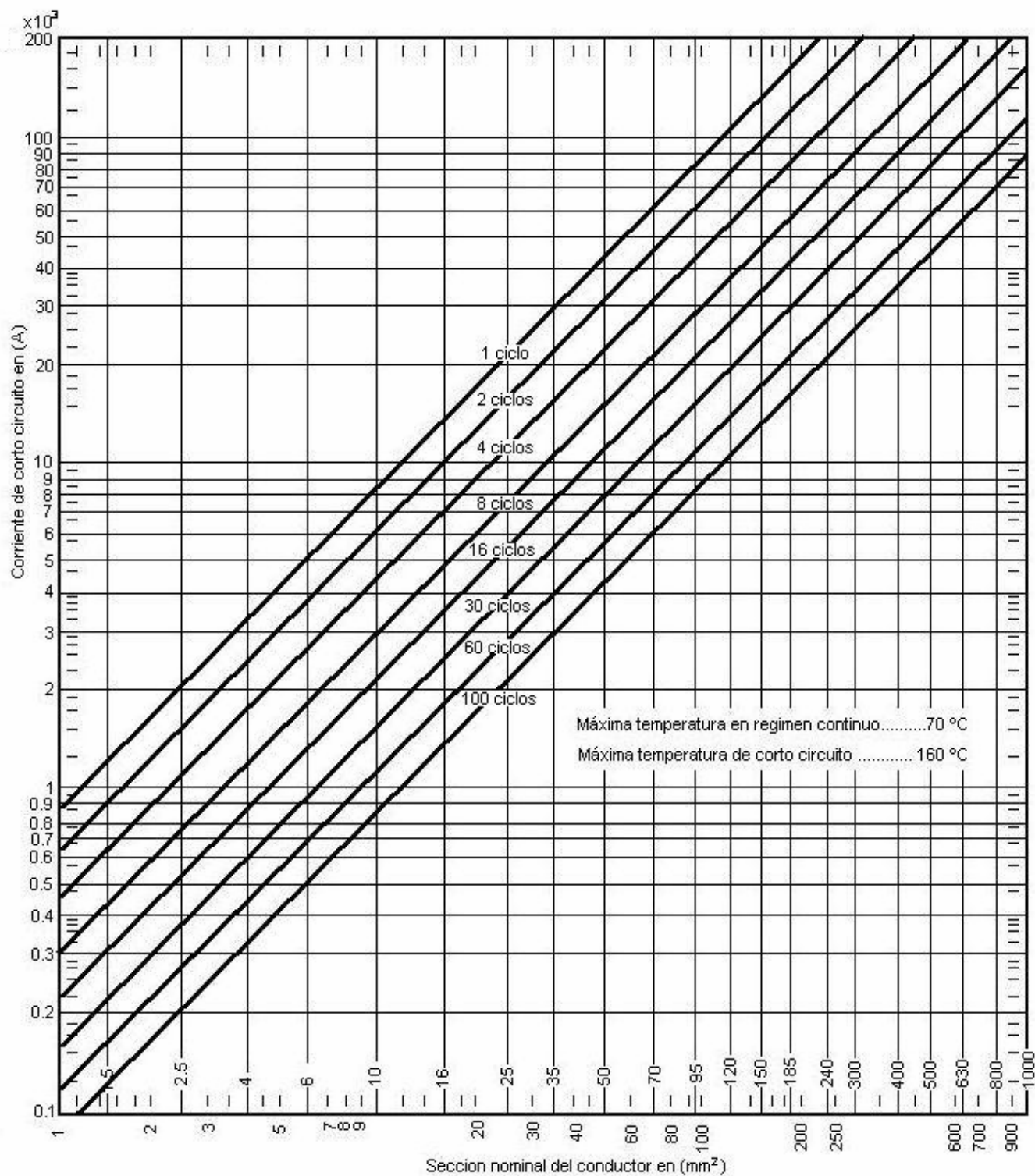


Gráfico 4
Corriente máxima de cortocircuito
Cables de cobre aislado con XLPE y EPR de 0.6/1 kV
Conexiones prensadas

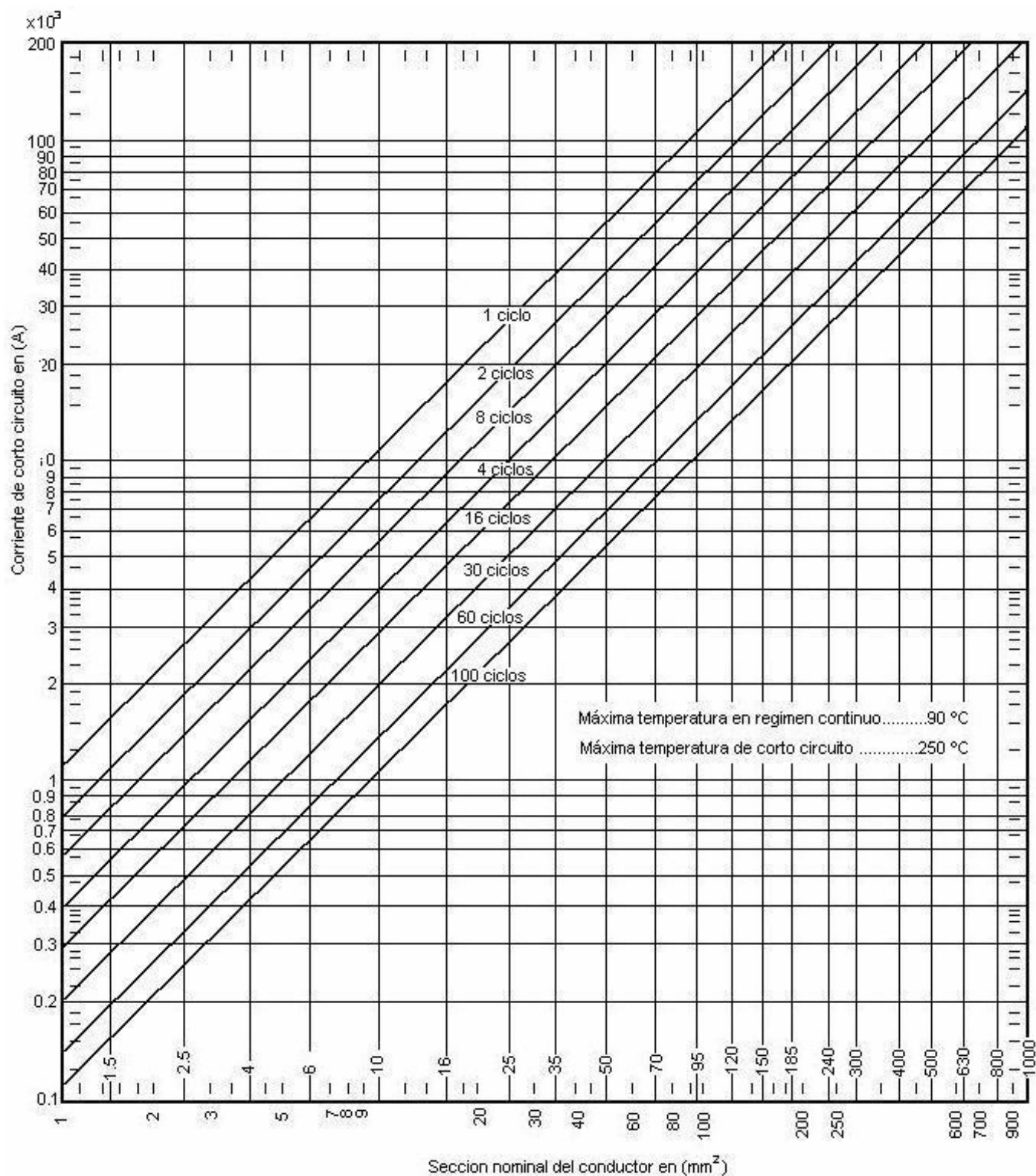
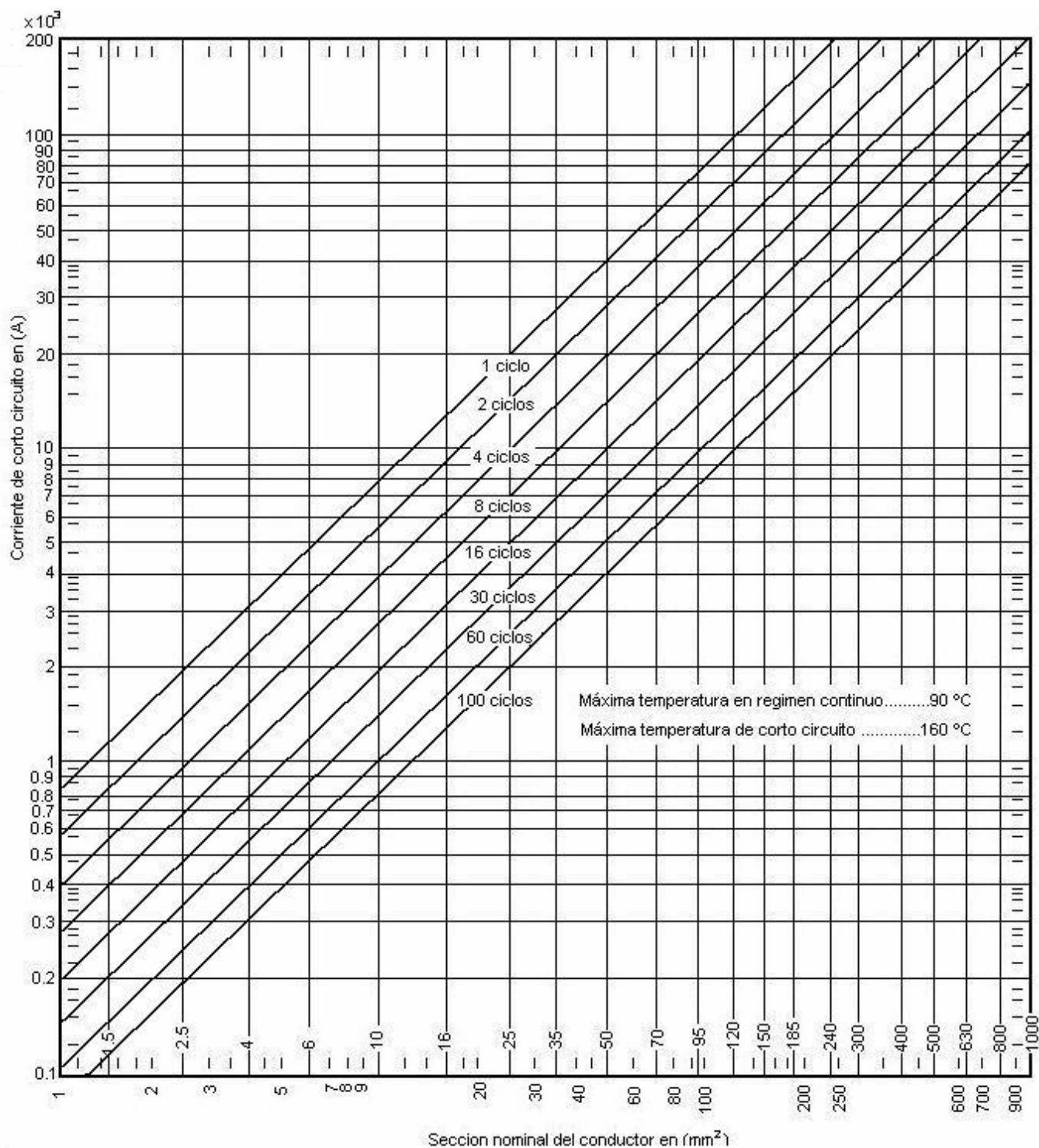


Gráfico 5
Corriente máxima de cortocircuito
Cables de cobre aislado con XLPE y EPR de 0.6/1 kV
Conexiones soldadas



En caso de utilizarse postes como estructuras intermedias, debe cumplirse que:

- El poste debe estar ubicado en la propiedad del abonado.
- En caso de poste de madera, la sección mínima en la cima no deberá ser menor a 10 cm².
- La longitud mínima total deberá ser de 7 m.

La distancia mínima de paso entre la acometida, ventanas, puertas y balcones, deberá ser de 1 m.

El conductor mínimo a utilizarse en acometidas monofásicas, será el equivalente al N° 10 AWG de Cu. (6 mm²) y en acometidas trifásicas el N° 8 AWG de Cu (10 mm²).

En caso de un incremento significativo a la carga existente por parte del usuario se debe alertar a la empresa distribuidora a fin de que esta garantice el suministro.

El esquema 2 muestra las disposiciones físicas generales para acometidas.

5.5.1. Edificación con mas de una acometida

Se permiten acometidas adicionales para los siguientes casos:

- Bombas contra incendios.
- Sistemas de emergencia.
- Sistemas de reserva exigidos legalmente
- Edificios con múltiples inmuebles donde no existe espacio disponible para equipos de acometida accesibles a todos los usuarios.
- Edificación tan grande como para hacer necesarias más de una acometida.

En el caso que se instale más de una acometida debe especificarse en todos los tableros la cantidad de acometidas existentes y el uso o área que alimenta cada una de ellas.

5.5.2. Distancias mínimas en una acometida

Las distancias mínimas para la instalación de la acometida respecto de piso terminado serán:

- A 3.5 m en paso de peatones con una tensión respecto a tierra no mayor a 150 V.
- A 3.66 m en ingreso a edificios residenciales, accesos vehiculares y zonas comerciales no sujetas a ingreso de camiones con una tensión respecto a tierra no mayor a 300 V.
- A 4.57 m en ingreso a edificios residenciales, accesos vehiculares y zonas comerciales no sujetas a ingreso de camiones con una tensión respecto a tierra mayor a 300 V.
- A 5.49 m sobre calles, callejones avenidas o carreteras públicas sujetas al tráfico de camiones con distancias menores a 20 m.

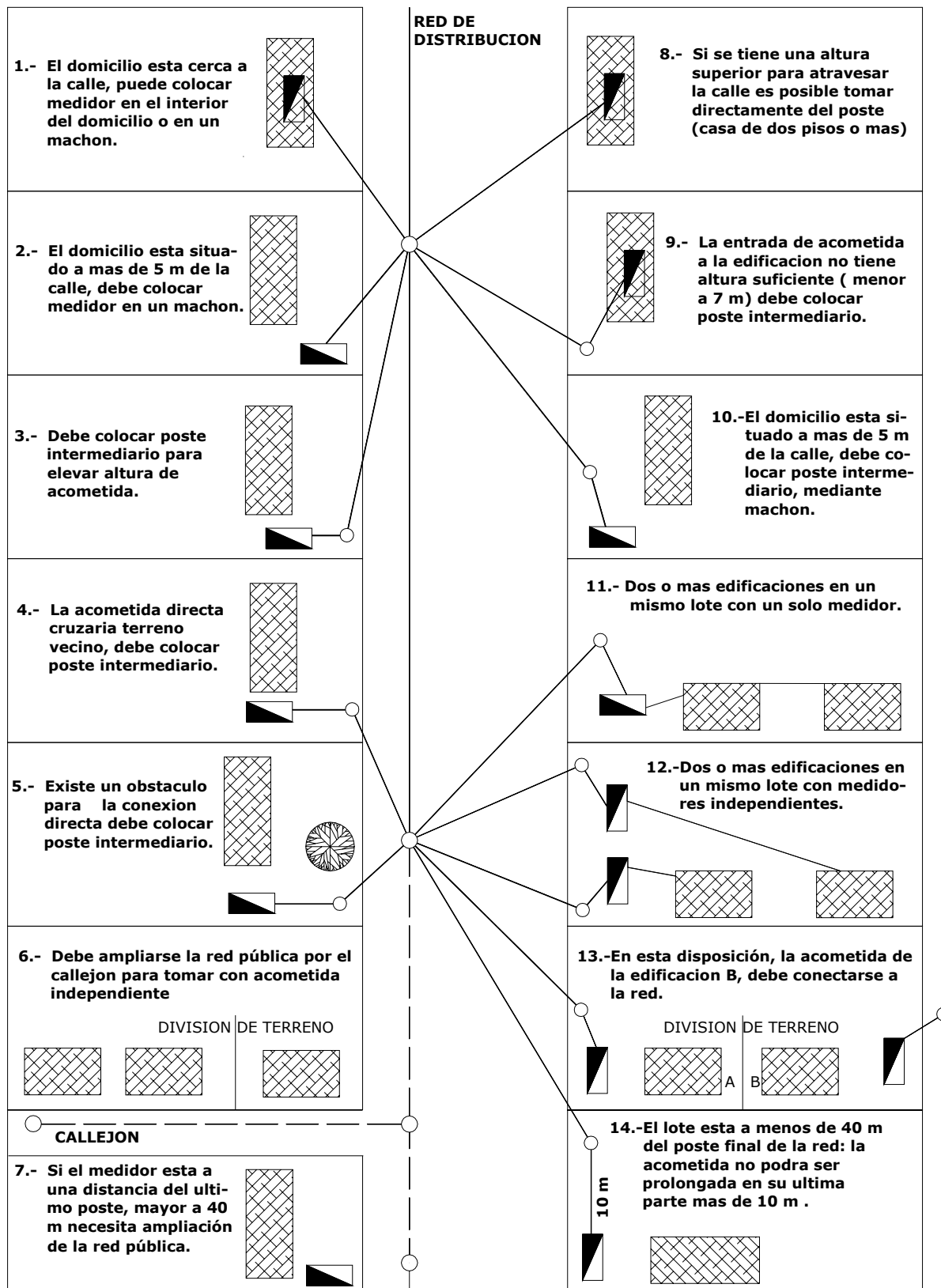
5.5.3. Distancias mínimas a servicios independientes de la instalación

Estas distancias son requerimientos particulares para evitar interferencias electromagnéticas, podrían ser mayores según las características del proyecto.

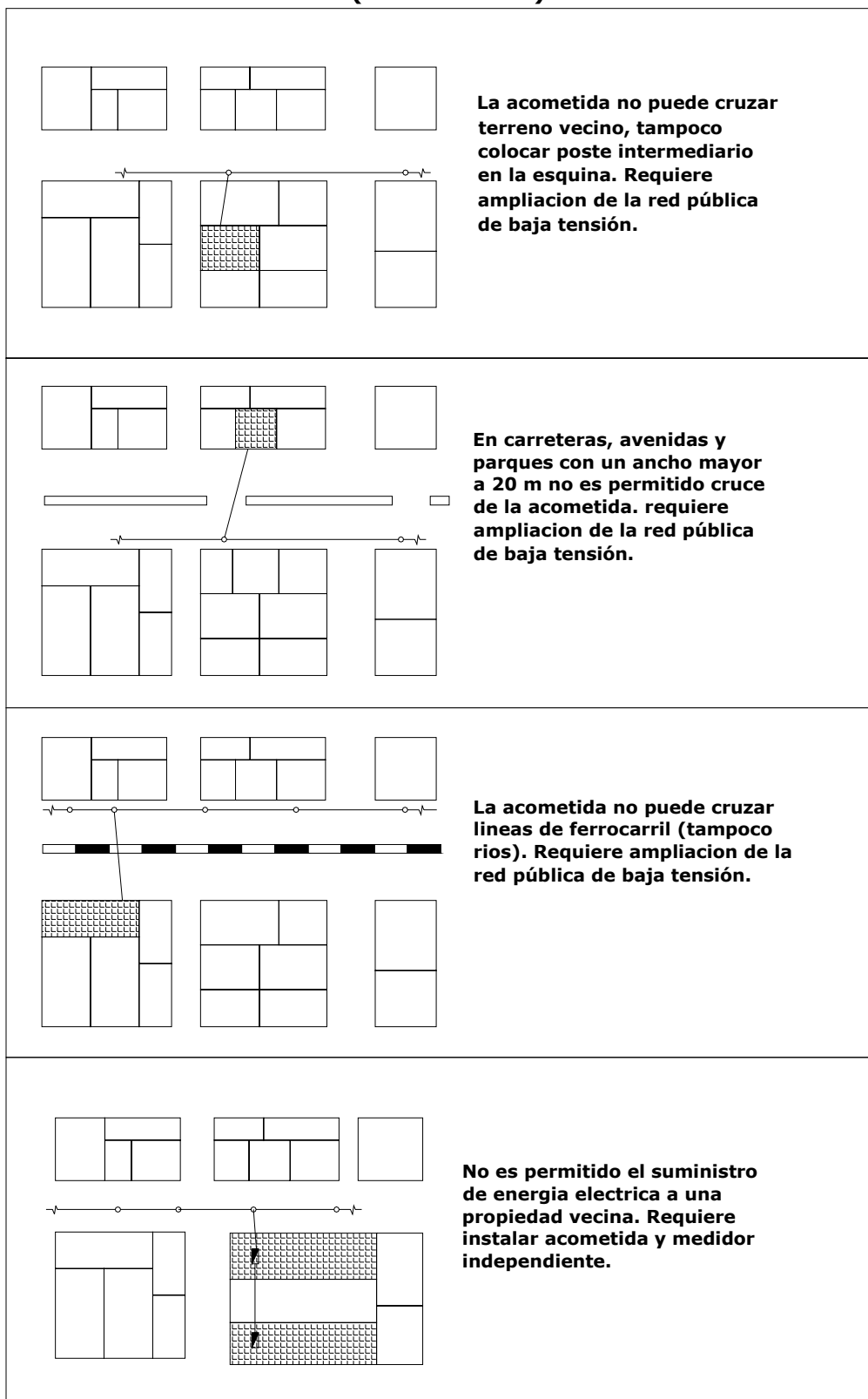
- Distancia entre conductores de energía y conductores de señalización y comando: 0.2 m.
- Distancia entre conductores de energía y conductores de telecomunicaciones: 0.2 m.
- Distancia entre conductores de telecomunicaciones y conductores de señalización y comando: 0.2 m.
- Distancia entre conductores de energía y otros servicios: 0.5 m.

En el caso de no poder mantener la separación efectiva de estos conductores se deben separar a través de una hilera de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego, al arco eléctrico y que sean malos conductores del calor, de por lo menos 0.05 cm de espesor.

Esquema 2
Disposiciones generales para la acometida



Esquema 2
Disposiciones generales para la acometida
(Continuación)



5.6. VARIACIONES PERMITIDAS DE TENSIÓN NOMINAL DE SUMINISTRO

La tensión nominal en baja tensión es determinada por el "REGLAMENTO DE CALIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD" (RCDE), que señala en su anexo:

2. Índices de calidad del producto técnico.

2.1 Niveles de tensión

III. Cuando el suministro es realizado en Baja Tensión, los límites de variación de tensión serán:

Tabla 23 – Límites de variación de tensión

Nivel de calidad	Tensión	Rango admitido máximo	Rango admitido mínimo
Calidad 1	115	120.8	103.5
	220	236.5	203.5
	230	241.5	207
	380	408.5	351.5
	400	420	360
Calidad 2	115	121.9	101.2
	220	239.8	200.2
	230	243.8	202.4
	380	414.2	345.8
	400	424.0	352.0
Calidad 3	220	239.8	200.2
	380	414.2	345.8

Donde el artículo 3 de mismo reglamento señala:

ARTÍCULO 2.- (NIVELES DE CALIDAD).

A efectos del presente Reglamento, se asignan los siguientes niveles de calidad para el Servicio Público de Distribución de las Empresas Distribuidoras, ubicadas en una Ciudad o Localidad dentro de su respectiva área de concesión:

i) Calidad 1

Ciudad o localidad con un número de consumidores establecido en el punto 1 del Anexo y suministro de energía eléctrica del Sistema Interconectado Nacional.

ii) Calidad 2

Ciudad o localidad con un número de consumidores establecido en el punto 1 del Anexo y suministro de energía eléctrica del Sistema Interconectado Nacional.

iii) Calidad 3

Ciudad o Localidad con suministro de energía eléctrica de un Sistema Aislado Integrado.

Y en el punto 1 del anexo señala:

1. NIVELES DE CALIDAD

El número de consumidores para la calidad 1 y la calidad 2 se establece en el siguiente cuadro:

Nivel de calidad	Numero de consumidores
Calidad 1	Mayor o igual a 10.000
Calidad 2	Menor a 10000

El proyectista de acuerdo a las características propias de su instalación debe adoptar el nivel de tensión nominal que corresponde.

6. TABLEROS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6.1. GENERALIDADES

Se entiende por tablero a un recinto que rodea o aloja un equipo eléctrico con el fin de protegerlo contra las condiciones externas y prevenir contactos accidentales de partes energizadas (activas), con personas o seres vivos.

Los tableros deberán contar con la certificación de ensayos de calidad (véase capítulos 9 y 10 de la NB 148002)

6.1.1. Lugar de instalación de tableros

Los tableros se instalarán en lugares secos, de fácil acceso y alejados de otras instalaciones tales como las de gas, agua, teléfono, etc., serán ubicados en lugares seguros y fácilmente accesibles, teniendo en cuenta las condiciones particulares siguientes:

Los tableros de locales de reunión de personas se ubicarán en recintos solo accesibles al personal de operación y administración.

Para lugares húmedos, mojados, a la intemperie o polvorientos, los tableros deberán construirse con el grado de protección IP adecuado al ambiente (véase capítulo 23 de esta norma).

En caso de ser necesaria la instalación de tableros en recintos peligrosos con riesgo de incendio o explosión, estos deberán ser contruidos acorde a disposiciones exigidas en el capítulo 13 de esta norma (Instalaciones en locales con riesgo de incendio o explosión).

En el recinto donde se ubicarán los tableros se deberá disponer la iluminación adecuada para operar en forma segura y efectiva los dispositivos de maniobra así como para leer los instrumentos con facilidad.

Delante de la superficie frontal de un tablero habrá un espacio libre suficiente para la realización de trabajos y operaciones, el mismo no será menor a 1 m.

Para el caso en que los tableros necesiten acceso posterior deberá dejarse detrás del mismo un espacio libre mínimo 0.7 m, en los casos de tableros con puerta posterior, deberá dejarse una distancia, con puerta abierta, de 0.5 m. Se deberá respetar la condición más desfavorable.

Los ambientes donde se instalen tableros no podrán ser usados para el almacenamiento de algún tipo de material, con excepción de herramientas y repuestos del propio tablero.

Las dimensiones mínimas del ambiente y el número mínimo de salidas estarán de acuerdo con lo indicado en el esquema 3.

El nivel de iluminación mínimo en el ambiente donde se ubique el tablero será de 200 lx, medido a un metro del nivel del piso, sobre el frente del tablero. Además deberá preverse un sistema de iluminación de emergencia autónomo.

La puerta del ambiente deberá abrir hacia fuera, será construida de material incombustible. El ambiente, su puerta deberán señalizarse con letreros de fácil identificación.

6.1.2. Clasificación

(Véase numeral 2 del capítulo 4 de la NB 148001)

Por su aplicación se clasifican en:

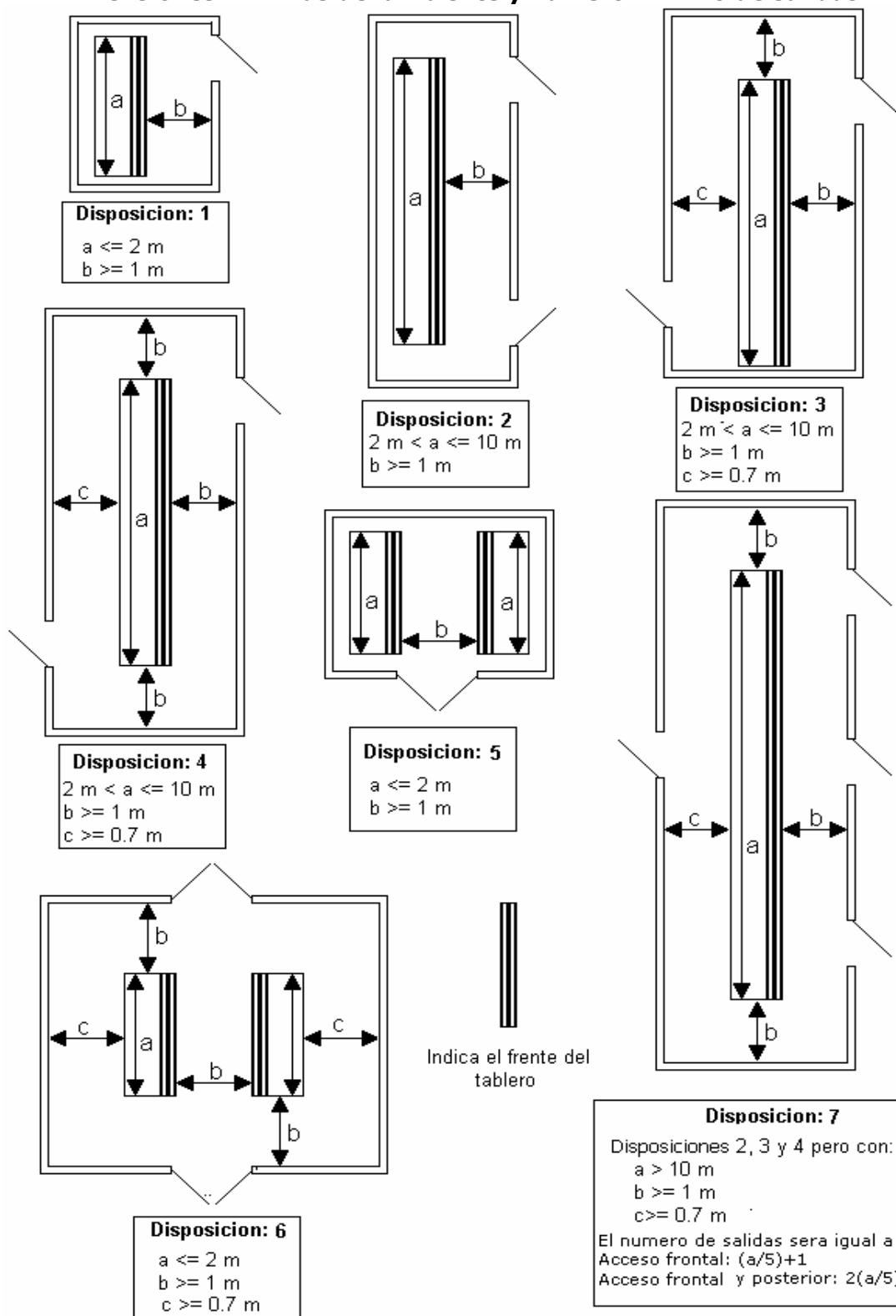
6.1.2.1. Tablero de distribución general (TDG)

Es aquel desde el cual se alimenta y protege toda la red de circuitos de distribución eléctrica de interiores de una edificación y permite interrumpir total o parcialmente el suministro de energía eléctrica.

6.1.2.2. Tablero de distribución (TD)

Es aquel del cual se deriva y protege los circuitos secundarios o demandas de la distribución eléctrica de interiores de una edificación.

Esquema 3
Dimensiones mínimas del ambiente y número mínimo de salidas



NOTA: No se aplica a tableros embutidos

6.1.2.3. Tablero para comando (TC) ó para fuerza motriz (TFM)

Es aquel destinado para la puesta en marcha de un motor o mecanismo eléctrico especial y que contiene los dispositivos y accesorios necesarios para ese propósito, además de controlar y proteger los circuitos de energía eléctrica, destinados al accionamiento de equipos y maquinarias.

6.1.2.4. Tablero de paso (TP)

Es aquel que permite ejecutar determinado tipo de conexiones sobre los circuitos eléctricos y en los que únicamente se instalaran dispositivos de protección térmica.

6.1.2.5. Tablero auxiliar (TA)

Es aquel que facilita el ordenamiento y la disposición de los circuitos de alimentación y derivación de las instalaciones eléctricas de interiores de una edificación.

Pueden ser tableros generales auxiliares (TGA) o tableros de distribución auxiliares (TDA) o tablero de paso auxiliar (TPA) o simplemente tablero auxiliar (TA).

6.1.2.6. Tablero de distribución único (TDU)

Es aquel que cuando en una instalación eléctrica de interiores de una edificación, se ha previsto la instalación de un solo tablero de distribución.

6.1.2.7. Tablero para iluminación (TI)

Es aquel destinado únicamente a controlar y proteger los circuitos de energía eléctrica para efectos de iluminación.

6.1.2.8. Tablero para calefacción (TK)

Es aquel destinado únicamente a controlar y proteger los circuitos de energía eléctrica del sistema de calefacción.

6.1.2.9. Tablero para medición (TM n ϕ)

Es aquel destinado a la instalación de medidores de energía eléctrica sin dispositivo de protección incorporado. Se debe indicar el número de fases (n ϕ = número de fases).

Ejemplo: 1 ϕ = monofásico; 3 ϕ = trifásico

6.1.2.10. Tablero para medición y protección (TMP n ϕ)

Es aquel destinado a la instalación de medidores de energía eléctrica con dispositivo de protección incorporado. Se debe indicar el número de fases (n ϕ = número de fases).

Ejemplo: 1 ϕ = monofásico; 3 ϕ = trifásico

6.1.2.11. Tablero centralizador de medidores (TCM)

Es aquel destinado a la instalación de más de un medidor.

6.1.3. Aspectos generales en la forma constructiva de los tableros

Todo tablero deberá llevar en su frente un logotipo, marcado en forma indeleble, que prevenga la existencia de riesgo de choque eléctrico. Además deberá poseer en el frente del mismo y en el frente de la puerta de entrada (si el tablero estuviera dispuesto en un ambiente dedicado) la identificación "Tablero eléctrico principal" o, si correspondiera, "Tablero eléctrico seccional" en caracteres de fácil lectura a una distancia desde donde se la puede visualizar.

Los tableros se protegerán contra los contactos directos, como mínimo, por medio de aislación de las partes activas o cubiertas envolturas y contra contactos indirectos como mínimo por puesta a tierra de las masas.

Para interiores de viviendas y oficinas (unitarias), el grado de protección mínimo será IP 41 (véase capítulo 23 de esta norma).

No tendrá partes accesibles con tensión desde el exterior, y aun con la puerta abierta.

El acceso a las partes con tensión será posible sólo luego de la remoción de tapas o cubiertas mediante el uso de herramientas.

Los componentes eléctricos no pondrán montarse directamente sobre las caras posteriores o laterales del tablero, sino en soportes, perfiles o accesorios dispuestos a tal efecto.

Se deberá prever suficiente espacio interior como para permitir un montaje holgado de todos los componentes y facilitar el acceso, recorrido y conexión de los cables, teniendo en cuenta sus medidas y el radio de curvatura.

Los tableros que tengan más de tres circuitos de salida deberán contar con un juego de barras que permita efectuar el conexión o remoción de cada uno de los dispositivos de maniobra, cómodamente sin interferir con los restantes.

En los tableros de hasta tres circuitos de salida, se admitirán las interconexiones realizadas con conductores aislados.

En los tableros que por su potencia requieran el empleo de juegos de barras conformadas por pletinas montadas sobre aisladores soporte, deberán disponerse éstas de manera tal que la primera barra que se encuentra al realizar la apertura de la puerta del tablero sea la de neutro.

Para las barras dispuestas en forma horizontal su ubicación será N, L1, L2, L3, mirando desde el lugar de acceso a los elementos bajo tensión o de arriba hacia abajo, mientras que para las ejecuciones verticales será de izquierda a derecha, mirando desde el frente del tablero.

Las barras de los tableros estarán identificadas según el código de colores indicado en 3.1 de esta norma.

Las derivaciones de las barras deberán efectuarse mediante grapas, bornes o terminales apropiados, evitando el contacto entre materiales que produzcan corrosión electroquímica.

No podrán instalarse otros conductores que los específicos a los circuitos del tablero en cuestión, es decir que no podrán usarse los tableros como caja de paso o empalme de otros circuitos.

Los conductores no podrán estar flojos ni sueltos en su recorrido dentro del tablero. Para ello deberán fijarse entre si y a puntos fijos apropiados o tenderse en conductos específicos. Los extremos se prepararan de manera apropiada al tipo de borne por conectar, para garantizar una conexión eléctrica segura y duradera; se entiende que en los dispositivos que no posean mordaza de compresión por resorte o tornillo, sino ajuste por tornillo solamente, los conductores deberán ser conectados por medio de terminales apropiados.

Los equipos y aparatos de señalización, medición, maniobra y protección instalados en los tableros deberán estar identificados con inscripciones que precisen la función a la cual están destinados.

Por razones de seguridad los dispositivos de maniobra y protección deben instalarse en forma vertical y ser alimentados por sus bornes superiores. De no ser posible, se admitirá la alimentación por los bornes inferiores siempre y cuando se coloque un cartel de advertencia que exprese "Precaución – Alimentación por bornes inferiores". En caso de montaje horizontal, se deberá indicar de la misma manera cuales son los bornes de alimentación.

Todas las indicaciones deberán expresarse en idioma castellano y en caracteres legibles a simple vista, desde el frente a 1 m de distancia.

Los tableros podrán ser proyectados para montaje sobre el piso, sobre pared o para embutir. Las partes accesibles (masas) de los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de medición, instalados en los tableros serán puestos a tierra.

6.2. POTENCIAS MÁXIMAS ACEPTADAS PARA MEDICIÓN DIRECTA

Se utilizará medición directa (rangos de corriente de 15 a 100 A como máximo). En los casos mostrados en la tabla 24.

6.3. TABLEROS DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN INDIVIDUALES

Se establecen las especificaciones técnicas, dimensiones y características constructivas mínimas que deben cumplir los tableros de medición, TM y tableros de medición y protección, TMP, destinados a alojar los aparatos necesarios para efectuar la medida de energía activa de los suministros individuales en baja tensión, tanto monofásicos como trifásicos, montados en intemperie, para instalación semi empotrada o sobrepuesta, de servicio residencial, comercial pequeño o mediano. Así mismo deberán considerarse la reglamentación de cada distribuidora.

6.3.1. Aspectos generales de la instalación del TM y/o TMP

Los TM y/o TMP deberán estar ubicados sobre el límite divisorio de la propiedad privada y ser de acceso libre y fácil desde la vía pública.

Las bases del TM como el TMP deberán estar ubicadas a 1.30 m sobre el nivel del piso terminado.

Tanto el TM como el TMP deberán estar puestos a tierra.

6.3.2. Aspectos generales de los tableros TM y/o TMP

(Véase capítulo 4 y numeral 1 del capítulo 5 de la NB 148002)

Se refiere a los tableros tipos TM y TMP para las aplicaciones siguientes:

- Tablero individual para medidor monofásico sin elemento de protección incorporado (TM monofásica).
- Tablero individual para medidor monofásico con elemento de protección incorporado (TMP monofásica).
- Tablero individual para medidor trifásico sin elemento de protección incorporado (TM trifásica).
- Tablero individual para medidor trifásico con elemento de protección incorporado (TMP trifásica).

Un TM y/o TMP monofásico y/o trifásico deberá tener los siguientes elementos:

Tabla 24 – Medición directa

Tensión nominal (V)	Sistema	Cos Φ mínimo	Potencia máxima (kW) ref. a 60 A	Potencia máxima (kW) permitida
220	1f, 2h	0.90	13.9	10
230	1f, 2h	0.90	14.5	15
220	3f, 3h	0.90	24.0	25
230	3f, 3h	0.90	25.2	25
380	3f, 4h	0.90	41.5	40
400	3f, 4h	0.90	43.7	40

a) TM monofásica y/o trifásica

- Tablero
- Visor
- Tapa o cubierta
- Elemento de medición
- Elemento de corte.
- Placa de sujeción para el montaje del elemento de corte.
- Orificio de Φ 6.4 mm (1/4") para la conexión de puesta a tierra

b) TMP monofásica y/o trifásica

- Tablero
- Visor
- Tapa o cubierta
- Elemento de medición
- Elemento de protección
- Elemento de corte
- Placa de sujeción para el montaje del medidor y el elemento de corte
- Placa de sujeción para el montaje del elemento de protección.
- Orificio de Φ 6.4 mm (1/4") para la conexión de puesta a tierra.

6.3.3. Características de los elementos del tablero

(Véase numeral 2, capítulo 5 de la norma NB – 148002)

a) Tablero

Características eléctricas:

- Tensión nominal: 400 V

- Tensión de aislación de los elementos activos: 10 kV a frecuencia industrial (50 Hz), durante un (1) minuto, entre parte viva y cualquier parte metálica perteneciente al tablero.
- Resistencia de aislación: mínima de 5 M Ω
- Grado de protección: IP 43 (véase Cáp. 23 de esta norma) como mínimo.

Características físicas:

Fabricado en material incombustible permite la instalación de dispositivos de corte de diferente clase, fusibles y otros accesorios.

Deben ser fabricados en plancha metálica con un espesor mínimo de 1 mm, o también en poliéster reforzado con fibra de vidrio, auto extingible, con protección contra rayos ultravioleta y libre de sustancias halógenas; además dispondrá de una tapa precintable.

b) Visor

Características físicas:

Vidrio de 4 mm de espesor o de material plástico de policarbonato de 2 mm de espesor, ambos de 10 cm x 10 cm, como mínimo.

Este visor será fijando internamente con marco metálico empernado, bajo presión, con un burlete de goma o neopreno que garantice la hermeticidad requerida.

c) Tapa o cubierta del tablero

La tapa de los tableros puede ser:

- TAPA METALICA

Deben ser fabricados del mismo material que del tablero, desmontable, si el caso corresponde, debe disponer del visor o visores correspondientes.

- TAPA DE POLIÉSTER REFORZADO

Debe ser de poliéster reforzado y similares características del tablero metálico.

- TAPA PARA LOS TABLEROS TIPO TMP

En caso de los tableros tipo TMP, el compartimiento para alojar el elemento de protección debe contar con una tapa independiente de la correspondiente al compartimiento, donde se aloja el medidor.

d) Placa de sujeción del medidor

Características eléctricas:

Tensión nominal: 400 V

Características físicas:

La placa de sujeción del medidor podrá ser de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 5 mm de espesor, o de chapa metálica de 1 mm de espesor, doblada y perforada, con burletes de goma o PVC antiinflamable, que permita una regulación, según el tipo de medidor a utilizarse, con un tratamiento anticorrosivo apropiado.

e) Placa o bastidor de sujeción del elemento de protección

Características eléctricas:

Tensión nominal: 400 V

Características físicas:

Estos deben ser fabricados del mismo material del empleado en la fabricación de los tableros, doblada y perforada que permita una regulación según el tipo del elemento de protección a utilizarse.

f) Placa de sujeción del elemento de corte

Características eléctricas:

Tensión nominal: 400 V

Características físicas:

La placa de sujeción del medidor podrá ser de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 5 mm de espesor, o de chapa metálica de 1 mm de espesor, doblada y perforada, con burletes de goma o PVC antiinflamable, que permita una regulación, según el tipo del elemento de corte a utilizarse, con un tratamiento anticorrosivo apropiado.

g) Entrada/Salida de los conductores

La entrada y salida de los conductores la definición final dependerá de las recomendaciones de la empresa concesionaria de la distribución.

En todos los casos los conductores de entrada deberán ser conectados en la caja a los bornes de entrada de la unidad de corte.

6.3.4. Dimensiones

En todos los casos el tablero deberá garantizar el espacio necesario para el adecuado montaje y manipulación de los elementos de medición, protección y corte.

Las dimensiones detalladas a continuación son referenciales y representan las dimensiones mínimas a ser respetadas.

La figura 3 muestra las dimensiones para un tablero de medición monofásico.

La figura 4 muestra las dimensiones para un tablero de medición y protección monofásico.

La figura 5 muestra las dimensiones para un tablero de medición trifásico.

La figura 6 muestra las dimensiones para un tablero de medición y protección trifásico.

Figura 3
Tablero de medición monofásico – TM

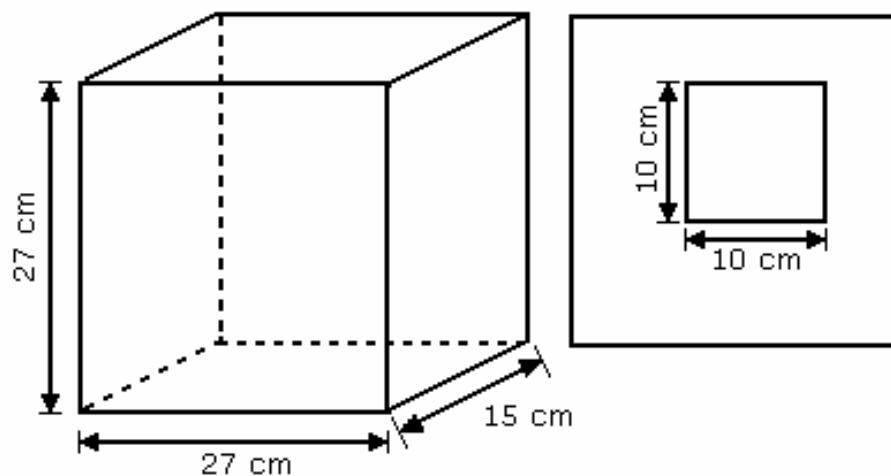


Figura 4
Tablero de medición y protección monofásico – TMP

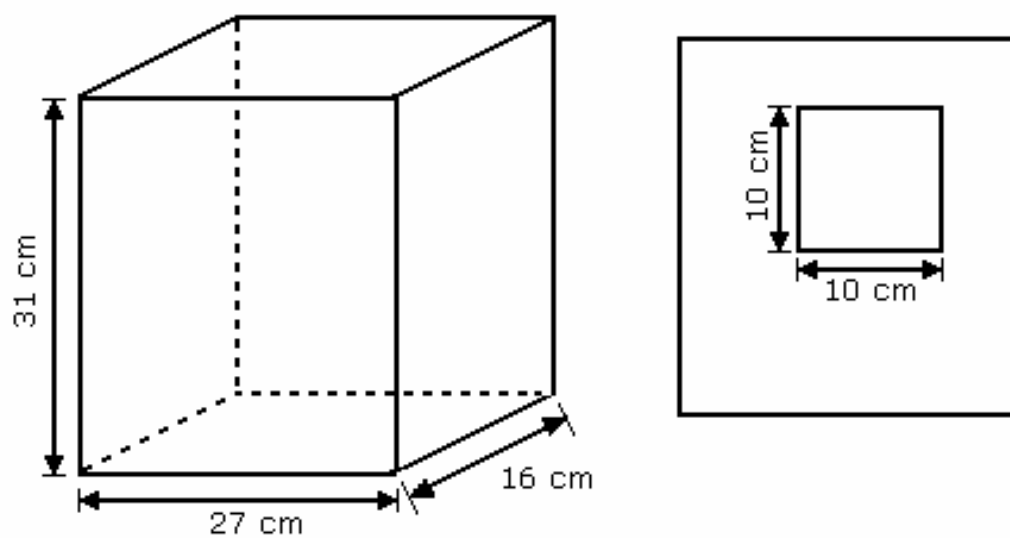


Figura 5
Tablero de medición trifásico – TM

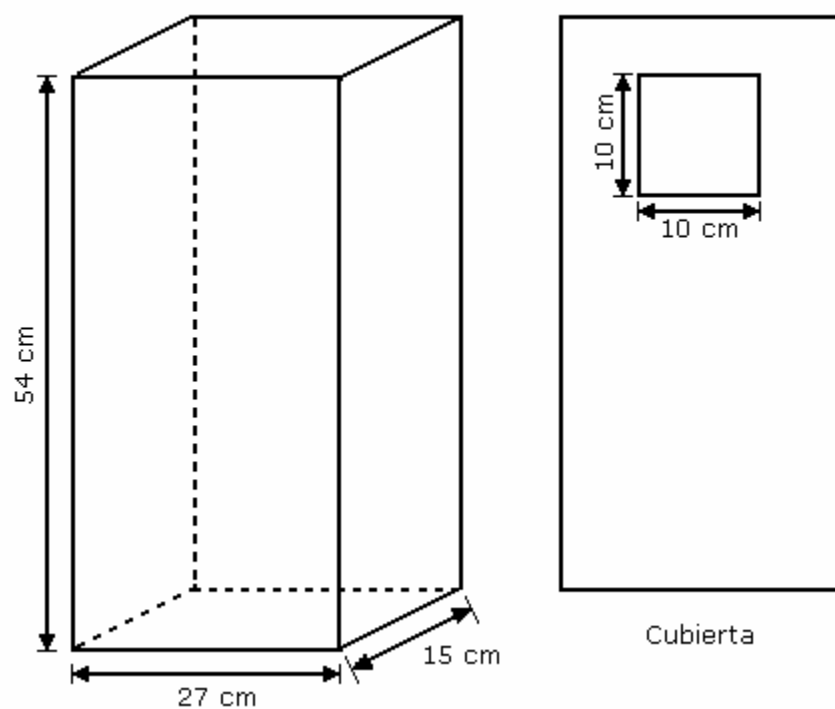
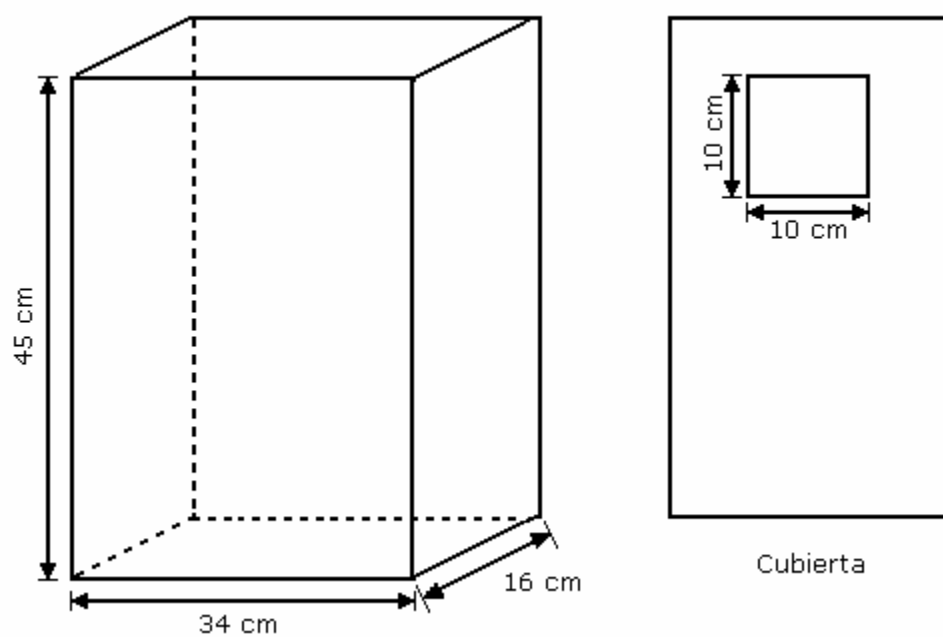


Figura 6
Tablero de medición y protección trifásico – TMP



6.4. TABLEROS CENTRALIZADORES DE MEDIDORES Y TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN GENERAL

Se establece las especificaciones técnicas, dimensiones y características constructivas que deben cumplir los tableros centralizadores de medidores TCM y los tableros de distribución general TDG, destinados a alojar los aparatos necesarios para efectuar la medida de energía activa de los suministros individuales en baja tensión, tanto monofásicos como trifásicos, montados en intemperie, para instalación semi empotrada, sobrepuesta o sobre base de hormigón para edificaciones donde se requieren cuatro o más medidores de servicios residencial, comercial pequeño y mediano.

Se utilizarán en la instalación de medidores tanto monofásicos como trifásicos, para medición directa (rangos de corriente de 15 A a 100 A como máximo), de acuerdo a la tabla 24.

En edificaciones de departamentos y centros comerciales de hasta cinco plantas, los medidores deberán estar centralizados en un solo tablero.

En edificaciones de departamentos y centros comerciales de más de cinco plantas, los medidores de cada departamento u oficina deberán instalarse, de acuerdo a las disposiciones de la empresa concesionaria de distribución, en la planta correspondiente en un tablero TCM adecuado a esa cantidad de medidores, la alimentación a este TCM deberá partir de un tablero de distribución general TDG.

6.4.1. Aspectos generales de la instalación de los TCM

El TCM deberá estar ubicado en un espacio especialmente destinado para el efecto, de fácil e irrestricto acceso para la instalación y la lectura mensual de los medidores.

En casos de edificios de hasta cinco plantas, el lugar destinado deberá encontrarse a no más de 40 m del punto de alimentación, ya sea este la red pública o un transformador exclusivo.

En el caso de edificios de más de cinco plantas y si la concesionaria de distribución así lo permitiera, los TCM por piso deberán estar ubicados en un área donde se garantice la visibilidad, que sea de fácil acceso desde las escaleras y ascensor.

Para este último caso el tablero TDG deberá estar ubicado en un recinto especialmente destinado a ese uso, de fácil acceso y en planta baja.

Independientemente de la cantidad de medidores, el TCM deberá estar ubicado a una altura tal que la cubierta superior del mismo se encuentre a 2.0 m sobre el piso terminado, pudiendo estar apoyado en una base de hormigón a nivel del piso, cuidando que la posición más baja de los medidores no esté a menos de 0.5 m sobre el piso terminado.

El TCM deberá estar puesto a tierra.

6.4.2. Aspectos generales de los TCM

Estas instrucciones se refieren a los tipos de TCM para las aplicaciones siguientes:

- a) TCM para edificios de hasta cinco pisos.
- b) TCM para edificios de más de cinco pisos.
- c) Tablero de distribución general TDG.

6.4.3. Elementos de un TCM y TDG

Los TCM deberán contar con los siguientes elementos para cumplir las funciones de medición, protección y seguridad.

TCM para edificios de hasta cinco plantas:

- Compartimiento de medición.
- Compartimiento de protección.
- Compartimiento de distribución
- Compartimiento de control
- Compartimiento para el elemento de protección general.

TCM para edificios de más de cinco plantas:

- Compartimiento de medición
- Compartimiento de protección
- Compartimiento de distribución con posibilidad de entrada y salida del alimentador principal.

Tablero de distribución general:

- Compartimiento de medición
- Compartimiento de protección
- Compartimiento de distribución
- Compartimiento de medidor de control.

6.4.4. Características de los elementos de los TCM y TDG

Características eléctricas:

Tensión nominal: 400 V

Tensión de aislación: 10 kV a frecuencia industrial, 50 Hz, entre parte viva y cualquier parte metálica perteneciente al tablero.

Resistencia de aislación: Mínima 5 MΩ.

Grado de protección IP 43.

Características físicas:

Alternativa 1: Tablero exterior fabricado de chapa de 2 mm de espesor, recubierta de una capa interior de antioxidante y otra capa superior de acabado.

La puerta del compartimiento de medidores deberá tener un marco metálico en el cual este montado un vidrio acrílico transparente de 4 mm de espesor que permita la total visualización de los elementos de medición debiendo estar ser precintable.

El comportamiento de protección general deberá tener una contratapa que cubra todos los elementos de protección permitiendo que sobre salgan solo los pestillos de accionamiento. Esta contratapa deberá ser fácilmente desmontable y precintable en las cuatro esquinas de la misma.

El comportamiento del medidor de control deberá tener una puerta con un visor de vidrio o material acrílico de 5 mm de espesor con facilidades para el precintado del mismo.

El comportamiento de distribución deberá tener una cubierta removible, la cual será fácilmente desmontable y precintable en las cuatro esquinas de la misma. Los soportes de barras deben ser de aisladores epoxi-cilíndricos de 40 mm de largo, los cuales deben tener rosca interna de fijación con pernos por ambos extremos. Las barras de cobre deben ser de sección y longitud de acuerdo a la potencia requerida, la distancia mínima requerida entre barras es de 2 cm.

Alternativa 2: Tablero exterior fabricada de poliéster reforzado con fibra de vidrio auto extingible y con protección contra rayos ultravioletas, de resistencia equivalente a plancha metálica de 2 mm de espesor.

La puerta del compartimiento de medidores deberá ser de acrílico transparente de 4 mm de espesor, que permita la total visualización de los elementos de medición.

El comportamiento de protección general deberá tener una contratapa que cubra todos los elementos de protección permitiendo que sobresalgan solo los pestillos de accionamiento. Esta contratapa deberá ser fácilmente desmontable y precintable en las cuatro esquinas de la misma.

El comportamiento del medidor de control deberá tener una cubierta de material acrílico transparente de 5 mm de espesor con facilidades para el precintado de la misma.

El comportamiento de distribución deberá tener una cubierta de material acrílico transparente de 5 mm de espesor con facilidades para el precintado de la misma.

El compartimiento de distribución deberá tener una cubierta removible la cuál deberá ser fácilmente desmontable y precintable en las cuatro esquinas de la misma. Los soportes de barras deben ser de aisladores epoxi-cilíndricos de 4.0 mm de largo, los cuales deben tener rosca interna de fijación con pernos por ambos extremos. Las barras de cobre deben ser de sección y longitud de acuerdo a la potencia requerida, la distancia mínima requerida entre barras es de 2 cm.

La puerta del compartimiento de medidores deberá portar una llave triangular con orificios para precinto.

La placa de sujeción del medidor deberá tener una tensión nominal de 400 V, podrá ser de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de 5 mm de espesor, chapa metálica de 1 mm de espesor o de madera tratada de 5 mm de espesor. Los rieles deberán ser metálicos de alta resistencia mecánica.

Las contratapas deben ser metálicas de 2 mm de espesor por la alternativa 1 y de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 5 mm de espesor para la alternativa 2, estas deben contar con orificios para permitir la fácil operación de los elementos de protección. El medio de sujeción a la TCM debe permitir la instalación de precintos.

La entrada y salida de los conductores se realizará siempre por la parte inferior del TCM al cual deberán llegar, en forma separada, los ductos de la acometida principal así como de los alimentadores.

6.4.5. Dimensiones de los tableros centralizadores de medidores

En todos los casos un TCM deberá garantizar el espacio necesario para el adecuado montaje y manipulación de los elementos de medición, protección y corte, dependiendo de la cantidad de los mismos, para las dimensiones longitudinales. Sin embargo el espacio disponible para cada elemento de medición monofásico, será un área de 30 cm x 30 cm y para cada elemento de medición trifásico será de 30 cm x 70 cm.

7. SISTEMAS DE INSTALACIÓN Y ACCESORIOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Son permitidos los siguientes sistemas de instalación:

- Conductores aislados colocados sobre aisladores
- Conductores aislados en tubos protectores
- Conductores aislados instalados en zanjais
- Conductores aislados instalados en bandejas
- Conductores aislados tendidos en electroductos
- Conductores aislados enterrados
- Instalaciones prefabricadas

7.1. INSTALACIONES CON CONDUCTORES AISLADOS SOBRE AISLADORES

Este tipo de sistema deberá utilizarse en ambientes donde los conductores no estén expuestos a deterioro por riesgo mecánico.

Esta prohibida la instalación de conductores aislados sobre aisladores en lugares o recintos que presenten riesgos de incendio o de explosión.

Los conductores no deberán ser accesibles directamente. Para tal efecto deberán instalarse a una altura mínima de 2.5 m sobre el piso terminado.

La tensión nominal del aislante de los conductores no deberá ser inferior a 600 V.

La distancia entre aisladores consecutivos será tal que los conductores no deban entrar en contacto entre si, con las paredes, muros, techos o cualquier otro objeto próximo a ellos.

Para tensiones de servicio de hasta 400 V, la mínima distancia entre conductores y la superficie o parte que le sirve de apoyo será de

1.5 cm en ambientes secos y limpios. Esta distancia se aumentara a 3 cm en recintos húmedos, mojados o ambientes con polvos de suspensión.

Las derivaciones se efectuaran en la proximidad inmediata a uno de los soportes y no originaran tracción mecánica sobre los mismos.

Todos los empalmes o derivaciones deberán aislarse, el aislamiento se efectuara disponiendo varias capas de cinta aislante adecuada al aislamiento del cable y de un espesor equivalente al mismo.

7.2. INSTALACIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS EN TUBOS PROTECTORES

Deben cumplirse los siguientes requisitos generales:

Todos los conductores pertenecientes a un mismo circuito se instalaran en un mismo sistema de instalación.

Cada línea principal se alojara en una tubería o conducto independiente.

7.2.1. Clases de tubos

En este tipo de instalaciones se pueden usar las siguientes clases de tubos:

Tubo metálico rígido blindado

Normalmente de acero, de aleación de aluminio y magnesio, de zinc o de sus aleaciones. Estos tubos son estancos y no propagadores del fuego, según su resistencia mecánica se clasifican en:

- Pesados (GRC)
- Semipesados (IMC)
- Livianos (EMT),(conduit metálico)

Tubo metálico flexible

Constituido por una cubierta metálica con un fileteado especial para poder curvar el tubo con las manos. Pueden ser normales o estancos.

7.2.2. Diámetro de los tubos

Tubo aislante rígido normal curvable en caliente

Fabricado con un material aislante generalmente polícloruro de vinilo o polietileno, son estancos y no propagadores del fuego de acuerdo a su resistencia mecánica se clasifican en:

- Pesados
- Livianos

Tubo aislante flexible normal (corrugado)

Es aquel que puede curvarse con las manos.

Los tubos aislantes ya sean de polícloruro de vinilo o polietileno deben soportar sin deformación alguna, como mínimo temperaturas de 60 °C.

Las dimensiones interiores de los tubos protectores y sus accesorios de acoplamiento, las longitudes entre puntos de jalado y el número de curvas deben ser tales que los cables aislados destinados a ser protegidos puedan ser fácilmente colocados o retirados, después de la instalación de los tubos.

El área de la sección transversal interna de los tubos protectores ocupados por los cables aislados, deberá ser la que se muestra en la tabla 25.

El diámetro mínimo externo de los tubos deberá ser de 16 mm.

En las tablas 26 y 27 figuran los diámetros interiores nominales mínimos para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, según el sistema de instalación y clase de los tubos.

Tabla 25 – Tasa máxima de ocupación de los tubos protectores por cables

Numero de cables aislados	Tasa máxima de ocupación	
	Cables sin cubierta de plomo	Cables con cubierta de plomo
1	0.53	0.55
2	0.31	0.30
3	0.40	0.40
4	0.40	0.38
Mas de 4	0.40	0.35

Tabla 26 – Numero máximo de conductores aislados permisibles de instalar en un mismo electroducto rígido de PVC

DIÁMETRO NOMINAL EXTERNO	(") (mm)	5/8 15			3/4 20			1 25			1 1/4 32			1 1/2 40			2 50			2 1/2 65			3 75			3 1/2 85		
AISLAMIENTO		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
SECCIÓN (mm²)	AWG- kCM(*)	NUMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES																										
2	14	5	2	3	9	3	6	10	5	15	25	9	17	42	15	30												
3.3	12	4	1	3	6	2	5	8	4	11	19	7	13	32	12	23	42	16	30	67	26	48						
5.2	10	2	1	2	3	2	3	5	3	6	10	6	9	18	10	16	23	13	20	37	22	32	61					
8.3	8	1	1	1	2	1	2	4	2	3	6	4	6	10	8	11	13	10	15	21	17	24	35	28				
13.3	6	--	--	--	1	1	1	3	2	2	4	3	5	7	5	8	9	7	11	14	12	17	23	19	29			
21.1	4	--	--	--	1	--	1	2	1	1	3	2	3	5	3	6	6	5	8	10	8	13	17	13	21	24		
33.6	2	--	--	--	--	--	--	1	1	1	2	1	2	3	3	4	4	3	5	7	6	9	12	10	15	17	14	
53.4	1/0	--	--	--	--	--	--	1	--	1	1	1	2	2	2	3	3	3	5	5	5	8	9	8	13	13	12	18
67.4	2/0	--	--	--	--	--	--	1	--	--	1	1	1	2	2	3	2	2	3	4	4	6	7	6	10	10	9	14
85	3/0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	6	5	8	8	7	11
107.2	4/0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	4	4	6	6	6	8
127.2	250000(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	5	5	4	7
152.0/177.0	300000 / 350000(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	1	2	3	2	4	4	4	6
203	400000(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	--	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4
253.0/304.0	500000 / 600000(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	2	2	3
354.0/380.0	700000 / 750000(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	2	1	2
405.0/456.0	800000 / 900000(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	2
505	1000000(*)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1

A = Temperatura 60 grados centígrados (polícloruro de vinilo PVC)

B = Termoplástico 70 grados centígrados con capa (polietileno termoplástico)

C = Termofijo 90 grados centígrados (polietileno reticulado)

Tabla 27 – Numero máximo de conductores aislados permisibles de instalar en un mismo tubo protector rígido metálico

DIÁMETRO NOMINAL EXTERNO	(") (mm)	5/8 15			3/4 20			1 25			1 1/4 32			1 1/2 40			2 50			2 1/2 65			3 1/4 80			3 1/2 90			4 100			5 125			6 195		
AISLAMIENTO		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
SECCIÓN (mm²)	AWG- kCM(+)	NUMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES																																			
2	14	8	3	6	15	5	10	24	8	17	43	15	30	58	21	41																					
3.3	12	6	2	4	11	4	8	19	7	13	32	12	23	44	17	32	74																				
5.2	10	3	2	3	6	3	5	10	6	9	18	10	16	25	14	21	41	24																			
8.3	8	2	1	2	3	3	4	6	4	6	10	8	11	14	11	16	24	18	26	34	26	37															
13.3	6	1	1	1	2	2	3	4	3	5	7	5	8	9	8	11	15	13	19	22	18	27	35	29	43												
21.1	4	1	--	1	1	1	2	3	2	3	5	3	6	7	5	8	12	8	14	17	12	20	26	19	32	35	25										
33.6	2	--	--	--	1	1	1	2	1	2	3	3	4	5	4	6	8	6	10	11	9	14	18	14	21	24	19	30									
53.4	1/0	--	--	--	1	--	1	1	1	2	2	2	3	3	3	5	6	5	8	9	8	12	14	13	19	19	17	26	24	22							
67.4	2/0	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	2	3	3	2	4	5	4	6	7	6	9	11	10	15	15	13	20	19	17	25						
85	3/0	--	--	--	--	--	--	1	--	1	1	1	2	2	2	3	4	3	5	5	5	7	8	8	11	12	11	15	15	14	20	24					
107.2	4/0	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4	4	5	7	6	9	9	9	12	12	11	15	19	18				
127.2	250000(+)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	5	5	7	7	6	10	10	8	13	15	14	20			
152/177	300000 / 350000(+)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1	1	1	1	2	1	2	3	2	4	4	4	6	6	5	8	8	7	11	13	11	17	19	16	
203	400000(+)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	--	1	1	1	2	2	2	3	4	3	5	5	4	6	6	6	8	11	9	14	15	13	20
253/304	500000 / 600000(+)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	1	2	3	2	4	4	3	5	5	5	6	8	7	11	12	11	15
354/380	700000 / 750000(+)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1	1	1	1	2	2	2	3	2	3	4	3	4	6	5	7	9	8	10
405/456	800000 / 900000(+)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	1	2	1	2	2	2	3	3	3	3	5	4	6	8	6	8
505	1000000(+)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	--	1	1	1	1	2	1	2	2	2	3	4	3	4	6	5	7

A = Temperatura 60 grados centígrados (polícloruro de vinilo PVC)

B = Termoplástico 70 grados centígrados con capa (polietileno termoplástico)

C = Termofijo 90 grados centígrados (polietileno reticulado)

7.2.3. Prescripciones generales para el montaje de tubos

El tipo de tubo a utilizarse se elegirá de acuerdo a los requerimientos de la instalación.

Solo deberán utilizarse conductores aislados cuya aislación no sea inferior a una tensión nominal de 600 V.

Los conductores deben formar trechos continuos entre las cajas de derivación, los empalmes o derivaciones deben estar colocados dentro de las cajas.

No deberán utilizarse conductores empalmados o cuyo aislamiento haya sido dañado.

La máxima longitud rectilínea permitida sin uso de cajas de derivación o inspección es de 15 m, entre tramos con cambios de derivación este valor de ser reducido en 3 m por cada curva de 90 grados.

Cuando un ramal de tubo protector pasa obligatoriamente a través de áreas inaccesibles, impidiendo así el empleo de cajas de derivación, esta distancia puede ser aumentada siempre que se proceda de la siguiente forma:

- Se calcula la distancia máxima permisible (tomándose en cuenta el número de curvas de 90 grados, necesarias).
- Para cada 6 m o fracción, de aumento en la distancia, se utilizará un tubo protector de diámetro inmediatamente superior al tubo protector que normalmente sería empleado para el número y tipo de los conductores.

Los codos y curvas deben ser hechas de tal forma que no exista una reducción efectiva del diámetro interno del tubo. El radio interno de cualquier codo o cambio de dirección debe estar de acuerdo con las tablas 28 y 29.

Tabla 28 – Radio mínimo del lado interno de curvas de tubos protectores rígidos aislantes

Diámetro nominal del tubo protector (mm)	Radio mínimo (cm)	
	Tubo protector con cables sin cubierta de plomo	Tubo protector con cables con cubierta de plomo
20	10	15
25	13	20
32	15	28
40	20	35
50	25	41
60	30	53
75	38	63
85	46	79

Tabla 29 – Radio mínimo del lado interno de curvas de tubos protectores rígidos aislantes

Tamaño nominal del tubo protector (en pulgadas)	Radio mínimo (cm)	
	Tubo protector con cables sin cubierta de plomo	Tubo protector con cables con cubierta de plomo
1/2	10	15
3/4	13	20
1	15	28
1 1/4	20	35
1 1/2	25	41
2	30	53
2 1/2	38	63
3	46	79
3 1/2	53	91
4	61	102
4 1/2	69	114
5	76	127
6	91	155

En cada tramo de canalización no se deberá disponer más de dos codos de 90 grados o su equivalente, pero como máximo 180 grados.

En ningún caso deberá disponerse de cambios de dirección con deflexión mayor a 90 grados.

Todo tubo terminará en una boca, caja, gabinete o elemento de transición o terminación.

Deberán emplearse cajas de derivación:

- En todos los puntos de empalme o derivación de conductores.
- Para dividir la canalización en tramos no mayores a 15 m.

Las cajas de derivación deben ser colocadas en lugares fácilmente accesibles y estarán provistas de tapas.

Cuando sea necesario, los tubos protectores rígidos aislantes deben ser provistos de juntas de expansión para compensar las variaciones térmicas.

Los tubos deberán colocarse directamente sobre las paredes o techos, en montaje superficial o bien empotrado.

El trazado de la instalación se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el ambiente de la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Toda canalización eléctrica debe ser instalada a mas de 0.2 m de conductos de escape de gases calientes, chimenea, conductos de calefacción, etc. Si esta distancia no puede ser respetada, a la canalización eléctrica se la deberá revestir con aislante térmico en todo el recorrido que comparte con el ducto caliente.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, utilizando en el empalme pegamento especial.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o si son metálicos, protegidas contra la corrosión.

Para curvar tubos metálicos rígidos blindados con o sin aislamiento interior, se emplearán herramientas apropiadas al diámetro de los tubos.

No deberán utilizarse tubos que presenten pliegues o resquebraduras que comprometan la seguridad y la aislación de los conductores.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de estos, cuando sean metálicos y penetren en una caja tablero deberán estar provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedara convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No deberán utilizarse los tubos metálicos como conductores del neutro.

Se prohíbe el empleo de canalizaciones metálicas como sustituto del conductor de protección (tierra). Los caños, cajas y gabinetes metálicos deberán estar efectivamente puestos a tierra.

7.2.4. Montaje superficial

Deberán tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

Los tubos protectores deben ser firmemente fijados a una distancia máxima de 1 m de cada tablero o caja de derivación, las distancias máximas entre elementos de fijación son indicadas en las tablas 30 y 31.

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetadas. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas a cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

A fin de proteger los tubos contra daños mecánicos, se recomienda disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el piso terminado.

Tabla 30 – Distancia máxima entre elementos de fijación de tubos protectores rígidos aislados

Diámetro nominal del tubo protector (mm)	Distancia máxima entre elementos de fijación de tubos aislantes (m)
16 – 32	0.90
40 – 60	1.50
75 – 85	1.80

Tabla 31 – Distancia máxima entre elementos de fijación de tubos protectores rígidos aislados

Tamaño nominal del tubo protector (en pulgadas)	Distancia máxima entre elementos de fijación de tubos protectores metálicos (m)
1/2 – 3/4	3.00
1	3.70
1 1/4 – 1 1/2	4.30
2 – 2 1/2	4.80
Mayor o igual a 3	6.00

Las uniones de los tubos entre si y a las cajas u otros accesorios serán realizadas por métodos adecuados previstos en el sistema; no se admitirán la existencia de tubos que ingresen a las cajas y queden “suelos”.

Toda tubería de largo igual o superior a 2 m deberá ser fijada a la pared como mínimo en tres puntos, y mediante grapas adecuadas.

Toda tubería de largo inferior a 2 m deberá ser fijada a la pared por lo menos en dos puntos por medio de grapas adecuadas.

Toda caja deberá ser fijada a la pared por lo menos en dos puntos.

Toda tubería vinculada a una caja deberá tener un punto de fijación a la pared, a no mas de 0.5 m de la caja.

Los tubos, cajas o gabinetes a instalar en lugares húmedos deberán separarse de la pared una distancia mínima de 1 cm.

Las canalizaciones a la vista no deberán instalarse en huecos de ascensores ni en lugares donde queden expuestas a deterioros mecánicos o ataque químico.

7.2.5. Montaje empotrado

Se tendrán en cuenta los siguientes factores:

Los tubos protectores embutidos en hormigón armado, deberán ser colocados de modo de evitar su deformación durante el vaciado, debiendo ser selladas las cajas y bocas de los

tubos protectores con piezas apropiadas para impedir la entrada de mortero u hormigón durante el vaciado.

Todo tubo terminará en una boca, caja, gabinete o elemento de transición o terminación.

Se prohíbe la utilización de tubos plásticos enrollables, corrugados o lisos.

El picado de las acanaladuras no deberá poner en riesgo la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen.

Las dimensiones de los calados deberán ser tales que los tubos queden recubiertos del revestimiento de las paredes por una capa de 1 cm de espesor como mínimo.

En ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

Los tubos blindados podrán colocarse antes de terminar la construcción de la pared o techo que los alojará, siendo necesario en este caso, fijar los tubos de forma que no puedan desplazarse durante los trabajos posteriores a la construcción.

Las tapas de las cajas de registro y de las cajas de conexión, quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Las cajas quedarán enrasadas con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo acabado.

Los tubos y sus accesorios pertenecerán al mismo sistema.

Se admitirá cambio de sistema entre los ubicados en las paredes o tabiques con respecto a los pisos y techos.

En este caso la transición deberá hacerse siempre en una caja.

7.2.6. Instalación en ducto rígido de PVC

Se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

Se utilizará este sistema en ambientes corrosivos, húmedos o sujetos a salpicaduras, chorros de agua, donde no sea aceptable la instalación de ductos metálicos.

En este caso todo el ductaje deberá ser hermético y roscado.

En canalizaciones en ambientes de reunión de personas, en el caso de combustión, deberán arder sin llama, no emitir gases tóxicos, estar libres de materiales halógenos y emitir humos de muy baja opacidad.

Está prohibido el uso de tuberías no metálicas en las siguientes condiciones.

- En lugares que se presenten riesgo de incendio o de explosión.
- Como soporte de equipos y otros dispositivos.

- Expuesta directamente a la radiación solar, excepto si el material de la tubería esta expresamente aprobado para este uso y la tubería lleva marcada en forma indeleble esta condición.
- Donde estén expuesta a daños físicos severos que excedan la resistencia mecánica para la cual la tubería fue diseñada.
- En donde la temperatura ambiente exceda la temperatura para la cual fue diseñada.
- Para llevar conductores cuya temperatura de servicio exceda la temperatura para la cual fue diseñada.

En donde sea necesario compensar las contracciones o dilataciones de los tubos producidas por efecto de la temperatura se deberá colocar juntas de dilatación.

Todos los accesorios utilizados en este tipo de instalación, deberán ser metálicos o de PVC.

Cuando se utilicen tubos no metálicos, en tramos rectos sin curvas, con un solo conductor o cable unipolar por tubo, como por ejemplo para cruces de paredes, losas, columnas, vigas, etc., el diámetro interno del caño será como mínimo 1.5 veces el diámetro exterior de máximo del conductor o cable alojado.

Las tuberías no metálicas para las instalaciones eléctricas se indican en la tabla 32, se permite la utilización de tuberías de esquema 40 tabla 33 (véase NB 1069-2000).

Tabla 32.- Tubería para Instalaciones Eléctricas

DIÁMETRO NOMINAL (pulgadas)	DIÁMETRO EXTERNO (mm)	ESPEJOR (mm)	PESO (kg/m)	LONGITUD BARRA (m)	CANTIDAD EMPAQUE (barras)	PESO EMPAQUE (kg)
1/2	12.70	1.00	0.053	3	200	31.80
5/8	15.90	1.10	0.073	3	100	21.94
3/4	19.00	1.20	0.096	3	100	28.79
1	25.40	1.30	0.141	3	500	21.15

Tabla 33.- Tubería según NB 1069 – 2000

DIÁMETRO NOMINAL (pulgadas)	DIÁMETRO EXTERNO (mm)	ESQUEMA 40			
		ESPESOR (mm)	PESO (kg/m)	PRESIÓN DE:	
				Trabajo (kg/cm ²)	Rotura (kg/cm ²)
1/2	21.34	3.02	0.249	42.10	134.72
3/4	26.67	3.12	0.330	33.75	108.00
1	33.50	3.63	0.486	31.64	101.25
1 1/2	48.26	3.94	0.784	23.20	74.24
2	60.33	4.17	1.051	19.69	63.01
2 1/2	73.03	5.46	1.658	21.09	67.49
3	88.90	5.82	2.171	18.28	58.50
4	114.30	6.38	3.091	15.47	49.50
6	168.28	7.54	5.447	12.66	40.51
8	219.08	8.67	8.199	11.25	36.00
10	273.02	9.83	11.623	9.84	31.49
12	323.85	10.93	15.372	9.14	29.25

7.2.7. Instalación en ductos metálicos

Se deberá utilizar tubos metálicos tipo liviano, semipesado o pesado, en las siguientes instalaciones:

Donde la instalación debe ser empotrada en paredes portantes, columnas, vigas, losas y otros componentes de hormigón, los tubos deberán ser de tipo pesado o semipesado.

En ambientes y terrenos húmedos sujetos a daños accidentales, en este caso los tubos y la instalación deberán ser galvanizados, roscados y herméticos.

En instalaciones industriales donde los ductos están sobrepuestos, ya sean colgados o adosados a paredes, losas, vigas u otro tipo de estructuras.

Específicamente en proyectos de instalaciones eléctricas de lecherías, lavaderos, fabricas de conservas, garajes, estaciones de servicio, frigoríficos, instalaciones de fuerza y de rayos X.

Podrán usarse tuberías metálicas ferrosas y no ferrosas. Las tuberías metálicas de materiales ferrosos podrán ser de pared gruesa (cañerías), de pared media o de pared delgada (tubos eléctricos). Las tuberías metálicas no ferrosas podrán ser de cobre o bronce. En una misma canalización no podrán mezclarse tuberías metálicas de distintos materiales.

Las tuberías metálicas ferrosas, si se emplean embutidas, solo podrán cubrirse con mortero de cemento; no deberán cubrirse o embutirse en contacto directo con yeso.

No esta permitido la instalación de un solo conductor aislado o un cable unipolar por dentro de un ducto metálico.

7.2.8. Instalaciones en ducto flexible

Se aceptarán instalaciones en ducto flexible en lugares en los que no se deba permitir que una instalación rígida reciba vibraciones, haciendo el ducto flexible de medio de aislación de vibraciones mecánicas.

Los ductos flexibles podrán ser de PVC, de acero galvanizado o de aluminio.

En lugares donde se exija la hermeticidad de la instalación flexible, contra polvos, agua, aceite y gases y líquidos en general, se deberá instalar ductos flexibles resistentes a estos elementos, generalmente provistos de una funda plástica de PVC, continua sin costura.

El uso de tuberías metálicas flexibles livianas no se permite en canalizaciones embutidas, preembutidas, subterráneas, en donde quede expuesta a daños físicos y en instalaciones en lugares peligrosos.

7.2.9. Montaje bajo pisos elevados

Podrán emplearse las mismas condiciones que las que se requieren en montaje superficial o montaje embutido. En cuanto a las cajas deben ser a prueba de polvo y humedad con un grado de protección IP 51 o superior (véase capítulo 23 de esta norma).

7.3. CONDUCTORES AISLADOS INSTALADOS EN ZANJAS

Se usará este tipo de instalación para aplicaciones industriales y en edificios, cuando el proyectista considere necesario llevar buen número de conductores sin necesidad de protegerlos individualmente contra daños mecánicos.

Este tipo de instalación, deberá cumplir los siguientes requerimientos:

Se aplicará en ambientes no húmedos ni sujetos a inundación.

Los ambientes clasificados como especiales o peligrosos, no podrán tener este tipo de instalación.

Los conductores dentro la zanja deberán ser fácilmente identificados y de fácil acceso.

Los conductores deberán colocarse ordenadamente en el fondo de la canaleta cuidando al tenerlos que mantengan su posición relativa durante todo su recorrido, sin entrecruzarse; sin embargo cuando la longitud de los recorridos de cables exceda de 50 m deberán hacerse las transposiciones pertinentes.

No podrán disponerse, en estas condiciones, de más de una capa de conductores. Si la cantidad de conductores es tal que su colocación solo será posible hacerla en mas de una capa se podrán colocar soportes dentro de la zanja que permitan llevar los conductores excedentes en una capa separada. La distancia vertical entre soportes será tal que permita un espacio libre entre conductores igual al diámetro del conductor mayor, con un mínimo de 15 mm.

La zanja debe ser diseñada considerando paredes y pisos a prueba de filtraciones, con una pendiente de drenaje hacia un colector que garantice que no habrá filtración inversa.

Las tapas de las zanjas podrán ser de hormigón o hierro o de cualquier otro material que no sea combustible quebradizo o astillable, con la suficiente capacidad para soportar cargas mecánicas estáticas y dinámicas.

Las tapas deben tener una longitud y peso tal que permitan ser manipuladas con facilidad y deberán disponer de algún sistema, por ejemplo bisagras, cadenas, cables de acero, etc., que adecuadamente fijadas a las tapas y al piso, le impidan caer al fondo del canal por fallas en la manipulación o por errores en su instalación.

En caso de emplearse tapas metálicas, cada tramo de las mismas debe ponerse a tierra, derivando una conexión de cada una de ellas al conductor de protección presente en el tramo.

Es posible la utilización de zanjas con bandejas metálicas en las paredes.

No deberán instalarse conductores de señales, comando, protección y medida, con conductores de fuerza y distribución, a menos que se tomen las respectivas medidas de blindaje y protección contra cortocircuitos y corrientes inducidas.

Los conductores de una zanja deben ser fácilmente identificados en los extremos de la zanja y en los puntos de inspección.

En el caso de edificios de más de dos plantas, se considerara como variante de este método la utilización de conductos verticales de hormigón (comúnmente llamados shafts o columnas de servicios técnicos).

Para este tipo de instalación además de los requisitos descritos anteriormente deberán aplicarse los siguientes:

Los conductores verticales de servicio eléctrico serán exclusivamente para estos fines y deberán estar totalmente separados de otros servicios como ser: bajantes pluviales, de alcantarillado, de agua potable, de recolección de basuras, de chimeneas, etc.

La instalación debe ejecutarse en ductos verticales con cajas de inspección, jalado, derivación y fijación, según sea necesario, de manera que el peso de los conductores que se transmite a los ductos, no sea soportado por las cajas ni transmitido a los elementos que se encuentran a niveles inferiores.

Los ductos deberán asegurarse independientemente unos de otros por lo menos cada 3 m o cada piso.

Todo proyecto de edificio debe considerar la previsión de conductos verticales o shafts, las dimensiones de estos conductos deben ser establecidas por el proyectista de las instalaciones eléctricas y/o complementarias.

Estas dimensiones deben ser consideradas en los proyectos de arquitectura y estructurado.

7.4. CONDUCTORES AISLADOS COLOCADOS EN BANDEJAS

Las bandejas portacables se podrán emplear en viviendas, locales comerciales, oficinas, locales de servicios, locales industriales.

Las bandejas podrán ser metálicas o no metálicas.

Las bandejas metálicas se construirán en lámina de acero de un espesor mínimo de 2 mm.

Las bandejas no metálicas se podrán utilizar construidas en PVC o resinas epoxicas sobre una base de fibra de vidrio.

El material empleado en la construcción deberá arder sin llama, no emitir gases tóxicos, estar libres de materiales halógenos y emitir humos de muy baja opacidad.

Este tipo de instalación se aplicará en ambientes no húmedos ni sujetos a inundación o daño mecánico.

No se permite el empleo de bandejas portacables en lugares (clasificados como especiales o peligrosos) donde se manipulen o almacenen gases inflamables y en donde existan polvos o fibras combustibles en suspensión, en proporción tal como para producir mezclas inflamables o explosivas. Excepto si los conductores y los equipos son a prueba de explosión.

Los sistemas de bandejas deberán llevar juntas de dilatación cuando su longitud recta exceda los 50 m.

No esta permitido utilizar sistemas de bandejas portacables en huecos de los ascensores o donde puedan estar sujetos a daños físicos.

No esta permitido utilizar sistemas de bandejas portacables en lugares de uso publico en donde queden expuestas a manipulación de personas no calificadas.

En lugares o ambientes con vapores corrosivos, como por ejemplo dentro de las salas de baterías, o en los lugares donde se exijan canalizaciones aisladas se deberán emplear bandejas portacables no metálicas o de materiales aislantes adecuados al ambiente, construidas con materiales retardantes a las llamas.

Por otra parte, para este tipo de instalación se deberá considerar los siguientes requerimientos:

Las bandejas portacables se deben instalar formando un sistema completo, es decir que se deben disponer todos los accesorios que hacen un sistema: curvas planas de diferentes ángulos, curvas verticales que permitan obtener diferentes y adecuados radios de curvatura, reducciones centrales y laterales, uniones en "T", uniones cruz, cuplas de unión, grapas de tierra, grapas que fijen las bandejas a las ménsulas, grapas de suspensión ménsulas, etc.

Cada tramo y accesorio de la bandeja de cables debe estar armado y montado antes de la instalación de cables.

La bandeja deberá ser diseñada para soportar las cargas mecánicas propias de su función.

Las bandejas de cables deben estar instaladas expuestas y accesibles. Cuando las bandejas se instale por arriba del cielo raso y este no sea del tipo de placas desmontables se deberá prever las tapas de inspección cada 6 metros como mínimo. Alrededor de las bandejas se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables. Para ello se deberá mantener una distancia útil mínima de 0.2 m entre el borde superior de la bandeja y el cielo raso del recinto o cualquier otro obstáculo, tales como: vigas de hormigón, estructuras del techo, correas perfiles, etc.

No deberán instalarse conductores de señales, comando, protección y medida, con conductores de fuerza y distribución, a menos que se tomen las respectivas precauciones de blindaje y protección contra cortocircuitos y corrientes inducidas.

Los conductores de una bandeja deben ser identificados individualmente en los extremos de la bandeja y en los puntos de inspección de acuerdo al código de colores indicado en 3.1 de esta norma.

Cuando los conductores pasen de una bandeja a otra o de una bandeja a otra canalización o a un equipo (tablero, maquina) donde los conductores finalizan conectados, la distancia entre bandejas, o entre las bandejas y los equipos no excederá 1.5 m.

Los conductores deberán ser asegurados a la bandeja en la transición y deberán ser protegidos por alguna defensa, o protección o por su ubicación, de daños físicos.

No se permite emplear, para las fijaciones a paredes de cualquier tipo, tarugos o tacos de madera.

Se deben adoptar precauciones especiales cuando se trate de efectuar fijaciones a paredes de ladrillos huecos, debiéndose emplear elementos de fijación adecuados a ese efecto.

En toda bandeja que transporta conductores o prevista para hacerlo, se prohíbe instalar artefactos de iluminación o luminarias embutidas en los fondos de las bandejas, ya sea empleando el espacio de separación entre escalones en la de tipo escalera o efectuando el calado en el fondo de la bandeja de chapa perforada o sólida. Con el mismo criterio se prohíbe instalar dentro de la bandeja los equipos auxiliares de las luminarias.

En los casos en que se empleen bandejas portacables para soportar artefactos de iluminación formando líneas continuas o no, cuyos conductores de alimentación han sido tendidos por el interior de las bandejas, las derivaciones o alimentaciones a las luminarias solo se permitirán desde cajas aislantes o metálicas con tapa y grado de protección IP 41 (véase capítulo 23 de esta norma), estando en todos los casos los conductores protegidos en sus accesos con prensacables. Dichas cajas podrán ser fijadas sobre zonas externas de las bandejas, e inclusive podrán llevar tomacorrientes para facilitar el desmontaje y desconexión de los artefactos. En este caso el grado de protección exigido será IP 40 o superior (véase capítulo 23 de esta norma).

Las bandejas deberán ser diseñadas sin bordes cortantes o protuberancias que dañen la aislación de los conductores. Las bandejas podrán atravesar muros, losas o partes no accesibles de no más de 1 m de espesor.

Cada tramo de la bandeja de 3 m deberá ser soportado por lo menos en dos puntos separados a 1.5 m (cuando existan razones físicas o prácticas que impidan cumplir con esta distancia entre soportes, la misma podrá ser mayor pero sin superar los 2 m entre soportes),

ya sea con dos ménsulas de largo adecuado no inferior al ancho de la bandeja fijadas a la pared o estructura, ya sea con cuatro grapas de suspensión, ya sea suspendidas y soportadas con dos perfiles de resistencia adecuada ubicados por debajo de la misma, u otro método equivalente.

No se permite utilizar las bandejas metálicas como conductor de protección. No obstante se deberá asegurar la continuidad eléctrica de todas las partes y tramos de las bandejas para su puesta a tierra. Por ello se deberá tender por el interior de la bandeja, un conductor de protección PE, a partir del cual las bandejas y sus accesorios, como curvas reducciones, uniones "T", uniones cruz, etc. deberán ponerse a tierra, a razón de por lo menos, una conexión a tierra en cada accesorio (curva, reducción, etc.). Por esta razón las bandejas deben tener marcados de fábrica los puntos que se puedan utilizar como toma de tierra. En caso que dichos puntos no estén marcados, será obligación del instalador generar dicho borne de puesta a tierra.

El mismo no podrá coincidir con ninguna perforación que sirva para otra función (tales como agujeros para las cuplas de unión u otros). En los casos de bandejas pintadas, el punto a utilizar como borne de conexión será adecuadamente despintado y desoxidado.

El conductor de protección que recorra la bandeja podrá ser desnudo (si se lo instala apoyado en los largueros del lado interno de la bandeja y sin riesgo de tomar contacto con bornes bajo tensión) o aislado de color verde y/o amarillo.

Conductores de hasta 50 mm² de sección, podrán ser colocados uno sobre otro, en no más de dos niveles.

Para secciones mayores se instalarán hileras simples.

7.5. CONDUCTORES AISLADOS TENDIDOS EN ELECTRODUCTO

En este sistema de instalación deberá considerarse los siguientes aspectos:

Este sistema no es recomendado en lugares clasificados como peligrosos.

Este sistema es admitido en instalaciones de hasta 600 V.

Son admitidas derivaciones hacia ductos metálicos o de PVC. En caso de ductos metálicos deberá asegurarse la continuidad eléctrica y la puesta a tierra de la derivación.

No deberán instalarse más de 30 conductores en un mismo cableducto y ninguno deberá ser de una sección superior a 250 mm².

El montaje mecánico podrá ser adosado a paredes o losas, descolgando de ellas.

7.6. CONDUCTORES EN MOLDURAS

Este sistema esta constituido por conductores alojados en ranuras bajo molduras.

Este sistema podrá utilizarse en locales o lugares polvorientos, secos o temporalmente húmedos.

Los conductores rígidos o flexibles tendrán una aislación no inferior a 600 V.

Las molduras podrán ser reemplazadas por guarniciones de puertas, astrágalos o zócalos rasurados siempre que cumplan las condiciones impuestas por las primeras.

Las molduras deberán cumplir las siguientes condiciones:

Las ranuras deberán tener una dimensión tal que permita instalar sin dificultad por ella los conductores.

Se podrá colocar varios conductores en una ranura siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.

El ancho de las ranuras destinadas a recibir conductores rígidos de sección igual o inferior a 6 mm², será como mínimo, 6 mm.

En la instalación de las molduras se deberá tener en cuenta lo siguiente:

Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyan a la protección mecánica de los conductores; en los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras deberán ser obtusos.

Las canalizaciones podrán colocarse a nivel del techo o sobre los zócalos. En ausencia de estos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del piso terminado.

Cuando no pueda evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otros usos, agua, gas, etc., se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce.

La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo 1 cm en el caso de utilizarse molduras especiales para el cruce, 3 cm en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.

Las molduras no deberán estar totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otra materia, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.

Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que esté suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto impermeable.

7.7. INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS

Podrán instalarse conductores directamente enterrados en los siguientes casos:

Conductores con armadura y con una protección hermética.

Conductores sin armadura pero con una protección espesa, donde deben considerarse las precauciones siguientes:

- Una protección mecánica independiente contra choques con elementos metálicos.
- En terrenos no estabilizados, la sección del conductor debe ser igual o superior a 6 mm².

- En terrenos frecuentemente inundados o con presencia de humedad, los conductores deberán prever una capa de plomo.

Cuando los conductores no cumplan con los anteriores requerimientos, estos deberán instalarse en ductos o electroductos.

Dentro de un mismo ducto o electroducto, deberán instalarse conductores de un mismo circuito.

En suelos químicamente corrosivos, se instalarán los conductores con una capa de PVC o policloropeno.

Cuando los conductores o ductos sean enterrados en terreno pedregoso que puedan causar daño, la instalación se efectuara entre 2 capas de arena o tierra seleccionada, de 10 cm de espesor por capa, o utilizar ladrillo como protección mecánica, evitando el contacto directo del ladrillo con los conductores y ductos.

Los conductores deberán estar enterrados como mínimo a las siguientes profundidades:

- 60 cm cuando estén directamente enterrados.
- 15 cm cuando están instalados en ductos rígidos metálicos.
- 30 cm cuando están instalados en ductos o electroductos rígidos aislados.

Las dimensiones anteriores podrán ser reducidas en 15 cm, cuando se coloque una capa de hormigón, de un espesor mínimo de 15 cm por encima de la instalación.

Los requerimientos anteriores no son aplicables a los conductores o ductos que pasan por debajo de un predio o pavimento de hormigón de más de 10 cm de espesor, que se extienda a por lo menos 15 cm de la instalación subterránea.

Cuando la instalación pasa por debajo o a lo largo (hasta 50 cm) de las vías de tráfico vehicular pesado, las dimensiones anteriores, deberán ser incrementadas hasta 1 m, para conductores directamente enterrados; hasta 60 cm, para conductores protegidos por ductos o electroductos.

Los conductores subterráneos instalados por debajo de construcciones deberán estar colocados en un conducto que se extienda, como mínimo, 0.30 m mas allá del perímetro de construcción.

Los conductores de circuitos domésticos con dispositivo de protección contra sobre corriente de amperaje nominal igual o inferior a 32 A, pueden ser enterrados a una profundidad mínima de 30 cm.

Los conductores de circuitos de muy baja tensión pueden ser enterrados a una profundidad mínima de 15 cm.

Todo conducto o ducto subterráneo, debe ser necesariamente señalado a lo largo de toda la instalación por un dispositivo de advertencia no lavable, colocado como mínimo, 10 cm encima del mismo a excepción de las áreas con hormigón por encima de la instalación.

Los cruces entre instalaciones subterráneas deben efectuarse a una distancia mínima de 20 cm.

Las instalaciones enterradas con disposición paralela o cruce con cañerías: de agua, de hidrocarburos, de gas, aire comprimido o vapor enterradas, deben mantener una distancia mínima de 20 cm entre sus puntos más próximos.

Los conductores directamente enterrados que emerjan del suelo, deben ser protegidos por envolturas, ductos o electroductos.

Cuando los conductores emerjan en predios, estos deben estar protegidos desde el nivel inferior del suelo hasta los dispositivos de control o seccionamiento.

El electroducto de protección debe ser acoplado en los puntos de transición de los conductores o electroductos directamente enterrados.

La transición de una línea aérea a línea subterránea o viceversa, deberá ser efectuada a través de electroductos rígidos, que deberán extenderse, desde bajo el nivel hasta una altura de 2.4 m.

Todas las transiciones entre tipo de cables, las conexiones a las cargas, las derivaciones a las cargas, o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables.

Las canalizaciones subterráneas por conductos deberán tener camaras de inspección que cumplan los requisitos antedichos, debiéndose instalar, en tramos rectos, una cámara cada 25 m de conducto, salvo que existan causas debidamente justificadas.

Los materiales de las cámaras serán compatibles con los de las canalizaciones subterráneas por conductos.

Los empalmes y derivaciones deberán ser estancos mínimo IP 67 (véase capítulo 23 de esta norma) y proveer una protección externa por lo menos equivalente a la del cable.

7.8. INSTALACIONES PREFABRICADAS ("BUS-WAY")

Las cubiertas de las instalaciones prefabricadas deben asegurar una protección contra contactos directos en servicio normal, es decir:

- a) El grado de protección debe ser mínimo o igual a IP 2X (véase capítulo 23 de esta norma).
- b) El desmontaje de la cubierta solo debe ser posible después de la desenergización de las partes vivas accesibles o necesitar el empleo de herramientas.

Las instalaciones prefabricadas, deben ser fijadas, conforme a las instrucciones del fabricante, sobre elementos estables de suficiente solidez, de los predios, a intervalos no mayores de 5 m.

7.9. ACCESORIOS PARA CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

7.9.1. Generalidades

Los accesorios para canalizaciones eléctricas son elementos cuya función es interconectar:

Las canalizaciones entre sí o con los elementos que contienen a los dispositivos de control, protección o tomacorrientes.

Estos accesorios son:

- Cajas de conexión
- Conectores
- Condulets

7.9.2. Cajas de conexión

Las cajas de conexión se utilizan en las instalaciones en las que se conectan aparatos de consumo, interruptores, o se realizan empalmes de conductores.

Las cajas podrán fabricarse en materiales metálicos o no metálicos.

Estas pueden ser de forma cuadrada, rectangular u octogonal, de dimensiones suficientes para alojar en su interior un determinado número de conductores y sus respectivos accesorios de conexión. Estas cajas deben ser de material incombustible, en ningún caso se aceptarán cajas de madera o plástico combustible.

Estas cajas llevan perforaciones troqueladas parcialmente, de tal forma que solo se abren las necesarias con un golpe suave, pero deberán resistir sin desprenderse los esfuerzos propios de su manipulación e instalación.

Los conductores, como las conexiones de los mismos no deben ocupar más del 60 % del volumen que sobra de la caja, después de haber instalado en ella los diferentes dispositivos que contendrá.

Se deberá dotar de una tapa adecuada a cada una de las cajas de salida instaladas, cuando por alguna razón se retire una tubería de una determinada caja, deberá sellarse la perforación dejada.

Las cajas usadas en lugares húmedos o mojados deberán ser de construcción adecuada para resistir las condiciones ambientales e impedir la entrada de humedad o fluido en su interior.

Las cajas que se usen en lugares en que haya gran cantidad de polvo en suspensión deberán ser de construcción estanca al polvo.

Las cajas de salida para instalaciones empotradas, deben tener una profundidad no menor de 35 mm, exceptuando los casos donde la construcción del local no permita instalarlas, en tal caso, la profundidad puede reducirse a 25 mm.

Las tuercas, contratueras y boquillas utilizadas para fijar los tubos o cables a las entradas de las cajas, deberán ser resistentes a la corrosión o estar protegidas contra ella, y tener la resistencia mecánica adecuada al uso que se le esté dando.

Las cajas metálicas deberán ser construidas y terminadas de modo que sean resistentes a la corrosión. Si son de material ferroso se protegerán mediante proceso de galvanizado en caliente o un proceso de pintado, con un tratamiento con pinturas antioxidantes que garantice un resultado similar.

Las cajas metálicas podrán utilizarse con los distintos tipos de canalización considerados en esta norma; si se usan con tuberías no metálicas cada caja deberá conectarse a un conductor de protección (tierra) ver figura 7; esta conexión se deberá hacer con un perno colocado en la caja con este único propósito. No se acepta que se usen para este efecto los pernos de sujeción de la tapa.

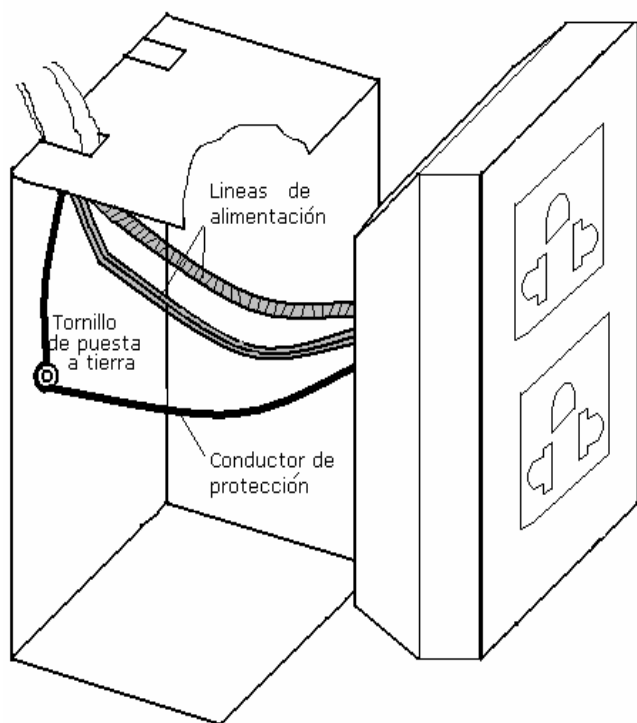
Las cajas metálicas tendrán un espesor mínimo de paredes de 1.2 mm.

Las tapas de las cajas metálicas deberán tener un espesor igual al de las cajas y deberán ser también resistentes a la corrosión o estar protegidas contra ella.

Las cajas metálicas o no metálicas para instalar en pisos, ya sean como cajas de derivación o cajas para tomacorrientes, deben ser protegidos de polvo y humedad con un grado de protección IP 51 o superior (véase capítulo 23 de esta norma).

Las cajas no metálicas deberán ser de un material auto extingible, en caso de combustión deberá arder sin llama, no emitir gases tóxicos, estar libres de materiales halógenos y emitir humos de muy baja opacidad

Figura 7. - Conexión de la caja con el conductor de protección (tierra)



Deberán además, ser adecuadas para soportar la acción de la humedad y agentes químicos, resistentes a las compresiones y deformaciones por efecto del calor, en condiciones similares a las que encontrara en su manipulación y uso.

Las cajas no metálicas tendrán un espesor mínimo de 1.6 mm.

Las cajas no metálicas no podrán utilizarse en canalizaciones con tuberías metálicas.

7.9.2.1. Cajas para puntos de luz

Son normales octogonales y las dimensiones mínimas deberán ser 85 mm x 85 mm x 38 mm, determinándose la dimensión de 85 mm, como el diámetro existente entre dos caras paralelas del octógono.

Estas cajas de fondo fijo usadas para techo, deben ser galvanizadas, de chapa de hierro, los destapadores (Knock outs) que llevan deben tener diámetros de 12.7 mm, que pueden ser ensanchados a 19.0 mm, no se puede usar ductos mayores en este tipo de cajas.

7.9.2.2. Cajas para interruptores y tomacorrientes

Deben ser rectangulares, de chapa de hierro galvanizado, así mismo deben llevar perforaciones troqueladas laterales y de fondo, las dimensiones mínimas deberán ser de 98 mm x 55 mm x 38 mm.

Para casos de tomacorrientes de piso se utilizarán cajas en chapas de hierro fundido o aluminio que tengan tornillos calantes para permitir nivelar la caja con el piso. Estas cajas deben llevar tapas metálicas lisas con perforaciones rebatibles que permitan acceso al tomacorriente y que sellen el mismo cuando no sea utilizado, para no permitir ingreso de basuras o acumulación de polvo y ceras.

7.9.2.3. Cajas para cableado inspección o derivación

Estas cajas tienen diversas dimensiones y están destinadas a facilitar el tendido de conductores o inspección del circuito, además, deben utilizarse estas cajas obligadamente entre dos curvas de 90 grados, o más de 15 m sin curvas. La tabla 34 muestra las dimensiones comerciales de cajas metálicas.

7.9.3. Localización de salidas

Las cajas se colocarán a las siguientes alturas sobre el nivel del piso terminado:

- a) Para interruptores a 1.20 m – 1.25 m.
- b) Para tomacorrientes en cocinas a 1.20 m.
- c) Para tomacorrientes, teléfono 0.30 m.
- d) Para timbres o apliques a 2.00 m.
- e) Para tomas de fuerza a 1.50 m.

Las anteriores alturas se entienden medidas hasta el punto medio de cada caja.

7.9.4. Conectores

Son elementos metálicos que permiten la conexión física entre tubos y cajas mediante la acción mecánica de tornillos, roscas y presión.

Están constituidos generalmente de chapa de hierro y aleaciones de aluminio.

Con excepción se admitirá conectores de material sintético en instalaciones ejecutadas con tubos y cajas plásticas.

Las uniones de los tubos con cajas a prueba de humedad, goteo, chorro de agua, salpicaduras o polvo deben efectuarse de modo que el conjunto conserve sus características de estanqueidad.

7.9.5. Boquillas

Este accesorio se utiliza entre los tubos y las cajas, permitiendo que el tubo quede firmemente conectado a la pared utilizada de la caja. La boquilla deberá tener un diámetro superior al del tubo conectado, con una tolerancia máxima de 3 mm.

7.9.6. Acoples

Este accesorio se utiliza para la conexión entre tubos, permitiendo la unión de todas las circunferencias sin alteraciones u obstrucciones que pueda dificultar la colocación de conductores y causar la destrucción o daño de los aislamientos de los conductores.

Las uniones de los tubos entre si deberán realizarse por medio de cuplas roscadas entre tramos de caños rectos y/o curvos. Cuando se empleen conductos metálicos deberá garantizarse la continuidad eléctrica entre sus partes y el conductor de protección.

7.9.7. Conectores especiales

De acuerdo al tipo de instalación los conectores a utilizar deberán estar normalizados para cada caso.

Ejemplo:

Para hormigón armado, Tipo rawtight

Para explosión, Tipo antivibratorio, rosca NPT

Para juntas de dilatación, Tipo flexible.

7.9.8. Codos

Permite la conexión de electroductos instaladas con un ángulo de 90 grados. No se admitirán tres curvas o más, entre dos cajas consecutivas. Si la canalización es metálica se deberá mantener la equipotencialidad del conducto en las curvas no protegidas mecánicamente por tubos.

Cuando no sea posible evitar la colocación de conductos en forma de "U" (por ejemplo en los cruces por debajo de los pisos) u otra forma que facilite la acumulación de agua, se colocaran únicamente cables con aislación y cubierta, en cañerías normalizadas de plástico rígido no enrollable, hierro galvanizado ó acero inoxidable.

7.9.9. Condulets

Los condulets son cajas y codos fundidos a presión, fabricados de una aleación de metales, utilizados en instalaciones con tubo conduit rígido de tipo visible, que requieran la máxima seguridad.

Los condulets tienen tapas que se fijan por medio de tornillos y pueden tener empaquetaduras para evitar la entrada de polvo o gases.

Los tipos principales de condulets son:

- a) Ordinario
- b) A prueba de polvo y vapor
- c) A prueba de explosión

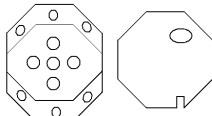
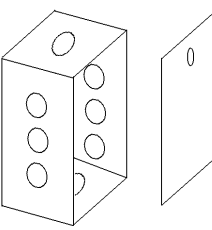
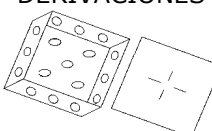
Las formas de condulets son muy variadas se deberán escoger según las necesidades de la instalación, que son complementadas con sus tapas que pueden ser:

De paso: Tapa ciega

De acoplamiento directo al tubo: Tapa con niple hembra

De contacto: Tapa de contacto doble o sencillo

Tabla 34 – Dimensiones de las cajas de conexión- Numero máximo de conductores permisibles

TIPO DE CAJA	DIMENSIONES			CAPACIDAD (mm²)	NUMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES AISLADOS EN CAJAS													
	ALTO	ANCHO	PROF.		AWG	mm²	AWG	mm²	AWG	mm²	AWG	mm²	AWG	mm²	AWG	mm²	AWG	mm²
					18	1	16	1.5	14	2.5	12	4	10	6	8	10	6	16
JUNTURA 	85	85	38	203.30	8		7		6		5		5		4		2	
	100	100	38	380.00	15		13		11		10		9		7		4	
	70	80	38	212.80	8		7		6		5		5		4		2	
	95	100	55	361.00	14		12		11		9		8		7		4	
	95	100	55	522.50	21		18		15		14		12		10		6	
	120	120	55	792.00	32		27		24		21		19		16		9	
INTERRUPTORES 	98	55	38	201.82	8		7		6		5		5		4		2	
	100	85	55	167.50	19		16		14		12		11		9		5	
	150	85	55	701.25	28		24		21		19		17		14		8	
	200	85	55	935.00	38		32		28		25		22		19		11	
	250	85	55	1168.75	47		40		35		31		28		23		14	
	300	85	55	1402.50	57		48		42		38		34		28		17	
	350	85	55	1636.25	66		57		49		44		39		33		19	
	400	85	55	1870.00	76		65		57		50		45		38		22	
	450	85	55	2103.75	86		73		64		57		51		42		25	
DERIVACIONES 	114	228	76	1975.39	80		68		60		53		48		40		24	
	150	200	76	2420.00	139		119		104		92		83		69		41	
	150	150	100	2225.00	90		77		67		60		54		45		27	
	200	200	100	4000.00	162		139		122		108		97		81		48	
	250	250	76	4750.00	193		165		144		128		115		96		57	

8. SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

8.1. GENERALIDADES

Se denomina puesta a tierra a la conexión de un sistema, equipo o masa con tierra (masa conductora de la tierra). Los tipos de puesta a tierra son dos:

- a) Puesta a tierra del sistema (fuente o alimentación), y que se realiza por razones funcionales, generalmente el punto puesto a tierra, es el neutro.
- b) Puesta a tierra de las masas y carcasas de los equipos por razones de protección.

Las instalaciones especiales de comunicaciones, redes de computadoras y otras deberán tener su sistema de puesta a tierra independiente.

El electrodo o varilla de tierra deberá presentar la menor resistencia de contacto posible.

Los sistemas de puesta a tierra se clasifican de la siguiente forma:

- Sistema TN
- Sistema TT
- Sistema IT

El código de letras esta definido de la siguiente forma:

a) PRIMERA LETRA:

Relación entre la fuente de alimentación y tierra.

T: Conexión de un punto con tierra.

I: Aislación de todas las partes activas con relación a tierra a través de una impedancia elevada.

b) SEGUNDA LETRA:

Relación entre las masas de la instalación eléctrica y tierra.

T: Masas directamente conectadas a tierra, independiente de la puesta a tierra eventual de un punto de la alimentación.

N: Masa conectada directamente al punto de la alimentación que esta puesto a tierra. (En corriente alterna el punto conectado a tierra es normalmente el punto neutro).

c) LETRAS EVENTUALES:

Disposición del conductor neutro (N) y del conductor de protección (PE).

S: Funciones de los conductores neutro y de protección aseguradas por conductores separados (PE-N).

C: Funciones del conductor neutro y de protección, común o combinados, aseguradas por un solo conductor (PEN).

8.2. SISTEMA TN

Los sistemas TN tienen punto de la alimentación conectado directamente a la tierra (T), las masas de la instalación están conectadas a este punto por medio de conductores de protección (N).

En el sistema TN, un defecto franco (o falla de impedancia despreciable) entre el conductor de línea y masa produce una corriente de cortocircuito.

En este sistema el lazo de falla esta constituido exclusivamente por elementos metálicos, ya que el mismo esta formado por conductores activos y conductores de protección.

Se consideran dentro de la instalación consumidora, tres variantes del sistema TN, según la disposición del conductor neutro (N) y del conductor de protección (PE), a saber TN-S, TN-C, TN-C-S.

8.2.1. SISTEMA TN-S

Donde "Neutro de la alimentación a tierra (T), masas de la instalación a neutro (N), con el conductor neutro (N) y el conductor de protección (PE) separados (S)", véase esquema 4.

Este tipo de sistema esta prohibido para instalaciones internas de los inmuebles ⁽¹⁾.

(¹) Excepción

- En locales con alimentación en media tensión, podrá ser decisión del usuario o instalador el empleo del sistema TN-S. En los casos en que el inmueble reciba alguna alimentación en baja tensión (BT) desde la red de distribución pública, además de la alimentación en media tensión (MT) indicada, se deberán tomar las debidas precauciones para evitar que las alimentaciones, incluido el neutro, entren en paralelo, debiéndose emplear el sistema TT para las instalaciones atendidas desde la red publica de baja tensión (BT).
- Se permitirá el empleo del sistema TN-S en aquellos locales alimentados desde la red pública de baja tensión, en los que se instalen equipamientos informáticos o de tratamiento de datos o similares, cuando, por los requerimientos de las empresas proveedoras de dichos equipos, se deba emplear el sistema TN-S. En este caso, será obligación del usuario o instalador realizar como mínimo una puesta a tierra en su inmueble, preferentemente en la acometida o en sus cercanías, con un valor de resistencia, igual o menor de 10Ω. Asimismo será obligación del usuario o instalador garantizar que no supere la tensión de 24 V ca (valor eficaz) permanentes respecto de tierra, frente a eventuales contactos indirectos.

8.2.2. Sistema TN-C

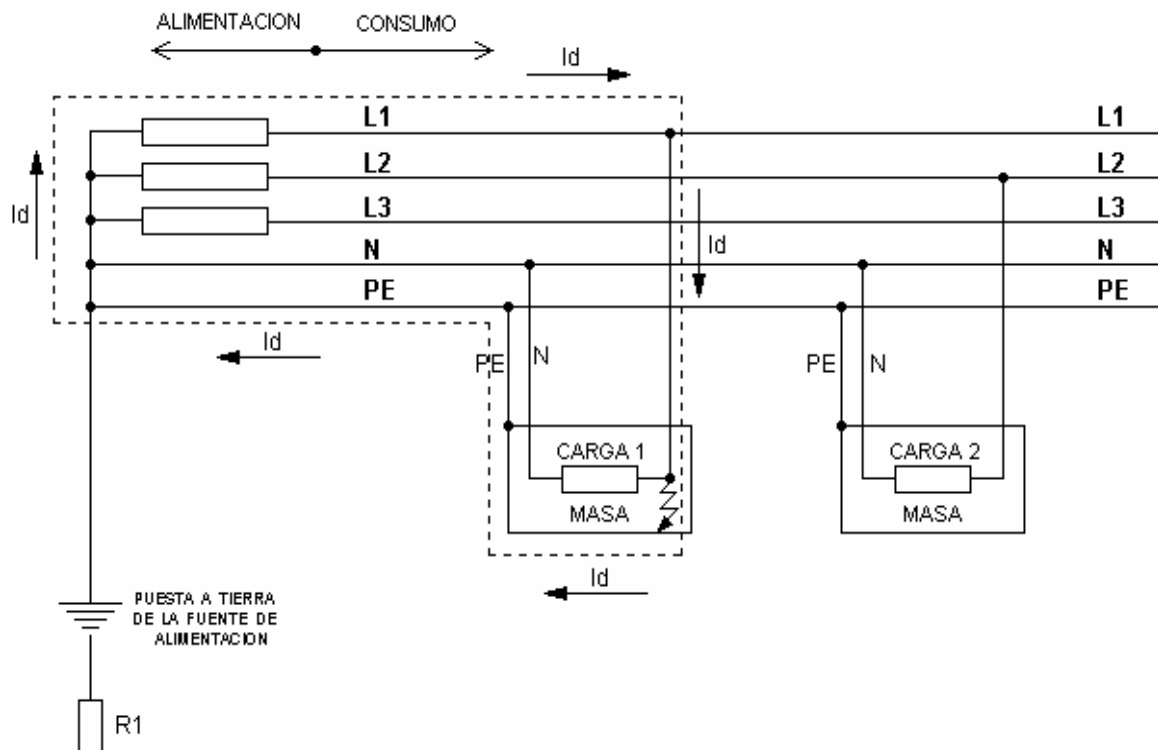
Donde "Neutro de la alimentación a tierra (T), las masas de la instalación a neutro (N) con el conductor neutro (N) y el conductor de protección (PE) combinados (C) en un solo conductor (PEN)", véase esquema 5.

Este tipo de sistema esta prohibido para instalaciones internas de los inmuebles ⁽²⁾.

(²) Excepción

- En locales con alimentación en media tensión (MT), podrá ser decisión del usuario o instalador el empleo del sistema TN-C, en la vinculación entre los bornes de baja tensión (BT) del transformador de distribución del usuario y el interruptor de cabecera del tablero principal de distribución. En los casos que el inmueble reciba alguna alimentación en BT desde la red publica, además de la alimentación en MT indicada, se deberán tomar las medidas para evitar que las alimentaciones, incluido el neutro, entren en paralelo, debiéndose emplear el sistema TT para las instalaciones atendidas desde la red publica de baja tensión

Esquema 4 Sistema TN-S

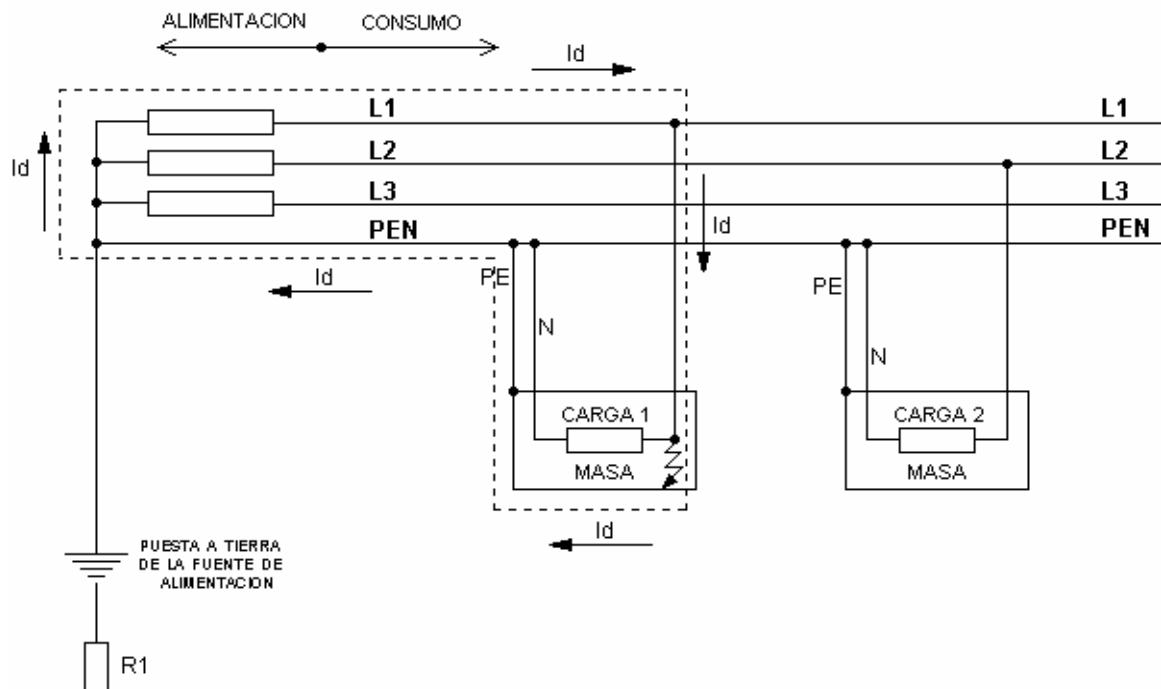


PE: Conductor de protección de las masas de la instalación eléctrica con tierra igual que la puesta a tierra de la alimentación

Id: Intensidad de la corriente de falla.

R1: Resistencia de la puesta a tierra la fuente de alimentación.

Esquema 5. Sistema TN-C



PEN: Conductor que tiene las funciones de protección de las masas y neutro de la instalación eléctrica conectado a la puesta a tierra de la alimentación.

Id: Intensidad de la corriente de falla.

R1: Resistencia de la puesta a tierra de la fuente de alimentación

8.2.3. SISTEMA TN-C-S

Donde "Neutro de la alimentación a tierra (T), las masas de la instalación a neutro (N) con el conductor neutro (N) y el conductor protección (PE) combinados (C), y a partir de un determinado punto dicho conductor (PEN) se desdobla en un conductor neutro (N) y en un conductor de protección (PE) separados (S)".

O sea que es una combinación de los dos sistemas anteriores ya que en una parte de la instalación responde al sistema TN-C y en otra al TN-S, esquema 6.

Este tipo de sistema esta prohibido para instalaciones internas de los inmuebles ⁽³⁾.

⁽³⁾ Excepción

- En locales con alimentación en media tensión (MT), podrá ser decisión del usuario o instalador el empleo del sistema TN-C, en la vinculación entre los bornes de baja tensión (BT) del transformador de distribución del usuario y el interruptor de cabecera del tablero principal de distribución. Si a partir del tablero principal se emplea el sistema TN-S, el conjunto se comporta como un sistema TN-C-S.

- En los casos que el inmueble reciba alguna alimentación en BT desde la red publica, además de la alimentación en MT indicada, se deberán tomar las medidas para evitar que las alimentaciones, incluido el neutro, entren en paralelo, debiéndose emplear el sistema TT para las instalaciones atendidas desde la red publica de baja tensión.

8.3. SISTEMA TT

Donde "Neutro de la alimentación a tierra (T), las masas de la instalación a tierra (T) eléctricamente independiente y distinta de la toma de tierra de la alimentación", esquema 7.

Generalmente en un sistema TT la corriente de falla entre un conductor de línea y una masa tiene una intensidad inferior a la corriente de cortocircuito en el sistema TN ; no obstante, esta corriente puede dar lugar a la aparición de tensiones peligrosas.

Para conformar un sistema TT, la toma de tierra de la instalación deberá tener características de "tierra lejana o tierra independiente" frente a la toma de tierra de servicio de la red de alimentación.

NOTA: Definición VEI 195-02-02. Toma de tierra independiente: "Toma de tierra suficientemente alejada de otras tomas de tierra, de forma tal que su potencial eléctrico no sea sensiblemente afectado por las corrientes eléctricas entre la tierra y otros electrodos de tierra".

VEI: Vocabulario Electrotécnica Internacional según IEC 60050 "International Electrotechnical Vocabulary".

8.4. SISTEMA IT

Donde "Neutro de la alimentación a una impedancia (I) elevada, las masas de la instalación a tierra (T) eléctricamente independiente y distinta de la toma de tierra de la alimentación", esquema 8.

Las características de este tipo de sistema son que en condiciones de falla posee una impedancia de retorno por la alimentación muy grande, la tensión de defecto correspondiente resulta ser débil, no peligrosa y se puede continuar con el servicio, pero se debe estar advertido de la falla y eliminarlo rápidamente antes de que se produzca la segunda falla.

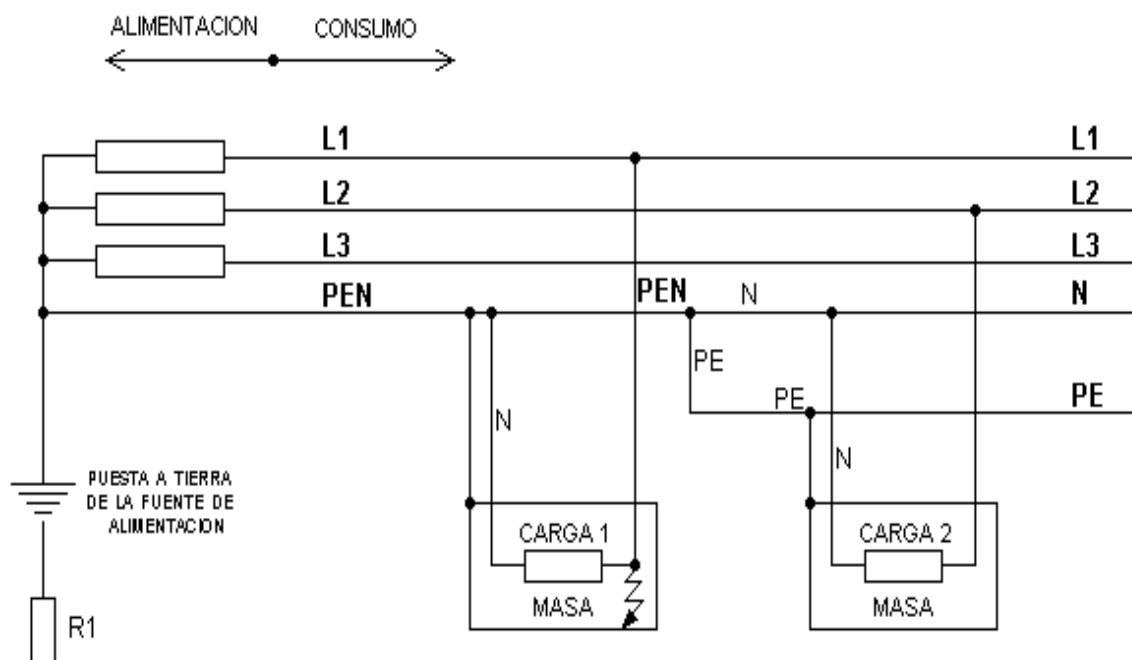
En caso de que se presente la segunda falla se tiene tres alternativas de falla.

- Falla de la misma fase no afecta nada, esquema 9.
- Falla en otro de los conductores a la masa conectada a PE se presenta un cortocircuito, esquema 10.
- Falla en otro de los conductores con otro equipo con diferente conexión a tierra de su masa se presenta un cortocircuito de menor intensidad que en b), esquema 11.

Para este tipo de sistema de conexión a tierra se deberá contar en la fuente de alimentación con un Controlador Permanente de Aislamiento (CPA).

NOTA: El proyectista deberá elegir el sistema de puesta a tierra mas adecuado de acuerdo a su instalación, sin embargo, en instalaciones domiciliarias el conductor de puesta a tierra, deberá ser independiente del neutro (véase 8.5 de esta norma).

Esquema 6. Sistema TN-C-S

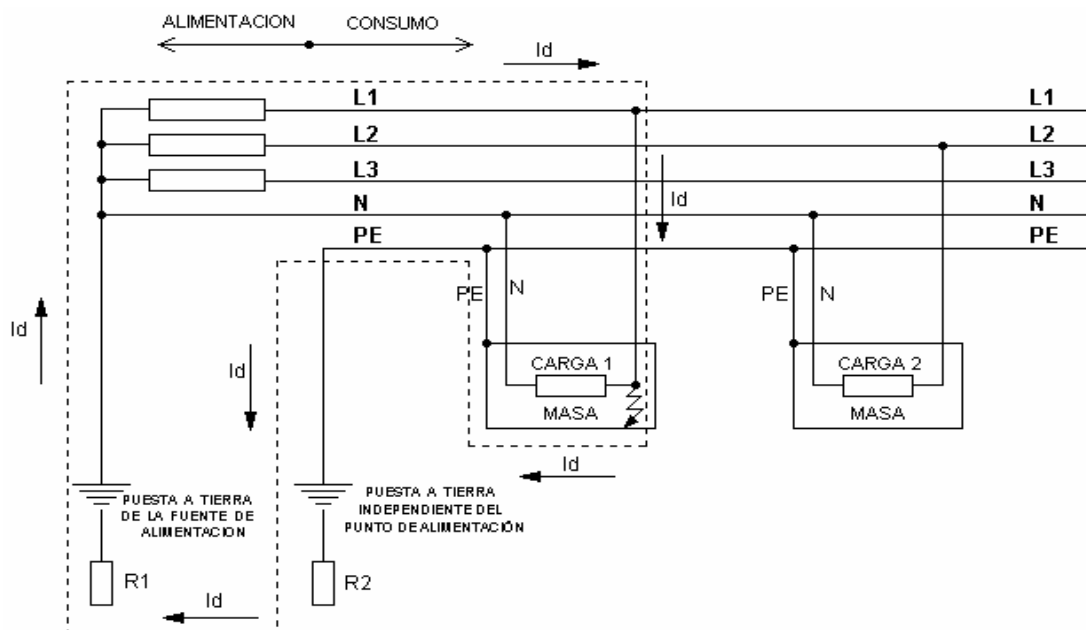


PE: Conductor de protección de las masas de la instalación eléctrica con tierra igual que la puesta a tierra de la alimentación.

PEN: Conductor que tiene las funciones de protección de las masas y neutro de la instalación eléctrica conectado a la puesta a tierra de la alimentación.

Id: Intensidad de la corriente de falla.

Esquema 7. Sistema TT



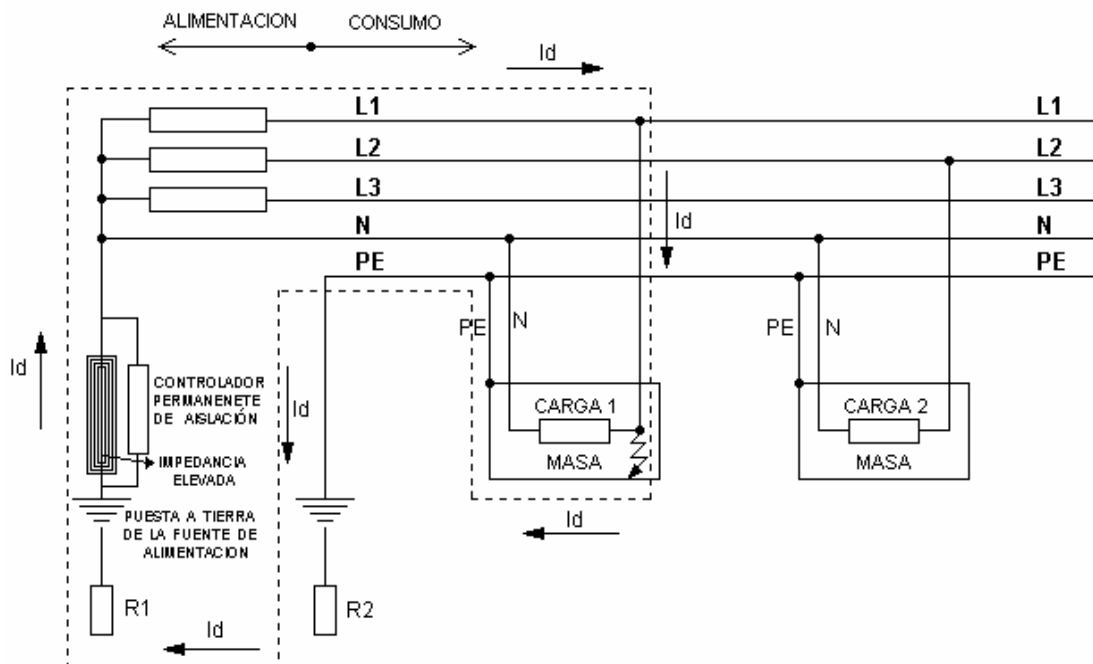
PE: Conductor de protección de las masas de la instalación eléctrica con tierra independiente de la puesta a tierra de la alimentación

I_d : Intensidad de la corriente de falla.

R1: Resistencia de la puesta a tierra la fuente de alimentación.

R2: Resistencia de la puesta a tierra de la instalación

Esquema 8. Sistema IT



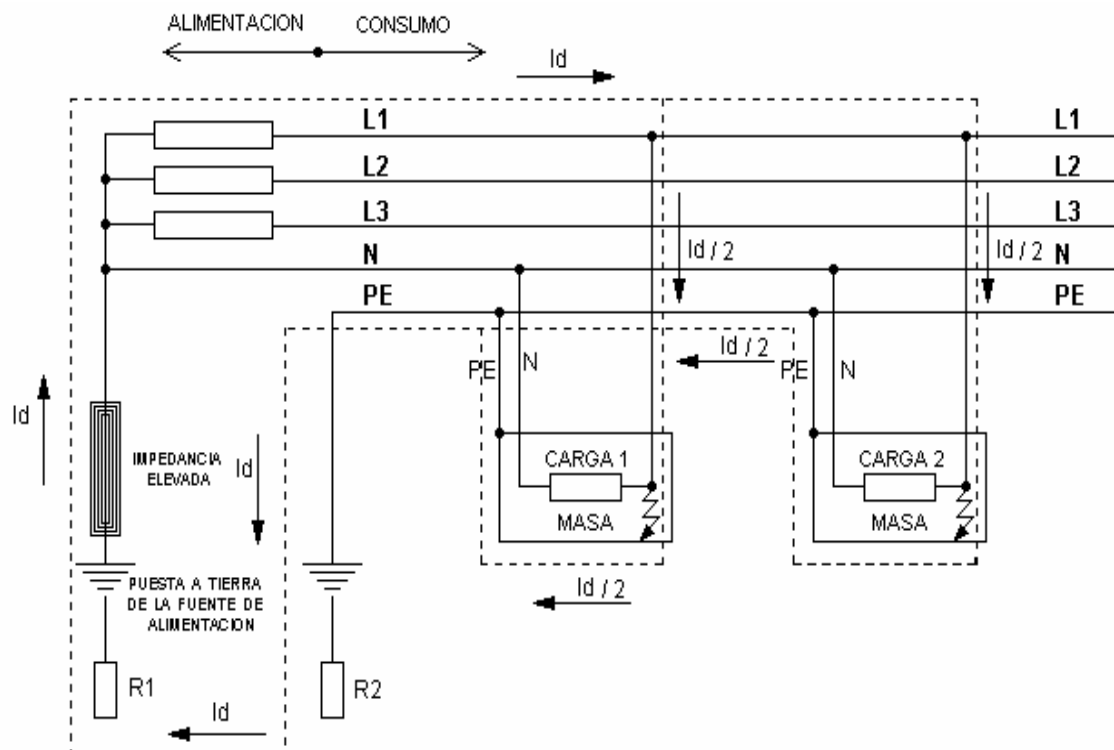
PE: Conductor de protección de las masas de la instalación eléctrica con tierra independiente de la puesta a tierra de la alimentación

I_d : Intensidad de la corriente de falla.

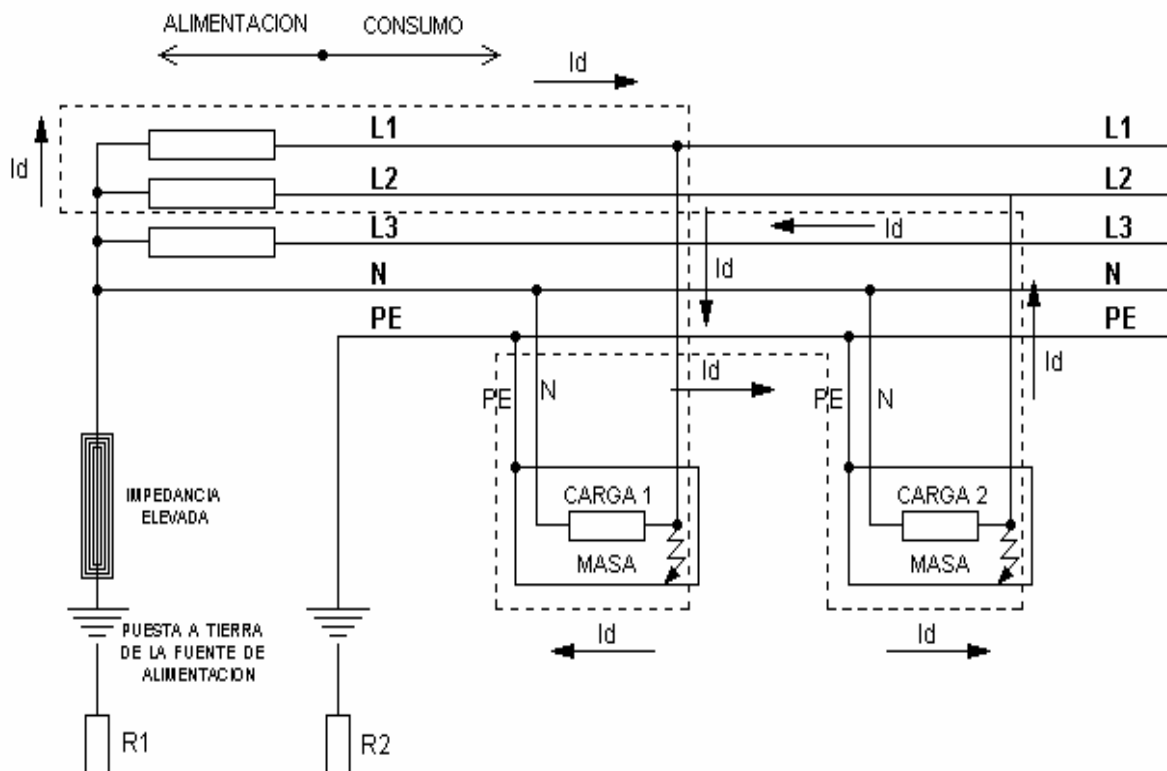
R1: Resistencia de la puesta a tierra la fuente de alimentación.

R2: Resistencia de la puesta a tierra de la instalación

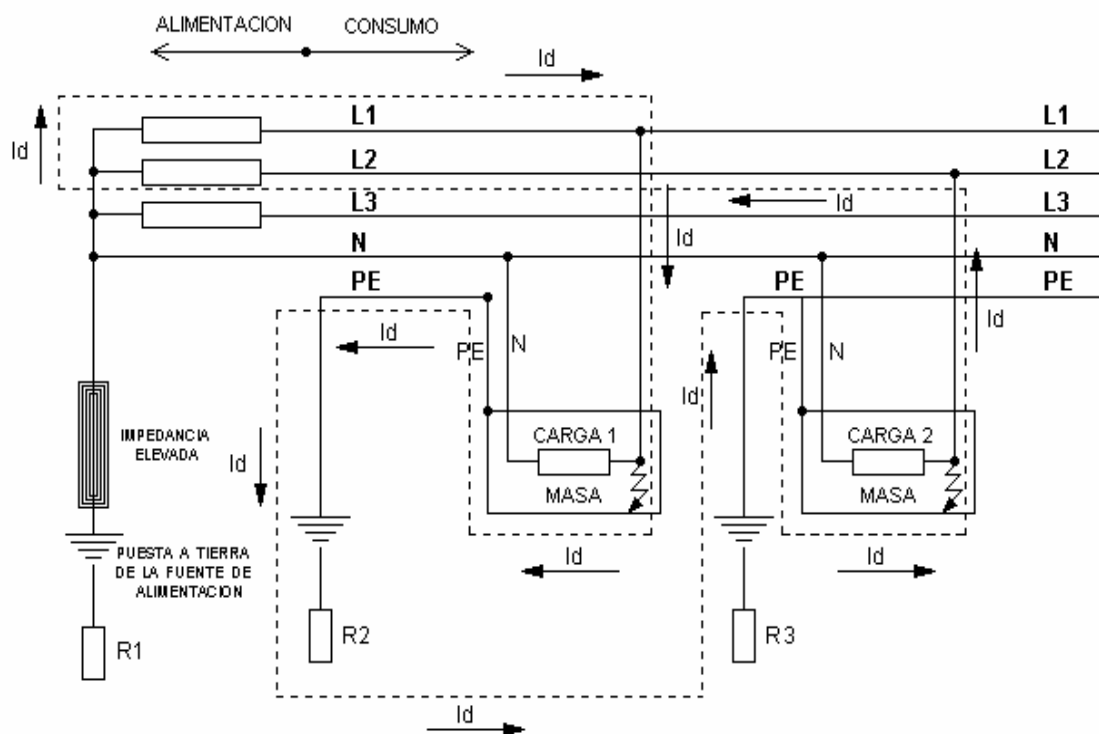
Esquema 9 Sistema IT 2º falla a)



Esquema 10 Sistema IT 2º falla b)



Esquema 11 Sistema IT 2º falla c)



8.5. SISTEMA DE CONEXIÓN A TIERRA EXIGIDO

El sistema de conexión a tierra exigido para las instalaciones eléctricas interiores tratados en esta norma, y atendidos desde la red pública de alimentación en BT es el sistema de conexión a tierra TT, salvo las excepciones indicadas en 8.2.1 a 8.2.3 ó la instalación que debido a sus características requiera el sistema IT (ejemplo instalaciones eléctricas en hospitales, véase capítulo 14 de esta norma).

NOTA: los sistemas de conexión de tierra de las instalaciones eléctricas interiores no deben confundirse con los sistemas de conexión a tierra de las redes de alimentación, que generalmente adoptan el sistema TN-C.

Este capítulo se complementa con las normas:

- NB 148004-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – Glosario de términos
- NB 148005-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – conductores de protección para puestas a tierra.

- NB 148006-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – electrodos para puestas a tierra
- NB 148007-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra
- NB 148008-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – Medición de la resistividad del terreno y resistencia de puesta a tierra
- NB 148009-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – Criterios de diseño y ejecución de puestas a tierra
- NB 148010-04 Instalaciones eléctricas – Sistemas de puesta a tierra – Instalación de sistemas de pararrayos

9. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

9.1. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

La sección de los conductores de protección debe ser calculada de acuerdo a lo descrito en a) o b):

En los dos casos debe cumplir con lo indicado en c).

a) La sección mínima de los conductores de protección deberá ser calculada con la siguiente fórmula:

$$S \geq \frac{(I^2 t)^{\frac{1}{2}}}{K} \quad (1)$$

Aplicable solamente para tiempos de desconexión t comprendidos en el intervalo

$$0 \leq t \leq 5 \text{ s}$$

Donde:

S: Sección del conductor de protección, en mm^2

I: Valor eficaz de la corriente de falla que puede atravesar el dispositivo de protección en caso de falla de impedancia despreciable, en A.

t: Tiempo de funcionamiento (apertura) del dispositivo de ruptura, en s.

K: Factor cuyo valor depende: de la naturaleza del metal del conductor de protección, de su aislación, de las temperaturas inicial y final.

Las tablas 35, 36, 37, listan los valores de K para los conductores de protección.

Para la aplicación de la fórmula debe considerarse lo siguiente:

- Debe tomarse en cuenta el efecto de la limitación de la corriente por las impedancias del circuito y del poder limitador del dispositivo de protección.

- El valor obtenido de sección debe normalizarse a la sección inmediata superior.

- Es necesario que la sección así calculada sea compatible con las condiciones impuestas a la impedancia del bucle de falla.

- Debe tomarse en cuenta las temperaturas máximas admisibles para las conexiones.

- b) La sección de los conductores de protección también puede determinarse a partir de la sección de los conductores de fase, con la tabla 38.

En la aplicación de la tabla 38 debe considerarse lo siguiente:

- Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados deben utilizarse los conductores cuya sección normalizada sea la inmediata superior.

- La tabla 38 es válida solamente para conductores de protección que son del mismo material de los conductores de las fases, De usarse otro material, este deberá ser equivalente.

- Cuando un conductor de protección es común a varios circuitos, la sección del conductor de protección se elegirá en función de la mayor sección de los conductores de fase.

- Cuando la sección de un conductor de fase se elige por caída de tensión y no por su corriente admisible, se permite que la sección del conductor de protección se elija a partir de la mayor corriente de disparo contra cortocircuitos de los dispositivos de protección de los diferentes circuitos.

- c) Los conductores de protección que no forman parte del conductor de alimentación deben tener por lo menos una sección de:

- 2.5 mm^2 (Nº 12 AWG) conductores de protección, comparten una protección mecánica.

- 4 mm² (Nº 10 AWG) conductores de protección, no comparten una protección mecánica.

Las uniones y derivaciones entre conductores de protección se harán mediante abrazaderas, prensas de unión de soldadura de alto punto de fusión. No se aceptara el empleo de soldadura de plomo-estaño como único medio de unión, sin embargo, se la podrá usar como complemento al uso de abrazaderas o prensas de unión. Los materiales empleados en esta unión y su forma de ejecución serán resistentes a la corrosión.

Las uniones y derivaciones no se someterán a sollicitaciones mecánicas y deberán cubrirse con aislante eléctrico de características equivalentes al que poseen los conductores.

9.2. TIPOS DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Pueden ser utilizados como conductores de protección:

- Conductores en cables multiconductores.
- Conductores aislados dispuestos bajo una envoltura común con conductores activos.
- Conductores separados aislados o desnudos.

NOTA: Solo se aceptara el empleo de conductores desnudos como conductores de protección en bandejas portacables, siempre que no exista riesgos de contactos entre el conductor desnudo y bornes con tensión.

No se permitirán como conductores de protección los siguientes elementos:

- Revestimientos metálicos, por ejemplo chaquetas, pantallas o armaduras.
- Ductos metálicos.
- Ciertos elementos conductores (masas extrañas).

Tabla 35 - Valores de K para conductores de protección aislados no incorporados a los cables o conductores de protección desnudos en contacto con el recubrimiento de los cables

	Naturaleza del aislante del conductor de protección		
	PVC	Polietileno reticulado etileno propileno	Caucho butilo
Temperatura final	165 °	250 °	220 °
Materiales del conductor			
Cobre	143	176	166
Aluminio	95	116	110
Acero	52	64	60

NOTA: Se asume que la temperatura inicial del conductor es 30°C

Tabla 36 - Valores de K para conductores de protección que forman parte de un cable multiconductor

	Naturaleza del aislante		
	PVC	Polietileno reticulado o etileno propileno	Caucho butilo
Temperatura inicial	70 °C	90 °C	85 °C
Temperatura final	160 °C	250 °C	220 °C
Material del conductor	K		
Cobre	115	143	134
Aluminio	76	94	89

Tabla 37 - Valores de K para conductores desnudos donde no existe riesgo de daño a cualquier material próximo por las temperaturas indicadas

Materiales del conductor	Condiciones	Visibles y en áreas restringidas	Condiciones normales	Riesgo de incendio
Cobre	Temp. Max.	500 °C	200 °C	150 °C
	K	228	159	138
Aluminio	Temp. Max.	300 °C	200 °C	150 °C
	K	125	105	91
Acero	Temp. Max.	500 °C	200 °C	150 °C
	K	82	58	50

NOTA: Debe interpretarse que la temperatura inicial del conductor es 30 °C

Se supone que los valores indicados de la temperatura no compromete la calidad de las conexiones.

Tabla 38 Secciones mínimas de los conductores de protección (tierra)

Sección de los conductores de la fase de la instalación	Sección mínima de los conductores de protección
S (mm ²)	Sp (mm ²)
S < 16 (Nº 6 AWG)	S
16 < S < 35	16 (Nº 6 AWG)
S > 35 (Nº 2 AWG)	S/2

Los elementos conductores, no pueden ser utilizados como conductores de protección. Tales como:

- a) Revestimientos metálicos.
- b) Las envolturas o carcasas de los sistemas de barras blindadas.
- c) En general cualquier construcción encerrada en un ambiente metálico.
- d) Las vainas metálicas de las canalizaciones y/o ductos metálicos tubos metálicos.
- e) Otros conductores metálicos.
- f) Partes conductoras ajenas (masas extrañas).
- g) Las cañerías de gas inflamable.
- h) Las tuberías de agua de la red pública o de la instalación privada.

No obstante será obligatorio conectar a tierra los elementos citados y otros similares, a partir del conductor de protección que debe ser instalado en c/u de las canalizaciones o envolturas de la instalación. Dicha conexión se debe efectuar con un conductor de las mismas características que el conductor de protección del cual se derivan. Dicha conexión debe realizarse mediante uniones de compresión o indentación o grapas normalizadas.

Las partes conductoras ajenas, no deberán ser utilizadas como conductor PEN.

9.3. CONSERVACIÓN Y CONTINUIDAD ELÉCTRICA DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra los deterioros mecánicos, químicos y esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, a excepción de aquellos efectuados en cajas llenas de material de relleno o juntas selladas.

No debe insertarse ningún dispositivo interruptor o seccionador en el conductor de protección, pero pueden utilizarse uniones desmontables (exclusivamente con ayuda de herramientas) para mediciones o ensayos.

Cuando se emplea un dispositivo de control de continuidad de tierra, los arrollamientos no deben ser insertados en serie con los conductores de protección.

Ningún aparato de encendido-apagado debe ser insertado en el conductor de protección.

Las masas de los materiales que deben conectarse a los conductores de protección no deben ser conectadas en un circuito de protección.

10. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS ELÉCTRICOS

10.1. GENERALIDADES

La protección contra los contactos eléctricos comprende:

- a) Protección simultánea contra los contactos directos e indirectos.
- b) Protección contra contactos directos.
- c) Protección contra contactos indirectos.

10.2. PROTECCIÓN SIMULTÁNEA CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

La protección en forma simultánea contra los contactos directos e indirectos se puede lograr mediante el uso de fuentes de circuitos de muy baja tensión de seguridad.

No se permite la utilización de circuitos de muy baja tensión de protección (fuente de muy baja tensión de seguridad con un punto del circuito secundario puesto a tierra), por las dificultades que ofrece para garantizar una adecuada protección contra los contactos indirectos.

La muy baja tensión de seguridad no se debe confundir con la que se utiliza en alimentación de equipos (intercomunicadores alarmas, etc.) que por sus características requieren muy baja tensión para su funcionamiento pero no por razones de seguridad.

Los circuitos se alimentan con una tensión muy baja de manera de garantizar la seguridad, esta condición se satisface cuando:

- a) La tensión nominal no sea superior a 24 V para ambientes secos, húmedos y mojados y de 12 V donde el cuerpo este sumergido.
- b) La fuente de alimentación, es una fuente de seguridad como se indica en 10.2.1.
- c) La instalación se realiza de acuerdo a las condiciones establecidas en 10.2.2.

10.2.1. Fuente de seguridad

La principal fuente de seguridad reconocida es el transformador de separación de seguridad, que proporciona una separación de seguridad galvánica entre la tensión más alta y la tensión más baja.

Estos transformadores tienen una aislación que debe soportar condiciones muy rigurosas para impedir, con la mayor seguridad, una transmisión de tensión elevada al circuito de muy baja tensión y debe tener una tensión de salida igual o inferior a 24 V.

Son consideradas también como fuentes de seguridad:

- a) Fuentes de corrientes que proporcionan un grado de seguridad equivalente a los transformadores de separación de seguridad, como por ejemplo, motor y generador separados o grupo motor-generador con arrollamientos separados eléctricamente.
- b) Fuente electroquímica (pilas o acumuladores) u otra fuente que no dependa de circuitos de tensión más elevada.
- c) Dispositivos electrónicos en los cuáles hayan sido tomadas medidas para asegurar que, en caso de defecto interno del dispositivo, la tensión en los terminales de salida no pueda ser superior a los límites de muy baja tensión.

10.2.2. Condiciones de instalación

Las condiciones de instalación mencionadas en 10.2.c) son siete y aseguran la llamada protección por muy baja tensión de seguridad y son las siguientes:

- 1) Las partes activas de los circuitos a muy baja tensión de seguridad no deben estar conectadas eléctricamente a partes activas o conductores de protección pertenecientes a otros circuitos o a tierra.

- 2) Las masas de los materiales eléctricos no deben conectarse intencionalmente a tierra, a conductores de protección o masas de otras instalaciones o a elementos conductores. Si las masas fueran susceptibles de estar en contacto (efectiva o fortuitamente) con masas de otros circuitos, la seguridad de las personas no deberá basarse a solo la protección por muy baja tensión de seguridad, sino también a las medidas de protección que a esas masas se apliquen, a no ser que sea posible garantizar que no hay posibilidad de que esas masas puedan ser llevadas a un potencial superior al admitido para la muy baja tensión de seguridad.

- 3) Entre las partes activas de circuitos de muy baja tensión de seguridad y las de circuitos de tensión más elevada, debe existir una separación eléctrica, por lo menos equivalente a la que existe entre el primario y el secundario de un transformador de seguridad.

En particular, una separación de este tipo debe ser prevista entre las partes vivas de materiales eléctricos tales como relés, contactores, interruptores auxiliares y cualquier parte de un circuito de tensión más elevada.

- 4) Los conductores del circuito de muy baja tensión de seguridad deben ser separados físicamente de todos los conductores de otros circuitos.

Si esto no fuera posible una de las siguientes condiciones debe ser atendida:

- a) Los conductores del circuito de muy baja tensión, además de la aislación, deben poseer capa.
- b) Los conductores de los circuitos a otras tensiones deben ser separados por una tela metálica puesta a tierra o por un blindaje metálico también puesto a tierra.

- c) Un cable multiconductor o un agrupamiento de conductores puede contener circuitos diferentes, por lo tanto, los conductores del circuito a muy baja tensión de seguridad deben aislarse individualmente o colectivamente, para la mayor tensión presente. En los casos a) y b), la aislación básica de cada uno de los conductores precisa corresponder, solo a la tensión del respectivo circuito.

- 5) Los tomacorrientes deben satisfacer los siguientes requerimientos:

- a) No debe ser posible insertar enchufes o clavijas de circuitos a muy baja tensión de seguridad, en tomas alimentadas a otras tensiones.
- b) Los tomacorrientes deben impedir la introducción de clavijas de sistemas de tensión diferentes.
- c) Los tomacorrientes no deben poseer contacto para conductor de protección.

- 6) Los transformadores de seguridad y los grupos motor-generator movibles deben poseer aislación Clase II o reforzada (véase capítulo 22).

- 7) Cuando la tensión nominal del circuito sea superior a 24 V en corriente alterna, o a 60 V en corriente continua, la protección contra los contactos directos deben asegurarse por:

- a) Barreras, cajas o cubiertas con grado de protección IP 2X, (véase capítulo 23 de esta norma).
- b) Aislamiento que pueda soportar 500 V por 1 minuto.

La medida de la utilización de circuitos de muy baja tensión de seguridad) será obligatoria en lugares de piscinas, fuentes en general, juegos de agua. En dichos lugares solo se permite como medida de protección la utilización de circuitos de muy baja tensión de seguridad de 12 V de tensión nominal estando la fuente de alimentación fuera de estas zonas.

10.3. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS DIRECTOS

10.3.1. Protección por aislación de las partes activas

La aislación está destinada a impedir todo contacto con las partes activas por un aislamiento que solamente podrá ser removido por destrucción.

La aislación de los equipos y materiales debe ser efectuada con un material aislante capaz de soportar, de manera permanente, los esfuerzos mecánicos, eléctricos o térmicos a los que pueda estar sometido. En general las lacas, barnices y productos análogos no se consideran como aislante suficiente para asegurar la protección contra los contactos directos.

10.3.2. Protección por medio de barreras o cajas

Las barreras o cajas están destinadas a impedir todo contacto con las partes activas de la instalación eléctrica, aun no aisladas. Las partes activas deben ser colocadas dentro de cajas o detrás de barreras que respondan por lo menos a un grado de protección IP2X (véase capítulo 23 de esta norma). Sin embargo, si es necesario una abertura más grande que la admitida en IP 2X para permitir el reemplazo de las partes o para asegurar el buen funcionamiento de los equipos y materiales.

- a) Deben tomarse precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos puedan tocar accidentalmente las partes activas, y
- b) Debe asegurarse en la medida de lo posible, que las personas sean conscientes de que las partes accesibles por las aberturas, son partes activas y no deben ser tomadas voluntariamente (letreros, avisos, etc.).

Las barreras o cajas deben ser fijadas de manera segura y poseer una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección requeridos, con una separación suficiente de las partes activas.

Cuando sea necesario abrir barreras, abrir cajas o retirar partes de ellas, esto debe ser posible únicamente:

- a) Con la ayuda de una llave o de una herramienta, ó
- b) Después de la puesta fuera de tensión de las partes activas, protegidas por estas barreras o cajas, tensión que no podrá ser reestablecida hasta después de haber puesto en su lugar las barreras o cajas, ó
- c) Si una segunda barrera es la que impide el contacto con las partes activas, ésta solo podrá ser retirada con la ayuda de una llave o de una herramienta.

10.3.3. Protección por medio de obstáculos

Los obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de burlar el obstáculo como en el caso de realizar una operación de mantenimiento.

Los obstáculos deben impedir:

- Una aproximación física no intencionada las partes activas o bien
- Los contactos no intencionales con las partes activas en caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio.

Los obstáculos pueden ser desmontados sin el empleo de una herramienta o llave, sin embargo deben estar fijados de tal manera que impidan retiro involuntario.

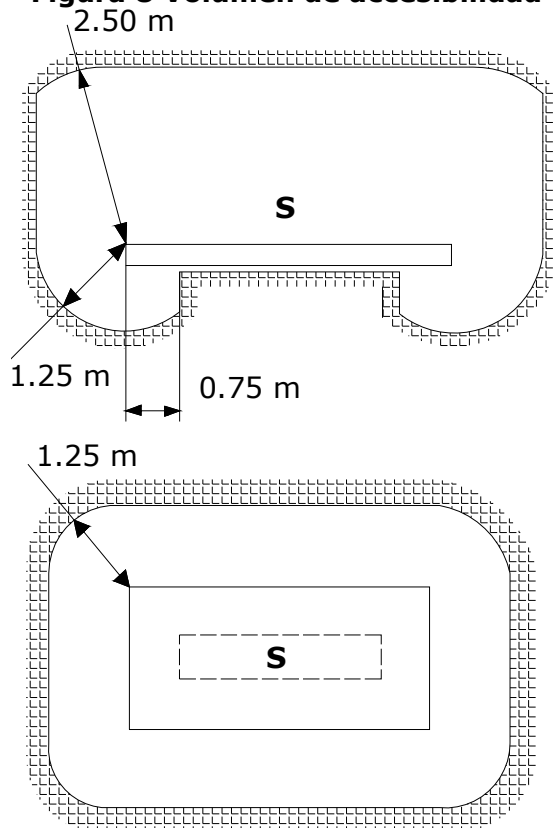
10.3.4. Protección por puesta fuera de alcance

La puesta fuera de alcance está solamente destinada a impedir los contactos no intencionales o fortuitos con las partes activas.

Partes simultáneamente accesibles que se encuentran a potenciales diferentes no deben encontrarse en el interior del volumen de accesibilidad.

Por convenio, este volumen esta limitado conforme a la figura 8, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2.5 m, esta distancia debe aumentarse en función de los objetos conductores que pueden ser manipulados o transportados (por ejemplo: tuberías, escaleras, gabinetes) en los locales correspondientes.

Figura 8 Volumen de accesibilidad



S = Superficie que puede ser ocupada por las personas

— Limite de volumen de accesibilidad

Cuando el espacio en el que se encuentra y circulan normalmente las personas, está limitado por un obstáculo (por ejemplo una baranda de protección, alambrado o reja) que presenta un grado de protección inferior a IP 2X (véase capítulo 23 de esta norma), el volumen de accesibilidad al contacto comienza a partir de este obstáculo.

10.3.5. Protección complementaria por dispositivos a corriente diferencial-residual

Todo circuito derivado deberá estar protegido por un interruptor a corriente diferencial-residual con sensibilidad de 30 mA, de actuación instantánea siempre y cuando la configuración eléctrica lo permita.

No obstante lo anterior, en caso de equipos en los que se demuestre fehacientemente que su funcionamiento normal puede ser perturbado por la presencia del interruptor diferencial en su línea de alimentación (por ejemplo un sistema de arranque estrella- triángulo en motores de potencias medias y elevadas, en el cual, durante el proceso de conmutación, pueden existir picos transitorios de corriente que provoquen la actuación del interruptor diferencial), se admitirá prescindir del mismo, cumpliendo estrictamente las siguientes condiciones:

- El circuito debe ser alimentación a carga única, lo que significa que no debe tener ningún tipo de derivación.
- Se garantizara la protección contra los contactos directos empleando al menos dos medios de protección de los citados en 10.3.1 a 10.3.4 de esta norma.

La utilización de estos dispositivos no esta reconocida como una medida de protección completa contra los contactos directos, sino que esta destinada a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos o choque eléctricos durante el servicio normal y, por lo tanto, no exime en modo alguno el empleo del resto de las medidas de seguridad enunciadas, pues, por ejemplo, este método no evita los accidentes provocados por contacto simultaneo de dos partes conductoras de potenciales diferentes.

10.3.6. Preferencia en la selección de la protección contra los contactos directos

El orden de preferencia de los medios de protección contra los contactos directos es el siguiente:

Primero: Protección por aislación o el aislamiento de las partes activas.

Segundo: Protección por medio de barreras o cajas.

Tercero: Protección por puesta fuera de alcance.

Protección suplementaria (puede existir adicionalmente a alguna o todas las anteriores): Protección por medio de obstáculos.

Protección complementaria obligatoria salvo sus excepciones, conjuntamente con alguna o todas las anteriores: protección por dispositivos a corriente diferencial de fuga, instantáneos de 30 mA.

10.4. PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS

10.4.1. Protección por ruptura automática de la alimentación

Tiene por objeto la ruptura automática de la alimentación después de la aparición de una falla, está destinada a impedir la permanencia de una tensión de contacto de duración peligrosa. Las recomendaciones posteriores son aplicables sólo a instalaciones de corriente alterna.

Para su correcta actuación está medida de protección requiere la coordinación entre los sistemas de conexión a tierra y las características de los dispositivos de protección, incluyendo la protección por corriente diferencial de fuga, para lograr que la tensión límite de contacto indirecto no sea mayor que 24 V.

10.4.1.1. Tensión de contacto

Se denomina tensión de contacto (U_s) a la tensión que puede aparecer accidentalmente entre dos puntos simultáneamente accesibles.

La tensión límite convencional (de contacto) (U_L) es el valor máximo de tensión de contacto que puede ser mantenido, indefinidamente sin riesgo a la seguridad de personas o animales

domésticos.

Para condiciones normales de influencias externas, se considera peligrosa una tensión superior a 50 V, en corriente alterna, o 120 V, en corriente continua.

Un dispositivo de protección debe separar automáticamente la alimentación de la parte de la instalación protegida por este dispositivo de tal manera que inmediatamente después de una falla de impedancia despreciable en esta parte, no puede mantenerse una tensión de contacto superior a la establecida en la tabla 39.

Tabla 39 - Duración máxima de permanencia de la tensión de contacto

Tiempo máximo de desconexión	Tensión de contacto previsible (en C. A. Valor eficaz)
(s)	(V)
∞	< 50
5	50
1	75
0.5	90
0.2	110
0.1	150
0.05	220
0.03	280

10.4.1.2. Conexiones equipotenciales

En cada edificación, un conductor principal de equipotencialidad debe interconectar los siguientes elementos conductores:

- El conductor principal de protección
- El conductor principal de tierra
- La canalización colectiva de agua

- d) La canalización colectiva de gas
- e) Las columnas verticales de calefacción central y climatización

Se recomienda incluir además los elementos metálicos de la construcción.

Las puertas y ventanas metálicas o los marcos metálicos que estén colocados en muros no conductores y fuera del contacto de otras estructuras metálicas no necesitan formar parte de la conexión equipotencial.

Una conexión equipotencial principal debe realizarse a la entrada de las diversas canalizaciones del local. Su finalidad primordial es evitar que como consecuencia de una falla de origen externo al local, aparezca, en su interior, una diferencia de potencial entre los elementos conductores.

La conexión equipotencial no permite la presencia de tensiones de contacto entre elementos metálicos e inclusive, en el caso de descargas atmosféricas, evita la aparición de peligrosos arcos disruptivos.

En las condiciones indicadas, deben insertarse partes aislantes en los elementos conductores unidos a la conexión equipotencial, por ejemplo, coplas o uniones aislantes en sistemas de cañerías, a fin de evitar la transferencia de tensiones a puntos alejados de la conexión.

El conductor principal de equipotencialidad, debe satisfacer en general las prescripciones sobre los conductores de protección además de las siguientes limitaciones en cuanto a su sección. Esta debe ser, como mínimo, igual a la mitad de la sección del conductor de protección principal de la instalación, no pudiendo ser inferior a 6 mm² (Nº 10 AWG) y su valor máximo debe ser limitado a 25 mm² (Nº 4 AWG), en cobre, o su sección equivalente a otro metal.

Si en una instalación, o en parte de una instalación las condiciones instaladas para la protección contra los contactos indirectos por ruptura automática de la alimentación (indicadas posteriormente) no pueden ser

satisfechas, debe hacerse una conexión equipotencial local llamada suplementaria (o compensaciones o nivelaciones auxiliares de potencial).

Este tipo de conexión debe comprender todas las partes conductoras simultáneamente accesibles, ya sea que se trate de masas de aparatos fijos o de elementos conductores, incluyendo en la medida de lo posible, las armaduras principales de hormigón armado utilizado en la construcción del edificio, etc., que permitan lograr caminos de menor impedancia para la corriente de falla a tierra facilitando la actuación del dispositivo de protección.

A este sistema equipotencial deben ser conectados los conductores de protección, todos los materiales, incluyendo las tomacorriente.

La conexión equipotencial suplementaria debe hacerse a través de conductores de protección adecuadamente dimensionados. Debe asegurarse que la conexión equipotencial entre dos masas pertenecientes a circuitos de secciones muy diferentes no provoque, en el conductor de menor sección, el paso de una corriente de falla que produzca una sollicitación térmica superior a la admisible en este conductor.

El conductor utilizado en la conexión equipotencial suplementaria o conductor de equipotencialidad suplementaria, debe satisfacer las siguientes prescripciones en cuanto a su sección:

- Si se conectan dos masas, su sección no debe ser inferior a la más pequeña de los conductores de protección conectados a estas masas.
- Si conecta una masa a un elemento conductor, su sección no debe ser inferior a la mitad de la sección del conductor de protección conectado a esta masa, observando los límites mínimos de 2.5 mm² (Nº 12 AWG) para conductores con protección mecánica y de 4 mm² (Nº 10 AWG) para conductores sin protección mecánica.

La conexión equipotencial suplementaria puede ser asegurada: ya sea por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas; ya sea por conductores suplementarios; o ya sea por una combinación de ambos.

En caso de duda, la eficacia de la conexión equipotencial suplementaria se verifica asegurándose que la impedancia Z entre toda masa considerada y todo elemento conductor simultáneamente accesible cumpla la siguiente condición:

$$Z \leq \frac{U}{I_a} \quad (2)$$

Donde:

U : Tensión de contacto presunto

I_a : Corriente de funcionamiento del dispositivo de protección de conformidad con la tabla 39.

En la práctica, cuando se utilizan fusibles, basta verificar que esta condición está satisfecha para la tensión U_L (tensión límite convencional) y para la corriente que asegure el funcionamiento de fusible en un tiempo máximo de 5 segundos.

La conexión equipotencial para la protección contra descargas atmosféricas son iguales a las indicadas anteriormente. El sistema de protección contra el rayo se unirá en la barra equipotencial principal con todas las otras partes metálicas componentes de la construcción por medio de conductores de equipotencialidad o limitadores de sobretensión.

10.4.1.3. Sistema TN

(Sistema adoptado para casos de excepción véase capítulo 8)

Todas las masas deben ser conectadas mediante los conductores de protección al punto de la alimentación puesto a tierra.

El conductor de protección debe ser puesto a tierra en la proximidad de cada transformador de potencia o de cada generador de la instalación.

Si existen otras posibilidades eficaces de puesta a tierra se recomienda llevar allí el conductor de protección en el mayor número de puntos posibles. Una puesta a tierra múltiple, en puntos regularmente repartidos, puede ser necesaria para asegurar que el potencial del conductor de protección se mantenga en caso de falla, lo más próximo posible de la tierra. Por la misma razón, se recomienda conectar el conductor de protección al de tierra en el punto de cada edificación o establecimiento.

Los dispositivos de protección y las secciones de conductores deben seleccionarse de manera tal que si se produce en un lugar cualquiera de la instalación una falla de impedancia despreciable entre un conductor de fase y el conductor de protección o una masa, la ruptura automática tenga lugar dentro del tiempo máximo igual al especificado en la tabla 39.

Esta exigencia es satisfecha si se cumple la siguiente condición:

$$Z_s * I_a \leq U_0 \quad (3)$$

Donde:

Z_s : Impedancia del bucle de falla

I_a : Corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de ruptura automática en un tiempo máximo indicado en la tabla 39 o en 5 (s) en los casos de partes de la instalación que solo alimentan equipos fijos.

U_0 : Tensión entre fase y neutro

La impedancia Z_s puede determinarse por cálculo o por medición, si se la calcula puede hacerse tomando en cuenta las impedancias de la fuente, los conductores y los diversos dispositivos de control y/o maniobra existentes en el camino de la corriente de falla. Como regla se puede tomar solo las impedancias de los conductores despreciando las demás.

En casos excepcionales en los que puede producirse una falla directa entre un conductor de fase y la tierra, por ejemplo en líneas aéreas, la siguiente condición debe ser satisfecha a fin de que el conductor de protección y las masas conectadas a él no puedan presentar una tensión superior a U_L (tensión límite convencional).

$$\frac{RB}{RE} \leq \frac{U_L}{U_0 - U_L} \quad (4)$$

Donde:

RB: Resistencia global de las puestas a tierra.

RE: Resistencia mínima presunta de contacto a tierra de los elementos conductores no conectados al conductor de protección, y por los cuales puede producirse defectos entre fase y tierra.

U₀: Tensión entre fase y neutro.

U_L: Tensión límite convencional.

En instalaciones fijas un solo conductor de sección no menor a 10 mm² (Nº 6 AWG) puede ser utilizado a la vez como conductor de protección y conductor neutro (conductor PEN), satisfaciendo las condiciones mencionadas en "Conductores de protección".

La sección mínima del conductor utilizando como conductor neutro y de protección (PEN) puede reducirse a 4 mm² (Nº 10 AWG) a condición que el conductor sea tipo concéntrico, que rodee los conductores de fase.

En este sistema, pueden utilizarse los siguientes dispositivos de protección.

- a) Dispositivos de protección a corriente máxima.
- b) Dispositivos de protección a corriente diferencial-residual

Cuando el sistema posee conductores PEN, la protección debe estar asegurada por dispositivos de máxima corriente.

Cuando el conductor neutro y el conductor de protección sean comunes (sistemas TN-C), no podrá utilizarse dispositivos de protección de corriente diferencial-residual. Cuando se utilice un dispositivo de protección de corriente diferencial-residual en sistemas TN-C-S, no debe utilizarse un conductor PEN aguas abajo.

La conexión del conductor de protección al conductor PEN debe efectuarse aguas arriba del dispositivo de protección de corriente diferencial-residual.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo "S") en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general.

10.4.1.4. Sistema TT

Todas las masas de los equipos y/o materiales eléctricos maniobra protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectados por un mismo conductor de protección provisto de una toma de tierra común. Si varios dispositivos de protección son montados en serie, esta protección se aplica a cada grupo de masas protegidas por un mismo dispositivo.

Las masas simultáneamente accesibles deben conectarse a la misma toma de tierra.

Para que, en un sistema TT, se produzca la ruptura automática de la alimentación, de manera que en caso de una falla de aislación, no pueda mantenerse en cualquier punto de la instalación, una tensión de contacto superior a la indicada en la tabla 39, debe cumplirse la siguiente condición.

$$R_A * I_A \leq U \quad (5)$$

Donde:

R_A: Resistencia de la toma de tierra de las masas.

I_A: Corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo especificado en la tabla 39.

U: Tensión límite convencional U_L o tensión de contacto presunta U_B, según el caso.

Cuando las masas estuviesen protegidas por dispositivos diferentes y conectadas al mismo electrodo de puesta a tierra, el valor I_A a considerar es del dispositivo de mayor corriente nominal.

Cuando se hace uso de un dispositivo de protección a corriente diferencial – residual, I_A es igual a la corriente diferencial residual nominal de funcionamiento I y U es igual U_L .

Cuando la condición $R_A * I_A \leq U$ no puede ser respetada, debe hacerse una conexión equipotencial suplementaria.

En los sistemas TT deben utilizarse, con preferencia, dispositivos de protección a corriente diferencial-residual, pero esto no excluye la utilización de dispositivos de protección a tensión de falla.

La utilización de dispositivos a máxima corriente o de sobrecorriente exige, normalmente, valores muy bajos de resistencia del electrodo de puesta a tierra de las masas para que pueda cumplirse la condición $R_A * I_A \leq U$, en tanto que los dispositivos a corriente diferencial-residual, actuando por principio con corrientes bajas en relación a los de sobrecorriente, permiten la utilización de electrodos de puesta a tierra en condiciones bastante desfavorables.

Con miras a la selectividad pueden instalarse dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo del tipo "S") en serie con dispositivos de protección diferencial-residual de tipo general.

10.4.1.5. Sistema IT

En los sistemas IT, la impedancia de puesta a tierra de la alimentación debe ser tal que la corriente de falla, en caso de una sola falla a la masa o a la tierra sea de débil intensidad.

La desconexión de la alimentación no es necesaria en la primera falla, pero deben adoptarse medidas para evitar los peligros en caso de aparición de dos defectos simultáneos que afecten a conductores activos diferentes, la separación de la parte en falla de la instalación debe asegurarse mediante dispositivos de corte automático que interrumpan los conductores de alimentación, incluso el neutro.

En un sistema IT ningún conductor activo de la instalación debe ser conectado directamente a tierra en la instalación.

A fin de reducir las sobretensiones y de amortiguar las oscilaciones de la tensión en la instalación, pueden ser necesarias puestas a tierra suplementarias por intermedio de impedancias a puntos neutros artificiales, las características deben ser apropiadas al de la instalación.

Las masas deben ser puestas a tierra, ya sea individualmente, por grupos, o en conjunto.

Masas simultáneamente accesibles deben conectarse a la misma toma de tierra

Además, la siguiente condición debe ser satisfecha:

$$R_a * I_d \leq U_L \quad (6)$$

Donde:

R_a : Resistencia de puesta a tierra de las masas conectadas a una toma de tierra.

I_d : Corriente de falla en caso del primer defecto franco de débil impedancia entre un conductor de fase a una masa. El valor de I_d , toma en cuenta las corrientes de fuga y la impedancia total de la instalación eléctrica

U_L : Tensión límite convencional

En los sistemas IT debe preverse un dispositivo detector de falla de aislamiento, si es necesario, para indicar la aparición de una primera falla entre una parte activa y la masa, o tierra.

Este dispositivo debe:

- a) Accionar, ya sea una señal sonora o visual.
- b) Cortar automáticamente la alimentación.

Se recomienda eliminar una falla en un plazo tan corto como sea posible.

Después de la aparición de una primera falla, las condiciones de protección y de ruptura para una segunda falla son las definidas para los sistemas TN o TT, dependiendo de que todas las masas se encuentren o no, conectadas a un conductor de protección.

Los siguientes dispositivos pueden ser utilizados en un sistema IT:

- Detector de falla de aislación.
- Dispositivo de protección a corriente diferencial-residual.
- Dispositivos a tensión de falla

Después de la aparición de un primer defecto, las condiciones de interrupción de la alimentación en un segundo defecto deben ser las siguientes:

- Cuando se pongan a tierra masas por grupos o individualmente, las condiciones de protección son las, del sistema TT, salvo que el neutro no debe ponerse a tierra.
- Cuando las masas estén interconectadas mediante un conductor de protección, colectivamente a tierra, se aplican las condiciones del sistema TN, con protección mediante un dispositivo contra sobrecorrientes de forma que se cumplan las condiciones siguientes:

- Si el neutro no está distribuido:

$$2 \times Z_s \times I_a < U$$

- Si el neutro está distribuido:

$$2 \times Z_s' \times I_a < U_0$$

Donde:

Z_s : es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor de fase y el conductor de protección.

Z_s' : es la impedancia del bucle de defecto constituido por el conductor neutro, el conductor de protección y el de fase.

I_a : es la corriente que garantiza el funcionamiento del dispositivo de protección de la instalación en un tiempo t , según la tabla 39, o tiempos superiores, con 5 segundos como máximo.

U : es la tensión entre fases, valor eficaz en corriente alterna.

U_0 : es la tensión entre fase y neutro, valor eficaz en corriente alterna.

Figura 9
Corriente de segundo defecto en el sistema IT con masas conectadas a la misma toma de tierra y neutro no distribuido

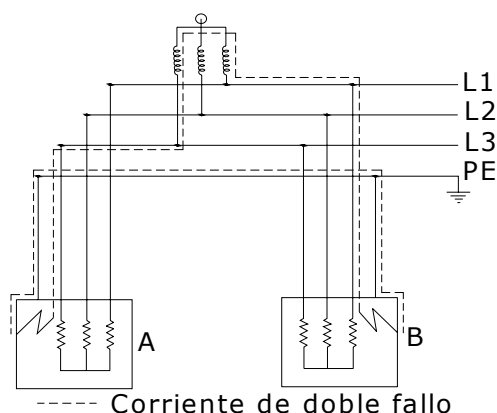
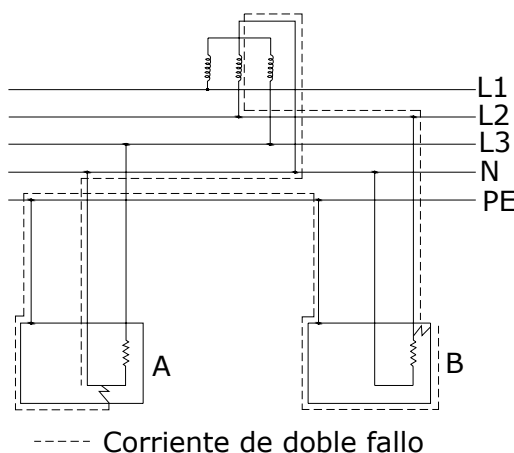


Figura 10
Corriente de segundo defecto en el sistema IT con masa conectadas a la misma toma de tierra y neutro distribuido



Si no es posible utilizar dispositivos de protección contra sobreintensidades de forma que se cumpla lo anterior, se utilizarán dispositivos de protección de corriente diferencial-residual para cada aparato de utilización o se realizará una conexión equipotencial complementaria.

10.4.2. Protección por empleo de materiales de la clase II o por instalación equivalente

1) El empleo de materiales clase II o aislación equivalente, está destinado a impedir, en caso de defecto del aislamiento primario (aislación básica) de las partes activas, de la aparición de tensiones peligrosas en las partes accesibles de los equipos de la instalación, esa protección debe ser asegurada por la utilización de:

a) Materiales eléctricos de los siguientes tipos que hayan aprobado los ensayos tipo que les correspondan.

a.1 Materiales con aislación doble o reforzada (Materiales de clase II).

a.2 Equipo eléctrico construido en fábrica con aislación total.

b) Una aislación suplementaria aplicada en el curso de la instalación de los materiales eléctricos provistos de una aislación primaria y que garanticen una seguridad equivalente a los materiales del punto a) y que cumplan las condiciones indicadas en los incisos 2 a 6, siguientes.

c) Aislación reforzada que recubra las partes, activas desnudas y montadas en el curso de la instalación eléctrica, garantizando una seguridad en las condiciones indicadas en los materiales eléctricos del punto a) y que cumplan los incisos 2 a 6; tal aislación no es admitida sino cuando razones de construcción no permiten la realización de la doble aislación.

2) Una vez funcionando, todas las partes conductoras separadas de las partes activas; solo por una aislación primaria, deben estar dentro de una caja aislante que posea por lo menos un grado de protección IP X2 (véase capítulo 23 de esta norma).

3) La caja aislante debe soportar los esfuerzos mecánicos, eléctricos o térmicos susceptibles a producirse. Los revestimientos de pintura, barniz y de productos similares no son, en general, considerados como suficientes para estas prescripciones.

4) Cuando la caja aislante no haya sido ensayada con anterioridad y existan dudas en cuanto a su efectividad, debe efectuarse un ensayo dieléctrico.

5) La caja aislante no debe ser atravesada por partes conductoras susceptibles de propagar un potencial. No debe llevar tornillos en material, aislante cuyo reemplazo por un tornillo metálico, podría comprometer el aislamiento de la caja.

6) Cuando, la caja contenga puertas o tapas que puedan ser abiertas sin ayuda de un instrumento o de una llave, todas las partes conductoras al abrirse la puerta o tapa deben ser protegidas por una barrera aislante de manera de impedir que las personas toquen accidentalmente esas partes. Esta barrera aislante no debe poder ser retirada sin la ayuda de un instrumento.

7) Las partes conductoras situadas al interior de una caja aislante no deben ser conectadas a un conductor de protección. Sin embargo, deben tomarse medidas adecuadas para la conexión de conductores de protección que pasen necesariamente a través del recinto para conectar otros materiales eléctricos, cuyo circuito de alimentación pasa a través de la caja.

El interior de estos conductores y sus bornes, deben ser aislados como partes activas y los bornes identificados en forma apropiada.

- 8) La caja no debe afectar las condiciones de funcionamiento del material protegido.
- 9) La instalación de los materiales enunciados en el punto 1 (fijación, conexión de los conductores etc.), debe efectuarse de manera de no alterar la protección prevista a las especificaciones de construcción de estos materiales.

Las siguientes instalaciones se consideran de clase II;

- a) Cables que además de su aislación básica tengan una cubierta, vaina o envoltura aislante y en los que su tensión nominal sea por lo menos de un valor doble que la tensión respecto a tierra de la instalación utilizadora. El cable no deberá tener ninguna cubierta armadura o pantalla metálica.
- b) Conductores unipolares (sin cubierta o envoltura) instalados en conductos aislantes (cañería, conducto, cable canal, etc.).

Las partes metálicas en contacto con los cables indicados en a) o en contacto con las canalizaciones indicadas en b) no son consideradas masa pero deben ponerse a tierra.

10.4.3. Protección en los locales (o lugares) no conductores

Esta medida de protección está destinada a impedir, en caso de defecto de aislamiento primario de las partes activas, el contacto simultáneo con las partes susceptibles de ser llevadas a potenciales diferentes.

Se admite la utilización de materiales clase 0, bajo reserva de respetar el total de las siguientes condiciones:

- 1) Las masas deben ser dispuestas de manera que en condiciones normales, las personas no puedan entrar en contacto simultáneo con:
 - a) Dos masas, o

- b) Con una masa y con cualquier otro elemento conductor (conductor extraño). Siempre que estos elementos puedan encontrarse a potenciales diferentes en caso de una falla de aislación.

- 2) En los locales (o lugares) no conductores, no deben instalarse conductores de protección.

- 3) La exigencia del punto 1, se satisface si:

- a) Las paredes o piso de los locales (o lugares) son aislantes, y
- b) La distancia entre dos elementos es superior a 2 m (véase figura 11).

- 4) Las paredes y pisos aislantes deben presentar en todo punto una resistencia no menor a:

- a) 50 k Ω si la tensión nominal de la instalación es menor a 500 V.
- b) 100 k Ω si la tensión nominal de la instalación es superior a 500 V.

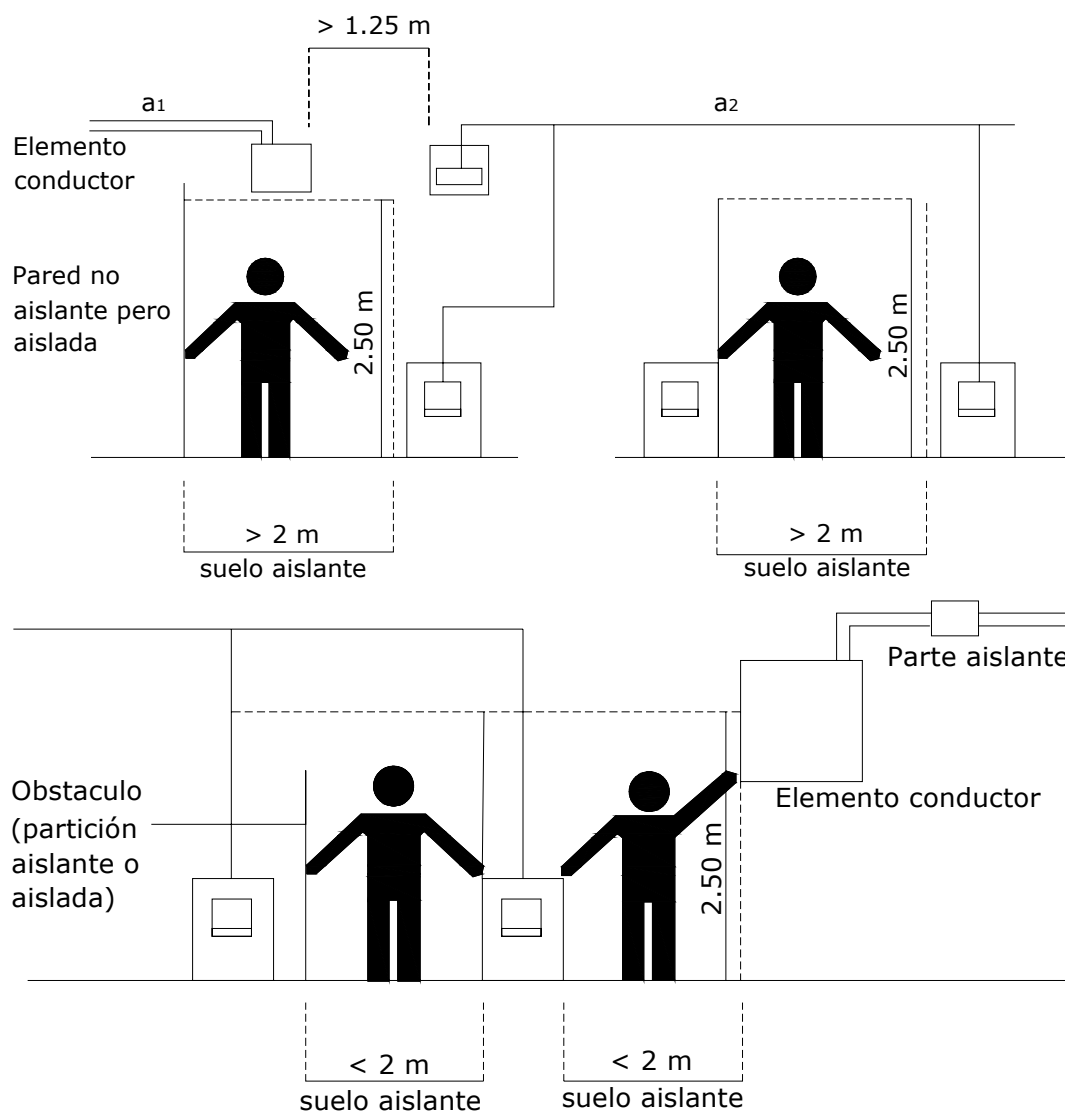
- 5) Deben adoptarse disposiciones para evitar que los elementos conductores propaguen potenciales fuera del lugar considerado

- 6) Las disposiciones adoptadas deben ser durables, y no deben convertirse en ineficaces. Deben igualmente asegurar la protección cuando se prevé la utilización de materiales y/o equipos portátiles.

Se llama la atención sobre el riesgo de introducir posteriormente, en instalaciones eléctricas no estrictamente supervisadas, elementos (por ejemplo materiales portátiles de la clase 1 o elementos conductores, tales como cañerías) que pueden anular las condiciones de seguridad del punto.

Es necesario que la humedad no comprometa la aislación de las paredes y pisos.

Figura 11 - Locales no conductores



10.4.4. Protección por conexiones equipotenciales en locales no conectados a tierra

Las conexiones equipotenciales locales están destinadas a impedir la aparición de tensiones de contacto peligrosas.

Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos simultáneamente accesibles.

La conexión equipotencial así realizada no debe estar en contacto directo con la tierra, ni directamente, ni por intermedio de masas o de elementos conductores (si esta condición no puede ser satisfecha se aplicará las medidas de protección por ruptura automática de la alimentación).

Deben adoptarse disposiciones para asegurar que las personas que ingresen a un local equipotencial no se encuentren expuestas a una diferencia de potencial peligrosa. Se aplica especialmente al caso de un piso conductor aislado del suelo, en contacto con una conexión equipotencial local.

10.4.5. Protección por separación eléctrica

La separación eléctrica de un circuito individual, está destinada, a evitar las corrientes de contacto, que pudieran resultar de un contacto con las masas, susceptibles de ser puestas bajo tensión en caso de falla de la aislación primaria de las partes activas de ese circuito.

La protección o separación eléctrica debe asegurarse respetando las siguientes prescripciones (se recomienda que el producto de la tensión nominal del circuito en (V) por la longitud del circuito en (m) no sea superior a 100 000 V m y que la longitud del circuito no sea superior a 500 m):

- 1) El circuito debe ser alimentado por intermedio de una fuente de separación es decir:
 - a) De un transformador de separación, o
 - b) De una fuente de corriente que brinde un grado de seguridad equivalente.

Las fuentes de separación móviles deben ser clase II o poseer aislamiento equivalente. Las fuentes de separación fijas deben ser clase II o poseer aislamiento equivalente y adicionalmente, el circuito secundario debe estar separado del circuito primario y de la carcasa también por un aislamiento clase II.

Si la fuente alimenta varios aparatos, las masas de estos no deben ser conectados a la carcasa metálica de la fuente.

- 2) La tensión nominal del circuito separado no debe ser superior a 500 V.
- 3) Las partes activas del circuito separado no deben tener ningún punto común con otro circuito ni ningún punto puesto a tierra.
- 4) Los conductores flexibles deben ser visibles en toda su longitud susceptible de sufrir daños mecánicos.
- 5) Todos los conductores del circuito separado deben ser instalados físicamente alejados de los otros circuitos

Cuando el circuito separado alimenta un solo aparato, las masas del circuito no deben ser conectadas intencionalmente con un conductor de protección ni con las masas de otros circuitos.

Si se adoptan precauciones para proteger el circuito secundario de todo daño y de fallas de aislamiento, se podrá alimentar varios aparatos mediante una fuente de separación, siempre que se cumplan las siguientes prescripciones:

- 1) Las masas de los circuitos separados deben ser conectadas entre si mediante conductores de equipotencialidad no puestos a tierra. Tales conductores no deben ser conectados a conductores de protección, ni a masa de otros circuitos, ni a otros elementos conductores.
- 2) Todos los tomacorrientes deben estar provistos de un contacto de tierra que debe ser conectado al conductor de equipotencialidad del punto 1.
- 3) Todos los conductores flexibles llevarán un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.
- 4) En caso de dos fallas francas alimentadas por dos conductores de polaridad distinta que afecten a dos masas, un dispositivo de protección debe asegurar la ruptura en un tiempo máximo igual al de la tabla 39.

Empleo de transformadores de aislación

Este sistema consiste en alimentar el o los circuitos que se desea proteger a través de un transformador, generalmente de razón 1/1, cuyo secundario este aislado de tierra. Se deberán cumplir, además de lo anterior, las condiciones siguientes:

- El limite de tensión y de potencia para transformadores de aislación monofásicos será de 220 V y 10 kVA; para otros transformadores de aislación estos valores limites serán de 380 V y 18 kVA, respectivamente.

- En trabajos que se efectúen dentro de recipientes metálicos, tales como estanques, calderas, etc., los transformadores de aislación deben instalarse fuera de estos recipientes.

Este tipo de protección es aconsejable de usar en instalaciones que se efectúen en o sobre calderas, andamiajes metálicos y, en general, donde las condiciones de trabajo sean extremadamente peligrosas por tratarse de locales o ubicaciones muy conductoras. El empleo de este sistema de protección hará innecesaria la adopción de medidas adicionales.

11. PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECORRIENTES

11.1. REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECORRIENTES

Los conductores activos deben ser protegidos contra las sobrecorrientes provocadas por sobrecargas y cortocircuitos. Además la protección contra sobrecargas y cortocircuitos deben ser coordinadas adecuadamente como se indica más adelante.

11.2. NATURALEZA DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Los dispositivos de protección se deben seleccionar entre los siguientes:

1) Dispositivos que aseguran a la vez la protección contra las corrientes de sobrecargas y protección contra las corrientes de cortocircuito. Los dispositivos de protección deben interrumpir toda sobrecorriente inferior o igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de instalación del dispositivo. Estos dispositivos pueden ser:

- a) Disyuntores con disparo de sobrecarga
- b) Disyuntores asociados con fusibles, deben considerarse los siguientes tipos de fusibles:
 - Fusibles gl ensayados de conformidad a la norma respectiva.
 - Fusibles que llevan elementos de reemplazo gll probados en un dispositivo especial de alta conductividad térmica.

2) Dispositivos que brindan protección únicamente contra corrientes de sobrecarga.

Son dispositivos que poseen una característica de funcionamiento de tiempo inverso y pueden tener un poder de ruptura inferior a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de instalación.

3) Dispositivos que brindan protección únicamente contra corrientes de cortocircuito.

Estos dispositivos pueden ser utilizados cuando la protección contra las sobrecargas son realizadas por otros medios o cuando se admite la dispensación de la protección contra las sobrecargas. Deberán poder interrumpir toda corriente de cortocircuito inferior o igual a la corriente de cortocircuito presunta.

Estos dispositivos pueden ser:

- Disyuntores con disparo a máxima corriente
- Fusibles

11.3. PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE SOBRECARGA

11.3.1. Regla general

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito, antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte la aislación, las conexiones, los terminales ó, el medio ambiente.

11.3.2. Coordinación entre los conductores y los dispositivos de protección

La característica de funcionamiento de un dispositivo que protege un conductor contra corrientes de sobrecarga, debe satisfacer las siguientes condiciones simultáneamente:

$$\begin{aligned} I_B &\leq I_n \leq I_Z \\ I_2 &\leq 1.45 I_Z \end{aligned} \quad (8)$$

I_B : Corriente de diseño del circuito

I_Z : Corriente admisible en el conductor en régimen permanente

I_n : Corriente nominal del dispositivo de protección

I_2 : Corriente que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección esta definida en la norma del producto o puede ser obtenida del fabricante; en la práctica I_2 es igual a:

- La corriente de funcionamiento en el tiempo convencional, para disyuntores.
- La corriente de fusión en el tiempo convencional para fusibles del tipo gl.
- 0.9 veces la corriente de fusión en el tiempo convencional para fusibles del tipo gll.

Cabe hacer las siguientes observaciones:

- Para los dispositivos de protección regulables I_n es la corriente de regulación seleccionada.
- La protección prevista no asegura una protección completa en algunos casos, por ejemplo contra las sobrecorrientes prolongadas inferiores a I_2 y no conduce necesariamente a una solución económica.
- Por esta razón se supone que el circuito esta concebido de tal manera que no se produzcan frecuentemente pequeñas sobrecargas de larga duración.

11.3.3. Protección de conductores en paralelo

Cuando un dispositivo de protección protege varios conductores en paralelo, el valor de I_2 es la suma de las corrientes admisibles en los diferentes conductores, a condición sin embargo que los conductores estén dispuestos de tal manera que transporten corrientes sensiblemente iguales.

11.4. PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

11.4.1. Regla General

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda corriente de cortocircuito en los conductores, antes que la misma pueda causar daños como consecuencia de los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

11.4.2. Determinación de las corrientes de cortocircuito

La empresa distribuidora correspondiente proporcionara la intensidad de corriente máxima de cortocircuito en los bornes de entrada.

Las corrientes de cortocircuito, deben ser determinadas en los lugares de la instalación que sean necesarios. Esta determinación puede ser efectuada por cálculo o medición con instrumento proyectados para tal fin.

Para cualquier método utilizado se deberá redactar una memoria técnica que incluya los datos aportados por la empresa distribuidora.

11.4.3. Características de los dispositivos de protección contra los cortocircuitos

Con los valores de intensidad máximas de cortocircuito calculado se elegirá la capacidad de ruptura de los dispositivos de protección a utilizar.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

- 1) Su poder de ruptura debe ser por lo menos igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado, salvo en el caso descrito en el siguiente párrafo.

Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior al previsto, a condición de que por el lado de la alimentación se instale un otro dispositivo con el poder de ruptura necesario.

- 2) El tiempo de ruptura de toda corriente resultante de un cortocircuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiera para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

Para garantizar la protección de los conductores sean de alimentación o de circuitos derivados, se deberá cumplir alguna de las siguientes indicaciones, dadas en función del elemento de protección seleccionado:

- 1) Utilizando dispositivos limitadores de la corriente de cortocircuito con tiempos de apertura inferiores a 100 ms.

Considerando el empleo de dispositivos de protección que presentan características de limitación de la corriente de cortocircuito, o con tiempo de apertura inferior a 100 ms, la protección de líneas queda asegurada si se cumple la siguiente expresión:

$$K^2 * S^2 \geq I^2 * t$$

Donde:

$I^2 * t$: Máxima energía específica pasante aguas abajo del dispositivo de protección. Este dato no es calculable por el instalador, por ser un valor garantizado por el fabricante.

S : Sección, en mm^2 .

K : Factor cuyo valor depende: de la naturaleza del metal del conductor de protección, de las aislaciones, de las temperaturas inicial y final.

115 Para conductores de cobre aislados con PVC

135 Para conductores de cobre aislado con caucho para uso general, en butilo, en polietileno reticulado o etileno propileno.

76 Para conductores de aluminio aislados con PVC

87 Para conductores de aluminio aislados con caucho para uso general, en butilo, en polietileno reticulado o etileno propileno.

115 Para conexiones soldadas en estaño en los conductores de cobre que responden a una temperatura de 160°C

La característica de máxima energía específica pasante $I^2 * t$ se encuentra ligada a la clase de limitación que posee el elemento de protección. Para los interruptores automáticos, la clase de limitación esta grabada en el frente del dispositivo, con el número respectivo dentro de un cuadrado o directamente es proporcionada por el fabricante en forma de curvas o con un dato garantizado.

- 2) Utilizando dispositivos con tiempos de apertura comprendidos entre 0.1 y 5 s.

Para los cortocircuitos de duración comprendidos entre 0.1 hasta 5 s, un determinado valor de la corriente de cortocircuito elevará la temperatura de los conductores desde la máxima temperatura admisible en servicio normal hasta el valor límite admisible, pudiendo incluso sobrepasarla. Se considerara protegido al conductor cuya sección nominal cumpla con la siguiente expresión:

$$S = \frac{I_{cc} * \sqrt{t}}{K} \quad (8)$$

Donde:

t : Duración, en s

S : Sección, en mm^2

I_{cc} : Intensidad de corriente presunta de cortocircuito, en A, expresada como valor eficaz.

K : coeficiente que tiene en cuenta las características del conductor, ya indicado anteriormente.

11.5. COORDINACIÓN ENTRE LA PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE SOBRECARGA Y LA PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

11.5.1. Protección brindada por el mismo dispositivo

Sí un dispositivo de protección contra las corrientes de sobrecarga responde a las prescripciones de protección contra corrientes de sobrecarga y posee un poder de ruptura por lo menos igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que está instalado, se considera que también brinda protección contra corrientes de cortocircuito de los conductores situados del lado de la carga en este punto.

11.5.2. Protección asegurada por diferentes dispositivos

Las prescripciones de protecciones contra sobrecarga y contra cortocircuito deben aplicarse respectivamente a los dispositivos contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Las características de los dispositivos deben estar coordinadas de forma que la energía que deja pasar un dispositivo de protección contra los cortocircuitos no sea superior a la que puede soportar sin daño el dispositivo de protección contra sobrecargas.

11.5.3. Protección de los interruptores diferenciales contra las sobrecorrientes

Se debe tener presente la intensidad de corriente nominal y la capacidad de ruptura de los interruptores diferenciales.

Todo interruptor diferencial debe estar protegido, aguas arriba de la instalación por un dispositivo de protección contra las sobrecorrientes.

Se debe verificar que la intensidad asignada (o de paso) del interruptor diferencial sea mayor o igual que la intensidad nominal del dispositivo de protección contra las sobrecorrientes ubicado aguas arriba y se debe verificar además que ante la corriente de cortocircuito que supere la capacidad de ruptura del interruptor diferencial, la falla sea despejada con anterioridad por el dispositivo de protección contra las sobrecorrientes asociado.

En los casos en que exista mas de un interruptor diferencial en un tablero, y los mismos protejan contra fugas a tierra a varios circuitos aguas abajo, cada uno de los cuales dispone en el mismo tablero de su correspondiente protección contra sobrecargas y cortocircuitos, deberá verificarse que:

- La corriente asignada de cada interruptor diferencial sea igual o mayor a la suma de las corrientes asignadas de cada interruptor termomagnético o fusible de protección de cada circuito aguas abajo de el, ó
- La corriente asignada de cada uno de los interruptores diferenciales, sea mayor o igual que la intensidad asignada del dispositivo de protección contra las sobrecorrientes ubicado aguas arriba.

11.6. LIMITACIÓN DE LAS SOBRECORRIENTES POR LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN

Se consideran como protegidos contra sobrecorrientes los conductores alimentados por una fuente cuya impedancia es tal que la corriente máxima que proporciona no sea superior a la corriente admisible en los conductores (tales como ciertos: transformadores de timbre, transformadores de soldadura, generadores acoplados o motores térmicos).

11.7. APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD EN LA PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRECORRIENTES

Estas prescripciones no toman en cuenta las condiciones debidas a influencias externas.

11.7.1. Protección contra corrientes de sobrecarga

11.7.1.1. Ubicación de los dispositivos de protección

Debe instalarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible en los conductores, por ejemplo: un cambio de sección, naturaleza, ó modo de instalación, con las excepciones que se indican más adelante.

Estos dispositivos de protección pueden ser instalados en un punto cualquiera sobre el recorrido del conductor, si entre este punto y en el que se produce el cambio de sección, naturaleza, modo de instalación, el conductor no reporta derivaciones, tomacorriente y responde a uno de los casos siguientes:

- a) Esta protegido contra los cortocircuitos, ó
- b) Su longitud no es mayor a 3 m, está instalado de manera de reducir al mínimo el riesgo de un cortocircuito y no se encuentra cerca de materiales combustibles.

11.7.1.2. Dispensación de protección contra las sobrecargas

Los diferentes casos aquí enunciados, no se aplican a instalaciones situadas dentro de locales o lugares que presenten riesgos de incendio o de explosión y cuando reglas particulares especifiquen condiciones diferentes.

Está permitido no prever protección contra las sobrecargas:

- a) En un conductor situado del lado de la carga, en un cambio de sección, naturaleza o modo de instalación y efectivamente protegido contra las sobrecargas por un dispositivo de protección instalado del lado de la fuente.
- b) En un conductor que muy probablemente no lleva corrientes de sobrecarga, a condición que este protegido contra los cortocircuitos y que no comparte derivaciones ni tomacorriente.

- c) En instalaciones de telecomunicaciones, comando, señalización y análogas.

11.7.1.3. Ubicación y dispensa de protección contra las sobrecargas en el sistema IT

Las posibilidades de desplazar o no otorgar la instalación de dispositivos de protección contra las sobrecargas, no son aplicables en el sistema IT, a menos que cada circuito no protegido contra sobrecargas se encuentre protegido por un dispositivo de protección a corriente diferencial-residual, o que todos los materiales y/o equipos alimentados por tales circuitos (incluyendo los conductores) fuesen con aislamiento Clase II o posean aislación suplementaria equivalente.

11.7.1.4. Casos en que la dispensa de protección contra las sobrecargas se recomienda por razones de seguridad

Se recomienda no instalar dispositivos de protección contra las sobrecargas en circuitos de alimentación donde la apertura inesperada del circuito puede presentar un peligro. Ejemplos de tales casos son:

- Los circuitos de excitación de máquinas rotativas
- Los circuitos de alimentación de electroimanes de elevación
- Los circuitos secundarios de los transformadores de corriente

En tales casos puede ser útil prever un dispositivo de alarma de sobrecarga.

11.7.2. Protección contra los cortocircuitos

11.7.2.1. Ubicación de los dispositivos de protección

Un dispositivo que asegure la protección contra cortocircuitos debe ser instalado en el lugar en que una reducción de sección, naturaleza o modo de instalación, provoque una reducción de la capacidad de conducción de los

conductores, para interrumpir cualquier corriente de cortocircuito de los mismos, antes que sus efectos térmicos y mecánicos puedan tornarse peligrosos para los conductores y terminales.

11.7.2.2. Alternativa de ubicación del dispositivo de protección

Se admite instalar dispositivos de protección contra cortocircuitos en un lugar diferente al indicado en 11.7.2.1 en los siguientes casos:

- 1) Cuando la parte del conductor comprendida entre la reducción de la sección u otro cambio y el dispositivo de protección, responda simultáneamente a las siguientes tres condiciones:
 - a) Su longitud no exceda a 3 m.
 - b) Esté instalado de manera de reducir al mínimo riesgos de cortocircuitos.
 - c) No está instalado cerca o en la proximidad de materiales combustibles.
- 2) Cuando un dispositivo de protección instalado en el lado de la alimentación en el punto de reducción de sección u otro cambio, tiene características de funcionamiento tales que protege contra los cortocircuitos al conductor situado al lado de la carga.

11.7.2.3. Casos en los que no es necesaria la protección contra los cortocircuitos

Se dispensa la protección contra los cortocircuitos en los siguientes casos:

- Conductores que conectan máquinas generadoras, transformadores, rectificadores, baterías o acumuladores con sus correspondientes tableros de comando provistos de dispositivos de protección adecuados.
- Circuitos donde la ruptura podría entrañar peligros para el funcionamiento de las instalaciones.
- Circuitos de medición.

Siempre que la instalación sea ejecutada de manera de reducir al mínimo el riesgo de cortocircuito y los conductores no estén instalados en la proximidad de materiales combustibles.

11.7.2.4. Protección contra los cortocircuitos de conductores en paralelo

Un solo dispositivo de protección puede proteger varios conductores en paralelo contra los cortocircuitos, a condición de que las características de funcionamiento contra el dispositivo y el modo de instalación de los conductores en paralelo sean coordinados en forma apropiada para la selección del dispositivo de protección.

11.7.3. Protección contra las sobrecorrientes de acuerdo a la naturaleza de los circuitos

Para los tableros que contengan más de 6 circuitos, se deberá instalar una protección principal, además de la protección independiente de cada circuito.

11.7.3.1. Protección de los conductores de fase

- 1) La detección de sobrecorrientes debe ser prevista para todos los conductores de fase, debe provocar la desconexión del conductor donde se han detectado las sobrecorrientes, pero no provocara necesariamente la desconexión de los otros conductores activos, a excepción del caso mencionado en el punto 2.
- 2) En el sistema TT, sobre circuitos alimentados entre fases en los cuales el conductor neutro no se encuentra distribuido, la detección de sobrecorrientes puede ser obviada sobre uno de los conductores de fase, bajo la reserva de que las siguientes condiciones sean satisfechas simultáneamente.
 - a) Si existe sobre el mismo circuito, o del lado de la alimentación, una protección diferencial que provoca la desconexión de todos los conductores de fase y,

- b) Si el conductor neutro no se encuentra distribuido después del dispositivo diferencial mencionado en a).

Es importante observar que si el seccionamiento de una única fase puede causar peligro, por ejemplo, en el caso de motores trifásicos, debe tomarse precauciones apropiadas, como el uso de protección suplementaria contra falta de fase.

11.7.3.2. Protección del conductor neutro

En los sistemas del área rural monofásico retorno por tierra (MRT) la protección debe ser bipolar y ante cualquier falla deberá desconectarse también el conductor neutro.

1) Sistema TT a TN

- a) Cuando la sección de conductor neutro es por lo menos igual o equivalente a la de los conductores de fase, no es necesario prever una detección de sobrecorriente ni un dispositivo de desconexión en el conductor neutro.
- b) Cuando la sección del conductor neutro es inferior a las de fases, es necesario prever una detección de sobrecorriente en el conductor neutro, apropiado a la sección de ese conductor, esta detección debe provocar la desconexión de los conductores de fase, pero no necesariamente la del conductor neutro.

Sin embargo, no es necesario prever detección de sobrecorriente sobre el conductor neutro si las condiciones siguientes se cumplen simultáneamente.

- El conductor neutro está protegido contra cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase del circuito.
- En servicio normal, la corriente máxima susceptible de atravesar el conductor neutro es netamente inferior al valor de la corriente admisible en ese conductor (como ocurre cuando la mayor parte de la potencia suministrada que está designada a la alimentación de cargas trifásicas).

2) Sistema IT

Dentro del sistema IT se recomienda no distribuir el conductor neutro. Sin embargo, cuando el conductor neutro es distribuido, generalmente es necesario prever una detección de sobrecorriente en el conductor neutro de cada circuito, detección que debe provocar la desconexión de todos los conductores activos del circuito correspondiente, incluyendo el conductor neutro.

Esta disposición no es necesaria si:

- El conductor neutro considerado, está efectivamente protegido contra los cortocircuitos por un dispositivo de protección colocado al lado de la fuente de alimentación, por ejemplo en el origen de la instalación.
- El circuito considerado está protegido por un dispositivo de protección a corriente diferencial-residual cuyo valor nominal no excede 0.15 veces de la corriente admisible en el conductor neutro correspondiente. Este dispositivo debe desconectar todos los conductores activos del circuito correspondiente incluyendo el conductor neutro.

11.8. PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

Como consecuencia del continuo incremento de equipos y sistemas electrónicos en todos los sectores de la sociedad, se ha verificado un considerable aumento en los daños causados en las instalaciones eléctricas por sobretensiones transitorias y permanentes, debidas fundamentalmente a las descargas atmosféricas.

Las medidas de protección, que deben considerarse al ejecutar los proyectos o incorporarse en las instalaciones existentes, básicamente se centraran en ejecutar los siguientes sistemas:

- 1) Sistema externo o primario. Conformado por los dispositivos captadores, los conductores de bajada y sistema de puesta a tierra.
- 2) Sistema interno o secundario. Consiste en la equipotencialidad de todas las masas y la adecuada ubicación, instalación y coordinación de limitadores de sobretensión.

La eficiencia del conjunto de los sistemas de protección antes mencionado estará indicada por los organismos competentes o basándose en los mapas isoceráunicos de la zona y la frecuencia anual promedio de rayos directos si correspondiera.

11.9. PROTECCIÓN CONTRA LAS SOBRETENSIONES PERMANENTES

Quedara a criterio del proyectista la adopción de medidas de protección contra sobretensiones permanentes.

11.10. PROTECCIONES CONTRA LAS SUBTENSIONES O CERO TENSIÓN

Cuando una caída de tensión o una falta transitoria de tensión con un posterior restablecimiento, puede implicar situaciones peligrosas para las personas o bienes, se deberán tomar precauciones adecuadas.

También deben tomarse precauciones apropiadas cuando una parte de la instalación, equipo, maquina o aparato utilizador de energía eléctrica puede ser dañado por una caída de tensión.

No se exigirá un dispositivo de protección contra la falta o caída de la tensión si los daños sufridos por la instalación o por los equipos o componentes de la misma son considerados como un riesgo aceptable y siempre que no se creen condiciones de peligro para las personas.

Estas reglas se aplicaran sobre todo al caso de maquinas, equipos o aparatos utilizadores de energía eléctrica que contengan motores susceptibles de arrancar automáticamente luego de un corte de la tensión o de una caída de tensión que saque de servicio a los motores.

Los dispositivos de protección contra las bajas tensiones (cortes o caídas) son necesarios en las instalaciones eléctricas de los edificios en los cuales existen alimentaciones de seguridad y de reserva. Estos dispositivos de protección deben estar en condiciones de asegurar la puesta en funcionamiento de los servicios de seguridad y reserva de la alimentación de los equipos correspondientes, cuando la tensión de la alimentación principal caiga por debajo del límite de funcionamiento correcto.

- a) La protección contra las caídas de tensión puede ser temporizada, si la operación de los equipos protegidos permite sin riesgo una disminución o pérdida transitoria de la tensión de pequeña duración.
- b) La utilización de contactores con apertura y reconexión retardada no impedirán la desconexión instantánea por los dispositivos de comando y protección.
- c) Las características de los dispositivos de protección contra las caídas de tensión, deberán ser compatibles con los requisitos exigidos por las normas para arranque y uso de equipos protegidos.
- d) Cuando la reconexión de un dispositivo de protección pueda crear una situación peligrosa, esta reconexión no debe ser automática.

12. INSTALACIONES EN LOCALES DE CONCURRENCIA PÚBLICA

12.1. LOCALES DE CONCURRENCIA PÚBLICA

A efectos de aplicación de la presente norma los locales de concurrencia pública comprenden:

12.1.1. Locales de espectáculos

Se incluyen en este grupo toda clase de locales destinados a espectáculos, cualquiera sea su capacidad (por ejemplo, cines, teatros, auditorios, estadios, pabellones deportivos, ferias fijas).

12.1.2. Locales de reunión

Se incluyen en este grupo los centros de enseñanza con elevado número de alumnos, iglesias, museos, salas de conferencias y congresos, salas de baile, hoteles, bancos, restaurantes, cafés, bibliotecas, museos, casinos, aeropuertos, estaciones de viajeros, establecimientos importantes, ya sean comerciales o de servicios y en general todos los locales con gran afluencia de público.

12.1.3. Establecimientos sanitarios

Se incluyen en este grupo los hospitales, clínicas, sanatorios y en general todo local destinado a fines análogos (véase capítulo 14 de esta norma).

12.2. ILUMINACIÓN ESPECIAL

Las instalaciones con iluminación especial tienen por objeto asegurar, aún faltando la iluminación general, iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o, iluminar otros puntos que se señalen, por ejemplo quirófanos, etc. Se incluyen dentro de estas iluminaciones las de emergencia y señalización.

12.2.1. Iluminación de emergencia

Es aquella que debe permitir, en caso de cortes de energía de la red principal, la evacuación segura y fácil de público hacia el exterior.

Solamente podrá ser alimentada por fuentes propias de energía pero no por fuentes de suministro exterior. Cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores se podrá utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

La iluminación de emergencia deberá funcionar durante una hora como mínimo, proporcionando en el eje de los pasillos principales una iluminación adecuada.

Es obligatorio situar la iluminación de emergencia en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia.

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- Todos los recorridos de evacuación de mas de 100 personas.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos.
- En locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.

Deberá instalarse iluminación de emergencia a lo menos en los siguientes puntos de los recintos dentro del alcance de estas disposiciones:

- Sobre cada puerta de salida de emergencia.
- Cerca de las escaleras, de modo que cada escalón reciba iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel del piso.
- Cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- En todo cambio de dirección de la vía de escape.
- En todas las intersecciones de las vías de escape.
- En el exterior de la ultima puerta de escape.
- Cerca de todos los equipos de extinción y/o alarmas contra incendios.

NOTA: El término “cerca” significa a una distancia inferior a 2 m medidos horizontalmente.

En todo caso para fijar la cantidad de lámparas necesarias a instalar se deberá considerar que la falla de una lámpara no debe dejar ninguna zona completamente oscura.

12.2.2. Iluminación de señalización

Es la que se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo.

Esta iluminación debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales durante todo el tiempo que permanezcan con público, deberá ser alimentada por dos fuentes de suministro de energía; la normal y la de fuente propia de energía eléctrica, indicada en 12.3.

Deberá proporcionar en el eje de los pasillos principales una iluminación mínima de 1 lux.

La iluminación de señalización se instalará en ambientes o dependencias que indiquen las salidas de éstas y la dirección de las mismas.

Las señales de seguridad deben alcanzar al menos el 50 % de su intensidad lumínica en 5 segundos y el total en no más de 60 segundos.

12.2.3. Instrucciones complementarias

Para las dos clases de iluminaciones especiales mencionadas en la presente norma, solo se emplearán lámparas de incandescencia.

Los conductores que alimentan directamente los circuitos individuales de las luminarias de las iluminaciones sobrepuestas especiales, estarán protegidos por interruptores automáticos.

Las canalizaciones que alimentan las iluminaciones especiales, se dispondrán cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo de las otras canalizaciones eléctricas.

12.2.4. Locales que deberán ser provistos de iluminación especial

12.2.4.1. Con iluminación de emergencia

Todos los locales de reunión que puedan albergar a 300 personas o más, locales de espectáculos y establecimientos sanitarios.

12.2.4.2. Con iluminación de señalización

Teatros y cines con la sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público.

12.3. FUENTES PROPIAS DE ENERGÍA

La fuente propia de energía se aplica a las instalaciones de baja tensión y muy baja tensión que incorporan grupos generadores destinados a alimentar, de forma continua o en forma ocasional, toda una instalación o parte de ella.

Las disposiciones de alimentación son las siguientes:

- Alimentación de una instalación no conectada a la red de distribución pública.
- Alimentación de una instalación como una alternativa (reemplazo) de la red de distribución pública.
- Alimentación de una instalación en paralelo con la red de distribución pública.
- Combinación apropiada de las alimentaciones anteriores.

En un caso la puesta en funcionamiento de unos y otros se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por el suministro de la empresa distribuidora de la energía eléctrica o, cuando la tensión descienda por debajo del 70 por ciento de su valor nominal.

En otro si se ha previsto la instalación de un grupo electrógeno para que funcione en paralelo con la red de distribución pública, antes de su montaje y puesta en marcha, deberán ser consultados los requerimientos de la empresa distribuidora.

Esta puede exigir, entre otras cosas, dispositivos especiales como por ejemplo una protección contra retorno de energía. Además deberán tenerse en cuenta lo especificado en 12.3.6.

La capacidad mínima de esta fuente propia de energía será como norma general, la precisa para proveer la iluminación de emergencia en las condiciones señaladas en 12.2.1.

En los establecimientos sanitarios, grandes hoteles, locales de espectáculos de gran capacidad, estaciones de viajeros, aeropuertos y establecimientos comerciales con gran afluencia de público, las fuentes propias de energía eléctrica deberán poder suministrar además de la iluminación especial, la potencia necesaria para atender servicios urgentes e indispensables.

Las fuentes propias de energía deben ser dimensionadas, especificadas, equipadas y previstas, para atender toda la carga de emergencia durante por lo menos una hora y media.

Se consideran los grupos generadores asociados con las siguientes fuentes:

- Motores de combustión;
- Turbinas;
- Motores eléctricos;
- Células fotovoltaicas;
- Acumuladores electroquímicos;
- Otras fuentes apropiadas.

Se consideran los grupos generadores que posean las características eléctricas siguientes:

- Generadores sincrónicos con excitación principal o separada;
- Generadores asincrónicos con excitación principal o autoexcitación;
- Convertidores estáticos con conmutación forzada o con autoconmutación con posibilidades de conmutación o no;

Se considera que los grupos generadores se emplearán para los usos siguientes:

- Alimentación de instalaciones permanentes;
- Alimentación de instalaciones temporarias;
- Alimentación de equipos portátiles o móviles no conectados a una instalación fija permanente.

Los medios de excitación y conmutación deben ser apropiados a la utilización prevista del grupo generador; la seguridad y el funcionamiento satisfactorio de otras fuentes de alimentación no deberán resultar perjudicados o disminuidos por el grupo generador.

La corriente presunta de cortocircuito y la corriente presunta de falla a tierra deberán ser determinadas para cada fuente de alimentación o combinación de fuentes que puedan operar independientemente de otras fuentes o combinaciones. El poder de corte asignado o capacidad de ruptura de los dispositivos de protección en el interior de la instalación, cuando el material adecuado esta conectado a la red de distribución pública, no deberá ser superado cualesquiera que sean los métodos previstos de funcionamiento de las fuentes.

12.3.1. Grupo generador destinado a alimentar una instalación sin conexión a la red pública o a proveer como fuente alternativa de la red de distribución pública

Cuando el grupo generador esta destinado a proveer la alimentación a una instalación que no esta conectada a la red de distribución pública o a proveer una alimentación como fuente alternativa o en reemplazo de la red de distribución pública, la potencia y las

características de funcionamiento del grupo generador deben ser tales que no se produzcan daños o perjuicios a los equipos (conectados a la instalación) después de la conexión o desconexión de cualquier carga que de cómo resultado una modificación o desviación de la tensión o de la frecuencia, respecto del rango de funcionamiento previsto. Deberán preverse los medios para desconectar automáticamente las partes de la instalación que sean necesarias, para evitar superar la potencia del grupo generador.

Se deberán tomar en cuenta las corrientes máximas de arranque de los motores y su duración de potencia individual máxima de otras cargas (por ejemplo ascensores, bombas de agua, etc.), que puedan ser soportadas por grupos generadores, datos que deberán ser requeridos al fabricante.

Se deberá prestar atención al factor de potencia especificado para los dispositivos de protección de la instalación.

Si se ha previsto que el grupo electrógeno alimente cargas informáticas se deberán prestar atención a la forma de onda de la tensión de salida del alternador, de forma que no perjudique el funcionamiento de los sistemas de cómputos.

12.3.2. Protección de los grupos generadores

Cuando el sistema de muy baja tensión pueda alimentarse de más de una fuente se aplicara a cada una de ellas los requerimientos de punto 10.2 de esta norma.

Aquí se establecen requisitos complementarios en los casos en que la instalación está alimentada por más de una fuente.

La protección contra los contactos indirectos deberá estar asegurada en la instalación, teniendo en cuenta cada fuente o combinación de fuentes de alimentación que puedan funcionar independientemente de las demás fuentes o de sus combinaciones.

Deberá tomarse precauciones o el equipamiento eléctrico deberá elegirse de modo

que el funcionamiento correcto de los dispositivos de protección no sea perturbado por las corrientes continuas generadas por el convertidor estático o por la presencia de filtros.

Cuando se ha previsto medios para la detección de las sobreintensidades del grupo generador, dichos medios deben estar situados lo mas cerca posible de los bornes del generador.

La contribución a la corriente presunta de cortocircuito que realiza un grupo generador, puede depender del tiempo y puede ser mucho menor que la contribución debida a la red de distribución publica.

12.3.3. Mantener una alimentación de muy baja tensión

Cuando sea necesario mantener una alimentación de muy baja tensión, en caso de pérdida de una o más fuentes, cada fuente de alimentación o combinación de fuentes que pueda independientemente de otras fuentes o combinación de fuentes, deberá ser capaz de abastecer la carga prevista a ser alimentada por el esquema de muy baja tensión.

12.3.4. Corrientes armónicas en los grupos generadores

Los efectos de las corrientes armónicas de circulación pueden estar limitados, entre otros, por uno de los medios siguientes:

- Elección de grupos generadores que tengan arrollamientos de compensación;
- Instalación de una impedancia adecuada en la conexión del punto neutro o centro de estrella del generador;
- Interruptores que abran los circuitos de circulación y que estén enclavados de forma tal que, en ningún momento, se perjudique la protección contra los contactos indirectos;
- Instalación de un equipo de filtrado;
- Cualquier otro medio apropiado.

Se recomienda tener en cuenta la tensión máxima que puede aparecer sobre la impedancia conectada para limitar las armónicas.

12.3.5. Requisitos adicionales o suplementarios para sistemas en espera o stand-by

Deberán tomarse las medidas para que el generador no pueda funcionar en paralelo con la red de distribución pública.

Entre otras se pueden tomar las siguientes medidas:

- Un enclavamiento eléctrico, mecánico o electromecánico entre los mecanismos de funcionamiento o los circuitos de mando de los dispositivos de conmutación.
- Un sistema de bloqueo con una sola llave de transferencia;
- Un conmutador manual de tres posiciones, de dos direcciones, sin superposición;
- Un dispositivo automático de conmutación con enclavamiento apropiado;
- Cualquier otro medio que provea un grado equivalente de seguridad de funcionamiento.

12.3.6. Requisitos adicionales para las instalaciones en las que el grupo generador puede funcionar en paralelo con la red de distribución pública

Deberán tomarse precauciones en el momento de la elección del grupo generador destinado a funcionar en paralelo con la red de distribución pública para evitar efectos sobre otras instalaciones en función del factor de potencia nocivos sobre dicha red de distribución o sobre otras instalaciones en función del factor de potencia de las variaciones de tensión, de las distorsiones armónicas, de los desequilibrios, de los arranques, de los efectos de fluctuación de tensión o de sincronización.

La empresa de distribución pública deberá ser consultada con el fin de ajustarse a sus requisitos o reglamentaciones específicas o particulares.

Deberá preverse una protección para desconectar el grupo generador de la red de distribución pública, en caso de pérdida o interrupción de esta alimentación o de variaciones de la tensión o de la frecuencia en los bornes de la alimentación, superiores a las declaradas para la alimentación normal.

El tipo de protección, su sensibilidad y el tiempo de respuesta dependen de la protección de la red de distribución pública y deben ser coordinados con el distribuidor.

Deberán preverse medios para evitar la conexión de un grupo generador a la red de distribución pública si la tensión y la frecuencia de la red están fuera de los límites de funcionamiento.

Deberán preverse los medios adecuados para evitar la motorización del generador.

Deberán preverse medios adecuados para permitir al grupo generador ser separado o seccionado de la red de distribución pública en todo momento.

12.3.7. Requisitos en el diseño de los locales para los grupos electrógenos instalados en forma fija y permanente

Los grupos electrógenos instalados en forma fija y permanente deben estar montados en recintos destinados exclusivamente a contenerlos, no permitiéndose la utilización de dichos recintos como almacén o depósito.

El recinto deberá tener las dimensiones suficientes como para albergar al grupo electrógeno propiamente dicho.

El recinto solo podrá tener acceso personal autorizado y calificado.

El recinto debe ser diseñado y construido de forma tal que:

- Se facilite el ingreso y retiro del grupo generador completo y de sus partes;
- Tenga una adecuada y fácil evacuación de los gases de escape, con silenciadores adecuados;
- Tenga bajos niveles de ruido y vibración;
- Tenga fácil acceso a los tanques de combustibles;
- Tenga fácil acceso al tablero eléctrico de comando, protección y/o transferencia;
- Sus fundaciones y su estructura sean adecuadas al peso del grupo y a las solicitaciones que el mismo ejercerá sobre el edificio;
- Pasillos de circulación como mínimo de 1 m.
- La puerta de acceso deberá tener dimensiones como mínimo 1.5 m de ancho y 2 m de altura, ambas dimensiones libres.
- La puerta deberá abrir hacia afuera del recinto y tendrá un tipo de cerradura que permita en cualquier circunstancia ser abierta desde adentro.

13. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

13.1. LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Se consideran locales con riesgo de incendio o explosión todos aquellos en los que se fabriquen, manipulen, traten o almacenen cantidades peligrosas de materias sólidas, líquidas o gaseosas susceptibles de inflamación o explosión.

13.2. CLASIFICACIÓN

A efectos de establecer los requisitos que deben cumplir los distintos elementos de instalación en locales con riesgo de incendio o explosión, se clasificarán en clases de acuerdo con las materias presentes en los mismos y divisiones según el grado de peligrosidad, del modo que se indica a continuación:

13.2.1. Locales clase I

Son aquellos en los cuales los gases ó vapores están o pueden estar presentes en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables, tales locales incluyen:

13.2.1.1. Clase I - División 1

- a) Locales en los cuales existen continuamente, intermitentemente o periódicamente, gases o vapores inflamables, en condiciones normales de funcionamiento.
- b) Locales donde concentraciones peligrosas de tales gases o vapores pueden existir frecuentemente debido a reparaciones u operaciones de mantenimiento de los equipos o por fugas en éstos.
- c) Aquellos en que una falla mecánica o funcionamiento anormal de la maquinaria o equipo puede dar lugar a que se produzcan concentraciones peligrosas de gases o vapores y simultáneamente originen una fuente de ignición por falla del equipo eléctrico, por funcionamiento de los elementos de protección o por otras causas:

Entre estos locales se encuentran:

- Aquellos en los que se trasvase de un recipiente a otro, líquidos volátiles inflamables.
- Los interiores de casetas de pintura donde se utilicen pistolas de pulverización.
- Locales en los cuales hayan tanques o tinas abiertas que contengan líquidos volátiles inflamables.
- Salas de gasógenos
- Los interiores de refrigeradores o congeladores, en los que se almacenen materiales inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.
- Instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables
- Zonas de lavanderías y tintorerías en las que se empleen líquidos inflamables
- Secaderos de material con disolventes inflamables
- Locales de extracción de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables
- Garajes y talleres de reparación de vehículos. Se excluyen los garajes de uso privado para estacionamiento de 5 vehículos o menos.

13.2.1.2. Clase I - División 2

- a) Locales donde líquidos volátiles o gases inflamables son manipulados, procesados o utilizados, donde tales materiales están contenidos dentro de recipientes cerrados de los que solamente pueden escapar en caso de rotura o perforación accidental de los mismos o por funcionamiento anormal del equipo.

- b) Locales en los que se previene la concentración peligrosa de gases o vapores inflamables, a menos que la transferencia se impida por medio de una ventilación adecuada de una fuente de aire limpio y dotada de medios efectivos contra fallas en el sistema de ventilación.
- c) Locales a los cuales pueden pasar concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, a menos que la transferencia se impida por medio de una ventilación adecuada de una fuente de aire limpio y dotada de medios efectivos contra fallas en el sistema de ventilación.

13.2.2. Locales clase II

Son aquellos considerados peligrosos debido a la presencia de polvo combustible. En esta clase están incluidos:

13.2.2.1. Clase II - División 1

- a) Locales donde polvos combustibles están o pueden estar en suspensión en el aire, continua, intermitente o periódicamente, en condiciones normales de servicio y en cantidad suficiente para producir una mezcla explosiva o inflamable.
- b) Locales en los que fallas mecánicas u anormales de las máquinas o equipos pueden causar tales mezclas y simultáneamente originen una fuente de ignición por falla del equipo eléctrico, por funcionamiento de los elementos de protección o por otras causas.
- c) Locales en los que puede haber polvos conductores de electricidad. Entre éstos locales se encuentran:
 - Las zonas de trabajo de las plantas de manipulación y almacenamiento de cereales.
 - Las salas que contienen molinos, pulverizadores, limpiadores, clasificadores, transportadores abiertos, depósitos o tolvas abiertas, mezcladoras, empaquetadoras u

otra maquinaria o equipo similar productor de polvo en instalaciones de tratamiento de grano, de almidón, de molturación de heno.

- Las plantas de pulverización de carbón (excepto aquellas en las que el equipo sea estanco al polvo).
- Todas las zonas de trabajo en las que se producen, procesan, manipulan empaquetan o almacenan polvos metálicos.

13.2.2.2. Clase II - División 2

- a) Locales en los que no hay normalmente polvo combustible en el aire y tampoco es probable que el equipo y aparatos en su funcionamiento normal lo lancen al aire en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables o explosivas, pero son los que forman acumulaciones sobre o en la vecindad del equipo eléctrico.
- b) Aquellos en los que los depósitos o acumulaciones de este polvo pueden afectar la disipación de calor del equipo eléctrico.
- c) Aquellos en los que estos depósitos o acumulaciones sobre o en la vecindad del equipo eléctrico pueden llegar a ser inflamadas por arcos, chispas o brasas procedentes de este equipo.

Entre estos locales se encuentran:

- Las salas y zonas que contienen mangueras y transportadores cerrados, depósitos y tolvas cerradas, máquinas y equipo de los que solamente escapan cantidades apreciables de polvo en condiciones anormales de funcionamiento.
- Las salas y zonas en las que se impide la formación de concentraciones explosivas o inflamables de polvo en suspensión por medio de un equipo eficaz de control de polvo.
- Los almacenes de expedición donde los materiales productores de polvo se almacenan o manipulan en sacos contenedores.

- Emplazamientos de pulverización de carbón y de su utilización subsiguiente
- Zonas de trabajo y manipulación de industrias químicas y farmacéuticas en las que se produce polvo
- Zonas en las que se producen, procesan, manipulan o empaquetan polvos metálicos de materiales ligeros (Al, Mg, etc.)
- Plantas de producción y manipulación de azufre.

13.2.3. Locales clase III

Corresponden a aquellos considerados peligrosos debido a la presencia de fibras o sustancias volátiles fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que estas fibras o sustancias volátiles estén en suspensión en el aire en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables. Tales locales incluyen:

13.2.3.1. Clase III - División 1

Locales en los que se manipulan, fabrican o utilizan fibras o materiales productores de sustancias volátiles fácilmente inflamables:

Entre estos se encuentran:

- Algunas zonas de las plantas textiles de rayón, algodón, etc.
- Las plantas de fabricación y procesado de fibras combustibles
- Las plantas desmontadoras de algodón
- Las plantas de procesado de lino
- Talleres de confección
- Las carpinterías, establecimientos e industrias que presenten riesgos análogos

13.2.3.2. Clase III - División 2

Locales en los que se almacenan o manipulan (excepto en procesos de fabricación) fibras fácilmente inflamables.

13.3. SISTEMA DE PROTECCIÓN

Contra el riesgo de inflamación y explosión que suponen los materiales eléctricos, se cuenta con las siguientes técnicas o sistemas de protección:

- Envoltente antideflagrante
- Sobrepresión interna
- Inmersión en aceite
- Aislante pulverulento
- Seguridad intrínseca
- Seguridad aumentada

13.3.1. Envoltente antideflagrante:

Modo de protección en el que las partes que pueden inflamar una atmósfera explosiva están situadas dentro de una envoltente que puede soportar los efectos de la presión derivada de una explosión interna de la mezcla y que impide la transmisión de la explosión a la atmósfera explosiva circundante.

13.3.2. Inmersión en aceite:

Modo de protección en el que el equipo eléctrico o partes de éste, se sumergen en un líquido de protección de modo que la atmósfera explosiva que pueda encontrarse sobre la superficie del líquido o en el entorno de la envoltente, no resulta inflamado.

13.3.3. Seguridad intrínseca:

Modo de protección que aplicado a un circuito o a los circuitos de un equipo hace que cualquier chispa o cualquier efecto térmico producido en condiciones normalizadas, lo que incluye funcionamiento normal y funcionamiento en condiciones de fallo especificadas, no sea capaz de provocar la inflamación de una determinada atmósfera explosiva.

13.3.4. Sistema de seguridad intrínseca:

Conjunto de materiales y equipos eléctricos interconectados entre sí, descritos en un documento, en el que los circuitos o partes de circuitos destinados a ser empleados en atmósferas con riesgo de explosión, son de seguridad intrínseca.

Contra el riesgo de inflamación y explosión debido a la presencia de polvo inflamable se cuenta con la protección "Envolvente a prueba de inflamación de polvo". Consiste en dotar al material eléctrico de una envolvente que impida la entrada de polvo en cantidad suficiente para afectar el funcionamiento mecánico o características eléctricas de los aparatos y además impida que los arcos, chispas o en general calor producidos dentro de las mismas, puedan causar la inflamación de acumulaciones o suspensiones de polvos circundantes.

13.4. PRESCRIPCIONES PARA LAS INSTALACIONES EN ESTOS LOCALES

13.4.1. Prescripciones generales

En las instalaciones correspondientes a las plantas en las que haya locales con riesgo de incendio o explosión, se procurará que el equipo esté situado en aquellos locales o zonas de los mismos en los que este riesgo, sea mínimo o nulo. En aquellos puntos en los que la presencia de la mezcla inflamable o explosiva sea permanente o tenga duraciones muy prolongadas, está rigurosamente prohibido el empleo de material eléctrico.

- La temperatura superficial del equipo y material eléctrico no debe sobrepasar en ningún caso la temperatura de inflamación del gas o vapor presente.
- La temperatura superficial del equipo y material eléctrico no debe sobrepasar en ningún caso la capacidad de producir una deshidratación excesiva o carbonización gradual de las acumulaciones orgánicas que puedan depositarse sobre los mismos. El polvo carbonizado excesivamente puede llegar a inflamarse espontáneamente.

- En general, la temperatura superficial a plena carga no debe sobrepasar 165 °C para el material que no es susceptible de sobrecargas y los 120 °C para el que sí lo es, como motores y transformadores.
- El material eléctrico debe estar dotado de una protección adecuada contra sobrecargas que no sobrepasen las temperaturas superficiales anteriores.

Estas instalaciones deberán ajustarse, además en cada caso a las prescripciones que se detallan a continuación:

13.4.2. Locales Clase I - División 1

Las instalaciones eléctricas en estos locales se ajustarán a las prescripciones siguientes:

13.4.2.1. Canalizaciones fijas

- a) El cableado deberá realizarse mediante conductores aislados en tubo metálico blindado roscado; conductores aislados en tubo flexible adecuado para esta zona; cable bajo plomo con armadura de acero; cable con aislamiento mineral y cubierta metálica, cable con aislamiento de PVC, armado y con cubierta exterior de PVC; cable con aislamiento de polietileno, armado y con cubierta exterior de PVC; cable con funda de aluminio sin costura.

En ningún caso se permitirá que haya conductores o terminales desnudos, en tensión, o los cables que puedan entrar en contacto con líquidos o vapores donde puedan sufrir vibraciones capaces de romper o aflojar sus uniones roscadas, donde como consecuencia de su rigidez puedan originarse esfuerzos excesivos; o donde pueda producirse corrosión o condensación interna de humedad excesiva.

La canalización en tubo flexible no podrá emplearse donde pueda sufrir vibraciones capaces de romper o aflojar sus uniones roscadas; o donde pueda producirse corrosión o condensación interna de humedad excesiva.

En los casos en que la canalización bajo tubo no sea adecuada, podrá emplearse cable bajo plomo armado.

La armadura puede ser de fleje aunque se recomienda la de alambre.

El cable con aislamiento mineral y cubierta metálica no podrá emplearse donde pueda sufrir vibraciones capaces de dañarlo.

En los casos en que pueda producirse una corrosión electrolítica en la cubierta del cable o en las superficies en contacto con ellas habrá que separarlas o proteger el cable con una cubierta de PVC.

El cable aislado con polietileno armado y con cubierta de PVC, deberá tener los rellenos de material no higroscópico y el asiento de la armadura de PVC.

El cable aislado con polietileno armado y con cubierta de PVC se puede utilizar para circuitos de telecomunicación y similares.

El cable con funda de aluminio sin costura, debe ser armado o estar protegido debidamente en aquellos puntos donde esté expuesto a daños mecánicos o a roces que puedan producir chispas incendiarias.

En lugar de PVC se podrán emplear otros materiales plásticos de características iguales o superiores a las del mismo.

b) Las instalaciones bajo tubo habrán de cumplir los siguientes requisitos:

Las uniones de los tubos a las cajas de derivación, accesorios y aparatos deberán ser roscados. Las uniones se montarán engarzando por lo menos cinco hilos completos de rosca.

Las cajas de derivación y accesorios deberán ser de tipo antideflagrante.

Se instalarán cortafuegos para evitar el corrimiento de gases, vapores y llamas por el interior de los tubos siguientes:

- En todos los tubos de entrada a envolventes que contengan interruptores, seccionadores, fusibles, relés, resistencias y demás aparatos que produzcan arcos, chispas o temperaturas elevadas.
- En los tubos de entrada o envolventes o cajas de derivación que solamente contengan terminales, empalmes o derivaciones cuando el diámetro de los tubos sea igual o superior a 50 mm.
- Si en determinado conjunto el equipo que puede producir arcos, chispas o temperaturas elevadas, está situado en un compartimiento independiente del que contiene sus terminales de conexión y entre ambos hay pasamuros o prensa estopas antideflagrantes, la entrada al compartimiento de conexión puede efectuarse siguiendo lo indicado en el párrafo anterior.
- En los casos en que se precisen cortafuegos estos se montarán lo más cerca posible de las envolventes y en ningún caso a más de 450 mm de ellas.
- Cuando dos o más envolventes que de acuerdo con los párrafos anteriores precisen cortafuegos de entrada, y estén conectadas entre sí por medio de un tubo de 900 mm o menos de longitud, bastará con poner un solo cortafuego entre ellas a 450 mm o menos de la más lejana.
- En los conductores que salen de una zona Clase I División 1, el cortafuego se colocará en cualquiera de los dos lados de la línea límite, pero se diseñará e instalará de modo que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubo en el lugar de división no puedan correrse al otro lado del cortafuego. Entre el cortafuego y la línea límite no deberán instalarse acoplamientos, cajas de derivación ni accesorios.

La instalación de cortafuegos habrá de cumplir los siguientes requisitos:

- La pasta de sellado deberá ser adecuada para la aplicación; resistente a la atmósfera circundante y a los líquidos que pudieran haber presentes y tener un punto de fusión por encima de los 90 °C.
 - El tapón formado por la pasta deberá tener una longitud igual o mayor al diámetro interior del tubo y en ningún caso, inferior a los 16 mm.
 - Dentro de los cortafuegos no deberán hacerse empalmes ni derivaciones de cables; tampoco deberá llenarse con pasta ninguna caja o accesorios que contengan empalmes o derivaciones.
 - Las instalaciones bajo tubo deberán dotarse de purgadores que impidan la acumulación excesiva de condensaciones o permitan una purga periódica.
- c) Las instalaciones de cable con aislamiento mineral habrán de cumplir los siguientes requisitos:
- La entrada de los cables a los aparatos y cajas de derivación, deberá efectuarse por medio de boquillas adecuadas.
 - Las boquillas deberán ser del mismo grado de protección que la envolvente a la que van acopladas.
 - Los cables deberán instalarse de modo que las boquillas no queden sometidas a ningún esfuerzo.
 - Las cajas de derivación deberán ser del tipo antideflagrante.
- d) Las instalaciones de cable armado habrán de cumplir los siguientes requisitos:
- La entrada de los cables a los aparatos y cajas de derivación, deberá efectuarse por medio de prensa-estopas adecuados.

- Los prensa-estopas deberán ser del mismo grado de protección de la envolvente a la que van acopladas.
- Cuando los prensa-estopas no estén dotados de elementos propios para la sujeción de los cables éstos deberán instalarse de modo que los prensa-estopas no estén sometidos a ningún esfuerzo
- Las cajas de derivación deberán ser antideflagrantes.

13.4.2.2. Luminarias

- a) Las luminarias fijas deberán estar dotadas de uno de los sistemas de protección detallados en 13.3.
- b) Las luminarias fijas podrán instalarse suspendidas de su tubo de alimentación, de cadenas o de otros elementos de suspensión adecuados. No se permitirá en ningún caso que penden directamente de su cable de alimentación.
- c) Las cajas, accesorios y conectadores de suspensión serán adecuados para este fin y se ajustarán a lo prescrito en 13.4.2.1.

13.4.2.3. Tomacorrientes

Los tomacorrientes estarán provistos de uno de los sistemas de protección detallados en 13.3, además enclavados con un interruptor, de modo que su conexión y desconexión se realicen sin tensión.

Cuando la conexión y desconexión se efectúen en una cámara antideflagrante podrá prescindirse de este interruptor.

13.4.2.4. Aparatos de conexión y corte

Se entenderán incluidos en este grupo, todos los aparatos dotados de contactos para establecer o interrumpir la corriente, tales como seccionadores, interruptores, conmutadores, contactores, pulsadores, etc.

Estos aparatos deben estar dotados de uno de los sistemas de protección detallados en 13.3.

13.4.2.5. Sistemas de señalización, alarma, control y comunicación

Todos los equipos de señalización, alarma, control y comunicación se protegerán por uno de los sistemas de protección detallados en 13.3.

Las canalizaciones se efectuarán de acuerdo con lo prescrito en 13.4.2.1.

13.4.2.6. Motores y generadores

Los motores, generadores y otras maquinas eléctricas rotativas deben:

- Ser del tipo totalmente encerrado, con ventilación de presión positiva desde una fuente de aire limpio con salida a un área segura y estar dispuestos que se impida la energización de la maquina hasta que la ventilación haya sido establecida y el encerramiento haya sido purgado como mínimo con 10 volúmenes de aire y también dispuestos para desenergizar automáticamente el equipo cuando el suministro de aire falle; o
- Ser del tipo totalmente encerrado lleno de gas inerte, dotado con una fuente confiable y adecuada de gas inerte para presurizar el encerramiento, con elementos provistos para asegurar una presión positiva en el encerramiento y dispuestos para desenergizar automáticamente cuando el suministro de gas falle; o
- Ser de un tipo diseñado para funcionar sumergido en un liquido que solo sea inflamable cuando se vaporice y se mezcle con aire, o en un gas o vapor a una presión mayor que la atmosférica y que sean inflamables únicamente cuando se mezclen con aire; y que la maquina este dispuesta de modo que no se pueda energizar hasta que haya sido purgada con el liquido o el gas para desplazar el aire, y que además se desenergice automáticamente el equipo cuando se interrumpa el suministro de liquido, gas o vapor, o su presión se reduzca a la presión atmosférica.

13.4.3. Locales Clase I - División 2

El material eléctrico instalado en estos locales se ajustará a las siguientes prescripciones:

13.4.3.1. Canalizaciones fijas

Se ajustarán a los requisitos de 13.4.2.1 con las siguientes salvedades:

- Las cajas de conexión, accesorios y prensa-estopas que no vayan directamente conectados a envolventes que contengan equipo que pueda producir arcos, chispas o temperaturas elevadas no precisarían ser antideflagrantes.
- Las canalizaciones de entrada a envolventes o accesorios que contengan solamente terminales empalmes o derivaciones, no precisarían cortafuegos sea cual fuere su diámetro.
- En los casos que se precise cierta flexibilidad en los conductores, como por ejemplo en las cajas de bornes de los motores, se podrá utilizar cable bajo tubo flexible con accesorios adecuados e incluso cable flexible sin armadura para servicio extra severo, dotado de prensa-estopas adecuados.

13.4.3.2. Luminarias

- a) Las luminarias fijas podrán ser selladas a los gases.
- b) Las luminarias fijas se protegerán contra daños mecánicos por medio de guardas o instalándolas en puntos adecuados.
- c) Las luminarias fijas podrán instalarse suspendidas como se indica en 13.4.2.2.

13.4.3.3. Tomacorrientes

Se ajustarán a lo descrito en 13.4.2.3.

13.4.3.4. Aparatos de conexión y corte

Se ajustarán a lo descrito en 13.4.2.4, con la siguiente salvedad:

- Cuando la cámara donde se realiza la interrupción este herméticamente sellada contra la entrada de gases y vapores, la envolvente del aparato podrá ser de uso general.

13.4.3.5. Sistemas de señalización, alarma, control y comunicación

- a) Las canalizaciones se efectuarán de acuerdo a lo prescrito en 13.4.3.1.
- b) Los elementos de conexión y corte tales como conmutadores, interruptores, contactos de pulsadores, timbres, etc., se protegerán como se indica en 13.4.3.4.

13.4.3.6. Motores y generadores

Se ajustarán a lo descrito en 13.4.2.6.

13.4.4. Locales Clase II - División 1

13.4.4.1. Canalizaciones fijas

Las canalizaciones destinadas a estos locales deberán cumplir los mismos requisitos que las destinadas a locales Clase I - División 1, con las siguientes salvedades:

- a) Las cajas de conexión a accesorios deberán ser "a prueba de inflamación de polvo".
- b) Las canalizaciones que comuniquen una envolvente que precise ser a "prueba de inflamación de polvo" con otra que no la precise, deberán estar dotadas de medios adecuados para impedir la entrada de polvo en la envolvente a prueba de inflamación de polvo a través de la canalización.
- c) Cuando sea necesario emplear conexiones flexibles, éstas se efectuarán por medio de conectadores a prueba de inflamación de polvo, tubo metálico flexible con accesorios adecuados e incluso por medio de cable flexible para servicio extrasevero dotado de accesorios adecuados.

En los casos en que haya polvos conductores de electricidad, no se empleará tubo metálico flexible.

13.4.4.2. Luminarias

- a) Las luminarias fijas serán a prueba de inflamación de polvo.
- b) Las luminarias fijas se protegerán contra daños mecánicos por medio de guardas e instalándolas en puntos adecuados.
- c) Las luminarias fijas podrán instalarse suspendidas como se indica en 13.4.2.2.

13.4.4.3. Tomacorrientes

Estarán dotados de protección a prueba de instalación de polvo y de clavija de puesta a tierra.

13.4.4.4. Aparatos de conexión y corte

- a) Los aparatos de conexión y corte destinados a interrumpir o establecer la corriente estarán dotados de envolvente a prueba de inflamación de polvo, a menos que sus contactos de corte estén sumergidos en aceite o la interrupción de la corriente se efectúe en una cámara sellada contra la entrada de polvo, en este caso la envolvente puede ser de uso general.
- b) Todos los aparatos de conexión y corte destinados a locales en los que pueda haber polvos de magnesio, aluminio u otros metales que impliquen un riesgo similar, deberán estar dotados de envoltentes especialmente adecuadas para esta aplicación.

13.4.4.5. Sistemas de señalización, alarma, control y comunicación

- a) Las canalizaciones se efectuarán de acuerdo con lo prescrito en 13.4.4.1.
- b) Cada uno de los distintos elementos constituidos por los mismos se protegerán de acuerdo con sus prescripciones correspondientes.

- c) Cuando haya que albergar en una misma envolvente elementos que requieran distinto grado de protección, la envolvente se ajustará a las prescripciones más severas.

13.4.4.6. Motores y generadores

Los motores generadores y otras maquinas eléctricas rotativas deben:

- a) Totalmente encerrados y ventilados mediante conductos.

13.4.5. Locales Clase II - División 2

13.4.5.1. Canalizaciones fijas

Las canalizaciones fijas destinadas a estos locales deberán cumplir los mismos requisitos que las destinadas a Clase I - División 1, con las siguientes salvedades:

- a) En las instalaciones bajo tubo, además de tubo metálico blindado, se podrá emplear tubo de acero normal.
- b) Los conductores metálicos, accesorios y cajas en las que vayan empalmes o terminales, deberán estar diseñadas de modo que la entrada de polvo sea mínima; las tapas deberán ajustar de tal modo que impidan la salida de chispas o material de combustión y a través de sus paredes no puedan llegar a inflamarse las acumulaciones de polvo o el material inflamable adyacente.
- c) Las conexiones flexibles cumplirán las prescripciones de 13.4.4.1.c.

13.4.5.2. Luminarias

- a) Las luminarias fijas llevarán sus lámparas y portalámparas alojadas en envoltentes que no dejan pasar el polvo y diseñadas de modo que impidan la salida de chispas, material en combustión y metal caliente. Todas las luminarias irán claramente marcadas con la potencia en (W) de la mayor lámpara, para la que la temperatura superficial en condiciones normales de servicio no exceda 165 °C.

- b) Las luminarias fijas se protegerán contra daños mecánicos por medio de guardas o instalándolas en puntos adecuados.

- c) Las luminarias fijas podrán instalarse suspendidas como se indica en 13.4.2.2.

- d) Las cajas, accesorios, y conectadores de suspensión deberán ser adecuados para este fin y además, ajustarse a lo prescrito en 13.4.5.1.

13.4.5.3. Tomacorrientes

Estarán provistos de clavija de puesta a tierra y diseñados de modo que la conexión al circuito de alimentación, no se pueda efectuar en las partes en tensión al descubierto.

13.4.5.4. Aparatos de conexión y corte

Los aparatos de conexión y corte se ajustarán a lo prescrito en el punto 13.4.4.4.

13.4.5.5. Sistemas de señalización, alarma, control y comunicación

- a) Las canalizaciones se efectuarán de acuerdo a lo prescrito en 13.4.5.1.
- b) Cada uno de los elementos constitutivos se protegerán de acuerdo con sus prescripciones correspondientes.
- c) Cuando haya que albergar en una misma envolvente elementos que requieran distintos grados de protección, la envolvente común se ajustará a las prescripciones más severas.

13.4.5.6. Motores y generadores

Los motores generadores y otras maquinas eléctricas rotativas deben:

- a) Estar encerrados completamente y sin ventilación.
- b) Totalmente encerrados y con ventilación mediante conductos o

- c) Totalmente encerrados y refrigerados con aire y agua.
- d) Totalmente encerrados y refrigerados mediante ventilador o a prueba de ignición de polvos.

13.4.6. Locales Clase III - División 1

13.4.6.1. Canalizaciones fijas

Se ajustarán a lo prescrito en el punto 13.4.5.1

13.4.6.2. Luminarias

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.5.2 con la salvedad de que en sus envoltorios y las del equipo de arranque y control, deberán ser protegidos ante las fibras y sustancias volátiles.

13.4.6.3. Tomacorrientes

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.5.3.

13.4.6.4. Aparatos de conexión y corte

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.4.4, con la salvedad de que las envoltorios deberán ser estancas a las fibras y sustancias volátiles.

13.4.6.5. Sistemas de señalización, alarma, control y comunicación

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.5.5.

13.4.6.6. Motores y generadores

Los motores generadores y otras máquinas eléctricas rotativas deben:

- a) Estar encerrados completamente y no deben tener ventilación.
- b) Encerrados completamente y ventilados mediante conductos o
- c) Encerrados completamente y refrigerados con ventilador.

13.4.7. Locales Clase III - División 2

13.4.7.1. Canalizaciones fijas

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.5.1, se permitirá el empleo de cable aislado sin armar, adecuadamente protegido contra golpes u otros daños mecánicos.

13.4.7.2. Luminarias

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.6.2.

13.4.7.3. Tomacorrientes

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.5.3.

13.4.7.4. Aparatos de conexión y corte

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.6.4.

13.4.7.5. Sistemas de señalización, alarma, control y comunicación

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.6.5.

13.4.7.6. Motores y generadores

Se ajustarán a lo prescrito en 13.4.6.6.

13.4.8. Puesta a tierra

La puesta a tierra se ajustará a las prescripciones indicadas en el capítulo 8 y además a las siguientes:

- a) Todas las masas tales como carcasas y superficies metálicas exteriores de motores, luminarias, armarios metálicos, cajas de conexión y canalizaciones de tubo, se conectarán a tierra. También se conectarán a tierra las armaduras y fundas metálicas de los cables, aunque estén protegidas por una cubierta exterior no metálica.

En el caso de las canalizaciones metálicas o de cable armado habrá que comprobar que todas sus partes estén adecuadamente conectadas a tierra.

14. INSTALACIONES EN HOSPITALES

14.1. CAMPO DE APLICACIÓN

Este capítulo comprende las instalaciones eléctricas en:

- Hospitales, policlínicas, sanatorios, centros de salud y todo otro edificio utilizado para la medicina humana y dental, así como de otras instalaciones con una finalidad equivalente.
- Salas para uso médico de medicina humana y dental fuera de los hospitales según el punto 14.9.1.
- Salas para diálisis domiciliaria según el punto 14.9.2.

Los requisitos mencionados en este capítulo tienen en cuenta, según el tipo o la utilización de las instalaciones, el posible riesgo para las personas, (en especial los pacientes), que pueden ocasionar las corrientes peligrosas para el organismo, así como también los peligros que puede ocasionar un incendio o un corte imprevisto del suministro general de energía eléctrica.

Deben cumplirse, por lo tanto, las especificaciones de este capítulo, adicionalmente a los requisitos de los capítulos generales de esta norma.

Este capítulo no es aplicable:

- Hospitales que están a disposición únicamente para casos de catástrofe y que no se utilizan regularmente, es decir, los llamados "hospitales de emergencia".
- Aparatos electromédicos o combinaciones de estos aparatos.

14.2. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA

Por tener relación exclusivamente con las disposiciones de este capítulo, no fueron incluidos en la sección "Terminología", y se definen en este párrafo los siguientes términos:

14.2.1. Hospitales y Sanatorios

Los hospitales y sanatorios son instalaciones con equipos, donde deben diagnosticarse, curarse o aliviarse enfermedades, padecimientos o daños corporales por medio de prestación médica y asistencial, así como también asistencia médica para el parto, y donde las personas a ser atendidas pueden ser asistidas y cuidadas.

14.2.2. Puestos y centros de salud

Los puestos y centros de salud son instalaciones o partes de instalaciones, donde se examinan y se trata a las personas, pero donde no se las interna, ni alimentan, ni asisten.

14.2.3. Vías de salvamento

Las vías de salvamento son los espacios destinados a la circulación sobre terrenos y sectores dentro de las instalaciones que sirven para dejar a salvo a las personas y rescatarlas, así como también para permitir el normal desarrollo de las tareas de extinción de incendios, como sucede por ejemplo con los vanos de las escaleras, con sus escaleras obligatorias y sus vías de comunicación al exterior, pasillos de acceso general, rampas, puertas de salida, cerramientos de seguridad, galerías, balcones para salvamento, túneles para salvamento, como además los caminos externos a las instalaciones que conducen a las superficies públicas de circulación.

Entre los espacios de circulación se cuentan también los caminos de circulación hacia las viviendas y alojamientos de los médicos y el personal de asistencia.

14.2.4. Salas de recuperación

Salas de recuperación, son aquellas donde comienza a atenuarse la anestesia del paciente en observación.

14.2.5. Salas de internación

Salas de internación, son aquellas donde los pacientes están hospitalizados durante su permanencia en hospitales, sanatorios, clínicas o similares y, dado el caso, donde son examinados y tratados con equipos electromédicos.

14.2.6. Ambulatorios quirúrgicos

Los ambulatorios quirúrgicos son salas donde pueden realizarse intervenciones quirúrgicas menores a pacientes ambulatorios.

14.2.7. Salas para diálisis

Salas para diálisis, son aquellas donde los pacientes se someten a la depuración de la sangre.

14.2.8. Salas para endoscopias

Salas para endoscopias, son aquellas donde se introducen endoscopios en el interior del cuerpo a través de aberturas naturales o artificiales del paciente para la observación de los órganos.

NOTA: Entran en la endoscopia, por ejemplo, la broncoscopia, la laringoscopia, la citoscopia, la gastroscopia, la laparoscopia.

14.2.9. Salas para cateterismo cardíaco

Salas para cateterismo cardíaco, son aquellas donde se introducen catéteres en el corazón.

14.2.10. Salas de cuidados intensivos

Salas de cuidados intensivos, son aquellas donde los pacientes con tratamiento estacionario son conectados a equipos electromédicos para control, y dado el caso también, para la estimulación de acciones corporales.

14.2.11. Salas de examen intensivo

Salas de examen intensivo, son aquellas donde las personas son conectadas a unos o varios equipos electromédicos de medición o de control.

14.2.12. Salas para yesos

Salas para yesos, son aquellas donde se colocan vendajes de yeso bajo el efecto de la anestesia.

14.2.13. Salas de operaciones

Salas de operaciones son aquellas donde se llevan a cabo las intervenciones quirúrgicas.

Según el tipo y a gravedad de la intervención, se llevan a cabo aquí las analgesias (eliminación de la sensibilidad al dolor) o las anestесias (narcosis parciales o totales) y se utilizan los aparatos de control y reanimación, aparatos de rayos X y otros equipos médicos.

14.2.14. Salas de preparación para operaciones

Salas de preparación para operaciones, son aquellas donde se prepara al paciente para la operación, por ejemplo, suministrando anestesia.

14.2.15. Consultorios de medicina humana y dental

Consultorios de medicina humana y dental, son aquellos que son utilizados para el examen y tratamiento de los pacientes por médicos con consultorio privado.

14.2.16. Salas para diálisis domiciliaria

Salas para diálisis domiciliaria, son aquellas salas donde los pacientes pueden conectarse a los aparatos de diálisis, ubicados en domicilios.

14.2.17. Salas para hidroterapia

Salas para hidroterapia, son aquellas salas donde los pacientes son tratados con agua en forma terapéutica.

14.2.18. Salas para terapia física

Salas para terapia física, son aquellas salas donde los pacientes son tratados por medio de equipos con energía eléctrica, mecánica o térmica.

14.2.19. Salas para diagnóstico radiológico y tratamiento

Salas para diagnóstico radiológico y tratamiento, son aquellas salas donde se aplican rayos para visualizar el interior del cuerpo humano, y obtener efectos terapéuticos en la superficie y en el interior del mismo.

14.2.20. Alimentación general de energía eléctrica de emergencia

La instalación eléctrica de emergencia en el sentido de este capítulo está compuesta por las fuentes de energía eléctrica de emergencia, los dispositivos de conmutación correspondientes, los centros de distribución, los circuitos de distribución y consumo, hasta los bornes de conexión de los equipos a alimentar.

En el caso de una perturbación de la red general, alimenta por un tiempo determinado los equipos de emergencia necesarios, los equipos médico-técnicos y los equipos imprescindibles para el mantenimiento del servicio del hospital.

14.2.21. Alimentación adicional de energía de emergencia

Una alimentación adicional de energía de emergencia es una combinación de equipos eléctricos que suministran energía eléctrica durante un tiempo establecido a determinados equipos médico-técnicos en el caso de un corte de la red general y de la alimentación de energía de emergencia simultánea.

14.2.22. Equipos de emergencia necesarios

Los equipos de emergencia necesarios son equipos que, en caso de peligro (en especial en caso de incendio), sirven para la seguridad de las personas y deben ser previstos según requisitos de validez general o por códigos de edificación en particular, y requieren una alimentación de energía de emergencia.

14.3. CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE AMBIENTES

Como salas de aplicación para uso médico se consideran las salas de medicina humana y dental, que se utilizan de conformidad con las disposiciones, para examinar o tratar a las personas. Aquí se cuentan, además, las salas para el tratamiento hidro y físico - terapéutico, así como las salas de masajes. A los sectores médicos no corresponden, por ejemplo, pasillos y escaleras, salas para el servicio clínico interno, baños comunes en los pisos y sanitarios, compartimentos de ducha en las salas de internación, cocinas y salas de estar, que deberán cumplir con las condiciones de los capítulos de esta norma referidos a viviendas.

Con relación a las medidas necesarias para la protección contra los riesgos eléctricos en caso de fallas, las salas para uso médico se clasifican en grupos de aplicación según los puntos 14.3.1 a 14.3.3:

14.3.1. Salas del grupo de aplicación 0

Éstas son salas para uso médico, donde se asegura, con respecto a la utilización de conformidad con las disposiciones, que:

- No se emplean aparatos electromédicos, o
- Durante el examen o el tratamiento, los pacientes no entran en contacto con equipos electromédicos, o se utilizan equipos electromédicos que están permitidos para la aplicación hasta incluso fuera de las salas para uso médico, según las indicaciones de los manuales que acompañan a los aparatos, o
- Se operan equipos electromédicos que se alimentan exclusivamente de fuentes de energía eléctrica instaladas en los mismos equipos.

14.3.2. Salas del grupo de aplicación 1

Éstas son salas para uso médico, donde se utilizan equipos electromédicos conectados a la red, con los cuales o con cuyas partes de aplicación, los pacientes entran en contacto durante el examen o el tratamiento.

Al presentarse un primer contacto a masa o a tierra, o un corte de la red general, puede efectuarse su desconexión, sin que por ello se ponga en peligro a los pacientes.

Los exámenes y tratamientos de los pacientes pueden interrumpirse y repetirse.

14.3.3. Salas del grupo de aplicación 2

Éstas son salas para uso médico, donde se utilizan equipos electromédicos conectados a la red, que sirven para intervenciones quirúrgicas o para medidas de interés vital.

Al aparecer un primer contacto a masa o a tierra, o un corte de la red general, estos equipos deben poder seguir operando, ya que los exámenes o los tratamientos no pueden interrumpirse y repetirse, sin que impliquen un daño para los pacientes.

14.3.4. Grupos de salas

Las salas para uso médico que están ligadas entre sí en su función a través de la finalidad médica o de los, equipos electromédicos comunes conforman un grupo de salas.

Esto puede ser aplicable para las salas de operaciones y las salas de actividad médica directamente asignadas, como por ejemplo, la sala para yesos, preparación, derivación y control.

14.4. REQUERIMIENTOS RESPECTO A LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN GENERAL

14.4.1. Ubicación de los tableros

Los tableros de distribución principales de alimentación, deben montarse en recintos que respondan a los requisitos exigidos para estos (véase 6.1.1 de esta norma), y además:

Estas salas deben estar separadas de otras salas con elevado peligro de incendio por medio de paredes y cielorrasos resistentes al fuego, y de otras salas a través de por lo menos, paredes ignífugas.

Las puertas de acceso deben ser ignífugas, debiendo ser las paredes de material no inflamable.

Los tableros deben ser montados en la misma sala de las instalaciones de distribución correspondientes con una tensión nominal de más de 1 kV.

Es admisible el montaje de los transformadores correspondientes en la misma sala, teniendo en cuenta los requisitos para la protección contra incendios al colocar transformadores.

Los tableros de alimentación de emergencia deberán montarse también en salas propias que respondan a los requisitos para salas cerradas de equipamientos eléctricos.

El montaje de los tableros alimentación de energía de emergencia puede realizarse también junto con el tablero principal, en una sala con paredes y cielorrasos resistentes al fuego, cuando aquél no se utilice para otros fines, y cuando en esa sala no se encuentren transformadores con tensiones nominales de más de 1 kV.

Ambos tableros de distribución principales deben separarse en forma efectiva entre sí para que no se formen arcos eléctricos. Como separación para evitar la formación de arcos, es válida la separación, por ejemplo, por medio de las dos paredes terminales de los tableros de distribución, o por una chapa metálica divisoria de mínimo 2.5 mm de espesor.

14.4.2. Equipos eléctricos

Se deberán considerar, para los transformadores con tensiones nominales de más de 1 kV, dispositivos de protección automáticos contra las sobrecargas, así como contra fallas internas y externas.

Para alimentar el tablero de distribución principal de la alimentación de energía de emergencia desde el tablero de distribución principal, se requiere una conexión a prueba de contactos a tierra y de cortocircuitos.

Se deberá disponer el interruptor de alimentación de la red (interruptor / conmutador), ambos (tetrapolares) en el tablero de distribución de energía de emergencia, para no referenciar el neutro del alimentador de emergencia con el neutro de la compañía distribuidora de energía.

14.4.3. Tableros de distribución

Los tableros de distribución deberán tener en todas sus caras una cubierta de chapa de metal.

Se montarán los tableros de distribución fuera de las salas para uso médico, debiendo estar protegidos del acceso a personas no autorizadas.

Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes y los interruptores diferenciales de los circuitos terminales de consumo también deben ser de fácil acceso para el personal médico.

Se deberán efectuar las instalaciones de los tableros de distribución de forma tal que sea posible una simple medición de la resistencia de aislación de todos los conductores respecto de tierra en cada uno de los circuitos de salida.

Para las salas para uso médico del grupo de aplicación 2 se requieren tableros de distribución propios.

Pueden colocarse en un gabinete común con tableros de distribución para salas de uso no médico o de otros grupos de aplicación, cuando estén separados de éstos por una pared intermedia o estén provistos con una cubierta de separación apropiada.

Los tableros para salas del grupo 2, donde se instalan los transformadores de aislación, deberán estar lo más cerca posible de dichas salas para minimizar la capacidad distribuida a tierra de los circuitos secundarios aislados.

En un tablero de distribución que alimenta una sala del grupo de aplicación 2, o un grupo de salas del grupo de aplicación 2; se debe tener en cuenta, al construir cada uno de los sectores

de la red en el tablero de distribución, que es necesaria una clara separación por medio de distancias dieléctricas.

Para ubicar los sectores de tableros de distribución externos se requiere que, desde allí, se abastezcan dentro de lo posible únicamente las salas o los sectores contiguos, que estén en el mismo sector de fuego.

14.4.4. Requisitos para la alimentación de energía.

Prohibición del conductor PEN (Sistema de conexión TN-C)

En instalaciones eléctricas de potencia con tensiones nominales de hasta 1000 V no deben utilizarse conductores PEN desde el centro de distribución principal del edificio. Es decir el sistema de conexión de neutro TN-C está prohibido.

En las instalaciones de potencia de la alimentación de energía de emergencia son validas las especificaciones de los puntos 14.6.2, 14.6.3 y 14.7. La clasificación de las fuentes de energía según los tipos y tiempos de interrupción en segundos son los siguientes:

Sin interrupción	0
Muy corta interrupción	hasta 0.15
Corta interrupción	desde 0.15 hasta 0.5
Media interrupción	desde 0.5 hasta 15
Larga interrupción	mas de 15

14.4.5. Alimentación de energía eléctrica en salas de grupo de aplicación 2

En este punto se especifica el suministro a los equipos electromédicos para intervenciones quirúrgicas y medidas vitales, para lo cual se exige una red IT para un abastecimiento seguro.

Estos requisitos rigen, según la Tabla 40, especialmente para las salas de operaciones, y las salas de examen intensivo y de cuidados intensivos.

Tabla 40 Tipos de salas para cada grupo de aplicación

Grupo de aplicación	Tipo de sala de acuerdo a al utilización	Tipo de utilización medica
0	Salas de internación, salas de esterilización para operaciones, salas de lavado para operaciones, consultorios de medicina humana y dental	Ninguna utilización de equipos electromédicos
1	Salas de internación, salas para terapia física, salas para hidroterapia, salas de masajes, consultorios de medicina humana y dental, salas para diagnóstico radiológico y tratamiento, salas para endoscopias, salas para diálisis, salas de examen intensivo, salas de parto, ambulatorios quirúrgicos, salas para cateterismo cardiaco para diagnóstico	Utilización de equipos electromédicos a través de orificios naturales en el cuerpo, o con intervenciones quirúrgicas menores (cirugía menor) Exámenes con catéter flotante
2	Salas de preparación para operaciones, salas de operación, salas de recuperación, salas para yesos quirúrgicos, salas de examen intensivo, salas de cuidados intensivos, salas de endoscopia, salas para diagnóstico radiológico y tratamiento, salas para cateterismo cardiaco para diagnóstico y tratamiento, excluyendo aquellas en donde se utilizan exclusivamente catéteres flotantes, salas clínicas de parto, salas para diálisis de emergencia o aguda salas de neonatología	Operaciones de órganos de todo tipo (cirugía mayor), introducción de catéteres en el corazón (cateterismo cardíaco), introducción quirúrgica de partes de aparatos, operaciones de todo tipo, mantenimiento de las funciones vitales con equipos electromédicos, intervenciones a corazón abierto.
La asignación de los tipos de salas a los grupos de aplicación se determina por el tipo de aplicación médica prevista y equipos médicos. Por este motivo, ciertos tipos de salas pueden estar asignados a varios grupos de aplicación. Al planificar las instalaciones eléctricas de potencia en hospitales, no es previsible, en la mayoría de los casos, la utilización posible de equipos electromédicos de conformidad con las disposiciones, por ejemplo, en las salas de internación. Es por eso que, en caso de dudas, no debería hacerse uso del grupo de aplicación 0.		

El suministro a través de dos alimentaciones independientes entre sí puede ser requerido en estas salas también para otros aparatos y equipos electromédicos, como por ejemplo, para la iluminación general y otros tomacorrientes, para los cuales no es indispensable prever una red IT.

- b) Cada tablero de distribución, o al menos aquellas partes de los tableros de distribución que alimentan los sistemas de neutro aislado (red IT) para abastecer a los equipos médicos esenciales, debe disponer de dos líneas de alimentación independientes.

Ante el corte de la tensión de uno o varios conductores de fase al final de la línea alimentadora en caso de funcionamiento normal (alimentación preferencial), el suministro de energía debe ser conmutado en forma automática a través de un dispositivo de conmutación según el punto 14.7.8 a la segunda línea o secundaria (véase también las figuras 12 a 15).

- c) Cuando se alimente un tablero de distribución o una sección del tablero de distribución desde dos fuentes, a saber: desde energía de emergencia y desde el suministro de energía principal (véase las figuras 12 y 13), siempre se considerará la alimentación de emergencia como preferencial, y la alimentación desde el tablero principal quedará como alimentación secundaria.

En el caso de que un tablero de distribución o de una sección de un tablero de distribución se alimente desde dos alimentaciones, a saber: desde el suministro de energía de emergencia y desde el suministro adicional de energía de emergencia (véase las figuras 14 y 15), la alimentación preferencial debe derivarse directamente desde el suministro de energía de emergencia, y la segunda línea, será la del suministro adicional de energía de emergencia.

NOTA: En este último caso, si el suministro adicional de energía de emergencia se realiza como suministro de energía sin interrupción (UPS), la alimentación preferencial será la del suministro de energía de emergencia.

Fundamentalmente rige que un tablero de distribución o bien un sector del mismo debe ser abastecido a través de dos líneas de alimentación independientes entre sí, cada uno desde los tableros de distribución principales del edificio: uno el de suministro general de energía eléctrica, y otro el de suministro de energía eléctrica de emergencia o bien desde el suministro de energía eléctrica de emergencia adicional.

Aquí es admisible abastecer también a varios tableros de distribución a través de un par de alimentadores, cuando éstos están dispuestos dentro de un mismo sector de incendio.

Se deberá ejecutar la instalación de los dos alimentadores lo más separados posible, o al menos en 2 canalizaciones de cables separadas.

Al seleccionar las secciones de los conductores y los dispositivos de protección contra sobrecorrientes, se deberán tener en cuenta especialmente los requisitos para la desconexión selectiva según el punto 14.7.10 d).

- d) Para cada una de las salas o grupo de salas del grupo de aplicación 2 se deberá colocar por lo menos una red IT propia para circuitos que sirven para abastecer a equipos electromédicos en intervenciones quirúrgicas o para mediciones que son de interés vital.

Desde un suministro según los incisos a) y b) del punto 14.4.5, pueden alimentarse a varias redes IT, cuando su área de suministro está dentro de un sector de incendio.

Pero hay que evitar - incluso en unidades pequeñas- disponer todas las redes IT detrás de un sólo dispositivo de conmutación.

En salas destinadas para más de un paciente, especialmente en salas de terapia intensiva, se recomienda no alimentar a más de 4 lugares a través de una red IT). Para calcular la potencia puede partirse, a manera de ejemplo, de los siguientes valores de potencia conectada:

- Potencia por cama 600 W
o 2400 W para 4 camas
- Disponibilidad adicional para un equipo consumidor de 2000 W
o 2000 W para 4 camas

Valor total	4400 W para 4 camas
--------------------	----------------------------

Esto corresponde a la magnitud de un transformador de la red IT de 5 kVA.

En salas con más de 4 camas, se recomienda una disposición alternada de las redes IT

- e) En todos los casos durante el suministro de energía de emergencia, las redes IT de varias salas o grupos de salas pueden quedar siempre conectados a una red IT común con un dispositivo de control de aislación, si éste dispositivo es alimentado, en caso de un corte del suministro general de energía, por medio de un suministro adicional de energía eléctrica de emergencia.
- f) Para formar las redes IT, se preverán preferentemente los transformadores monofásicos. En caso de requerirse también el suministro de consumidores trifásicos para una red IT, deberá preverse aquí un transformador trifásico separador. Si un transformador trifásico también se aplica para el suministro de consumidores monofásicos, debe asegurarse a través del tipo de construcción o el tipo de conexión, que incluso en caso de una carga desequilibrada o de una falla posible en el lado primario, no aparezcan elevaciones de la tensión en el lado del consumidor.

NOTA: La potencia nominal del transformador no debe ser menor que 3.15 kVA y no mayor que 8 kVA.

Se deberán colocar los transformadores instalados en forma fija fuera, pero cerca de las salas para uso médico.

- g) Se utilizarán transformadores separadores con aislación doble o reforzada con aislación clase II.

Adicionalmente rige para los transformadores:

- La tensión nominal en el lado secundario no debe sobrepasar 230 V, en caso de los transformadores trifásicos, incluso entre los conductores de fase.
- La tensión de cortocircuito U_{cc} y la corriente en vacío a circuito abierto i_0 , no deben sobrepasar el 3%.
- La corriente de conexión a circuito abierto I_E no debe sobrepasar ocho veces la corriente nominal.

- h) Para los transformadores separadores, su alimentación en el lado primario y su derivación en el lado secundario son admisibles dispositivos de protección contra sobrecorrientes sólo para la protección en caso de cortocircuito. Para proteger al transformador separador de una sobrecarga, prever dispositivos de control que indiquen acústicamente (desactivable) y visualmente un calentamiento excesivo, por ejemplo por sobrecorrientes.

La indicación visual debe posicionarse de modo tal que durante la utilización médica, pueda ser observado permanentemente por el personal médico actuante.

NOTA: Se recomienda el aviso de la indicación también al personal de operaciones técnico competente.

No es admisible una protección contra la sobrecarga del circuito del transformador que reaccione con una desconexión automática. Para una sobrecarga posible, se deberá prever la reserva correspondiente mediante un dimensionamiento adecuado.

El control de la corriente se deberá efectuar, porque por medio de ella se tiene una indicación en caso de sobrecarga; y también porque permite reaccionar rápidamente reduciendo la carga (desconexión de consumidores).

Es decir la combinación de control de la corriente y la temperatura, como control de sobrecargas, se considera la mejor solución.

En las instalaciones montadas con anterioridad a esta normativa, pueden estar instalados dispositivos de protección contra sobrecargas en el lado secundario del transformador de la red IT.

En el caso de una sobrecarga proveniente de la suma de los circuitos conectados, existe el peligro de que caiga toda la red IT. Se recomienda realizar pruebas a fin de evitar el efecto mencionado.

- i) Normalmente cada transformador alimenta una sola sala. Utilizar un único transformador para varias salas no es conveniente por el aumento de la capacidad distribuida, por este motivo el proyectista debe calcular cuidadosamente el valor de las capacidades distribuidas y comprobar una vez realizado el proyecto, sus valores por mediciones.

La alimentación desde una red IT a una sala o a un grupo de salas se puede lograr a través de un transformador separador, si no es previsible que ocurra una falla en el mismo o en los conductores de entrada y salida de energía del mismo. Esto es entonces el caso, si los siguientes requerimientos se hallan cumplidos (ver también la figura 12 y 14):

- 1) El suministro al transformador desde el dispositivo de conmutación y la derivación desde el transformador hasta la siguiente sección del tablero de distribución está instalada a prueba segura de cortocircuitos y contactos a tierra.
- 2) Para la protección contra contactos indirectos en el transformador se utilizará una de las siguientes medidas:
 - Aislación de protección en transformadores (uso de transformadores clase II).
 - Protección a través de salas recubiertas con pisos y paredes de materiales, no conductivos, con valores de aislación mayor de 50 kΩ y menores de 1MΩ.
 - Protección en locales no conectados a tierra y con un conexionado equipotencial.
 - Protección a través de instalaciones especiales, según se describe a continuación:
 - o El transformador en la ejecución de la clase I de protección está dispuesto aislado y no está vinculado con el conductor de protección.
 - o El transformador está protegido por una cubierta removible solo mediante cerraduras o herramientas.
 - o El acceso está reservado solo a personal eléctrico especialista.
 - o Sobre la cubierta y sobre el transformador deberá estar colocado en forma visible e imperdible un cartel de advertencia sobre el posible peligro de una tensión de falla en el cuerpo del transformador.

- 3) El tablero distribuidor de las salas del grupo de aplicación 2, el transformador separador y los requeridos cables o conductores de interconexión se encuentran en la misma planta y sección de fuego, correspondiente a la misma sala del grupo de aplicación 2 o inmediatamente arriba o debajo de la sala considerada, que pertenece al mismo sector de fuego o que junto con otras áreas limítrofes forman otro sector de fuego

Las figuras 12 y 14 de este capítulo describen una red IT detrás de un dispositivo de conmutación. La protección contra cortocircuitos para el transformador y su circuito asociado se logra con el representado dispositivo de protección del aparato de conmutación.

Para más de una red IT aguas abajo de un aparato de conmutación debe preverse en la alimentación al transformador un dispositivo de protección contra cortocircuito, para en caso de falla, evitar la caída total de toda la red IT. Este dispositivo de protección no está permitido para sobrecargas, sino solo para eliminar los cortocircuitos en el transformador o en los tableros de distribución antes de los circuitos finales.

Este requerimiento es por ejemplo para la protección de conductores mediante fusibles con característica gl (lenta) o interruptor de potencia, sin relé de sobrecarga.

La corriente nominal del fusible de protección del conductor debe ser elegida tan alta como la corriente nominal del transformador, (como máximo 3 veces el valor), sin embargo debe respetarse la selectividad de los elementos de protección dispuestos anteriormente y la fuente de energía de emergencia (en general y especialmente para el servicio con la fuente adicional del suministro de energía eléctrica de emergencia).

- j) En el caso de una caída de tensión en el circuito del transformador que alimenta a la red IT con un funcionamiento libre de fallas, y cuando no se cumplen los requisitos según el inciso h) del punto 14.4.5 el suministro de la energía eléctrica deberá conmutarse automáticamente, por medio de un dispositivo de conmutación según el punto 14.7.8, al circuito de un segundo transformador separador (véase figura 13) o/a un suministro adicional de energía eléctrica de emergencia sin conexión de puesta a tierra (véase figura 15).

14.5. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNO DE LOS AMBIENTES O GRUPOS DE APLICACIÓN

14.5.1. Circuitos en la red IT de salas del grupo de aplicación 2

Debido a exámenes o tratamientos que no pueden ser interrumpidos sin que corran peligro los pacientes, se deberán utilizar en las salas del grupo de aplicación 2, las medidas de protección "Indicación por monitoreo de aislamiento en la red IT por lo menos para los siguientes circuitos:

- Circuitos para luminarias de quirófano y luminarias similares que se operan con tensiones nominales de más de 24 V de tensión alterna o 60 V de tensión continua;
- Circuitos con tomacorrientes bipolares con conexión de protección, a los que se conectan los equipos electromédicos, los cuales sirven para intervenciones quirúrgicas o medidas de interés vital.

Debido a la posible continuidad del funcionamiento de las redes IT incluso con el primer contacto a masa o a tierra, esta medida de protección deberá utilizarse preferentemente en las salas del grupo de aplicación 2.

Pero al menos se requiere un suministro desde una red IT con un control de la aislación, para todos los circuitos a través de los cuales se abastecen equipos electro-médicos de vital importancia, y para luminarias scialíticas para operaciones y luminarias similares, para cuya alimentación no se aplica la medida de protección de muy baja tensión de seguridad.

En las salas para pacientes, y en cada cama se dividirán los tomacorrientes por lo menos en dos circuitos.

Cada circuito no debe contener más de 6 tomacorrientes.

El “puesto de atención de pacientes” es el lugar en el cual el paciente es examinado o tratado con aparatos electromédicos dependientes de la red, que sirven para intervenciones quirúrgicas o medidas de vital importancia, por ejemplo la mesa de operaciones o la cama de terapia intensiva.

La práctica muestra que se requieren por lo menos desde 12 tomacorrientes (= 2 circuitos) hasta 24 tomacorrientes (= 4 circuitos) para cada puesto de pacientes en el grupo de la sala de operaciones y la misma disposición se deberá respetar en la sala de terapia intensiva.

En caso de más de dos circuitos por cada puesto de atención de pacientes se recomienda instalar el suministro en forma alternada (cruzada) desde dos redes IT. Se recomienda equipar los tomacorrientes con una indicación visual de la tensión.

La indicación (lámpara, etc.) debe ser un elemento eléctrico con una vida útil prolongada (LED ó lámpara tipo neón). Se identificarán claramente los tomacorrientes en la red IT, cuando en la misma sala los tomacorrientes están conectados a circuitos con otro tipo de alimentación de seguridad.

Para interrumpir los cables y las líneas en caso de un calentamiento excesivo, deben utilizarse únicamente interruptores de protección de líneas, o interruptores de potencia que interrumpen a todos los polos, debiendo actuar selectivamente ante los cortocircuitos en lo que respecta a los dispositivos de protección conectados en serie.

14.5.2. Circuitos de iluminación

Las luminarias deberán dividirse por lo menos en dos circuitos en las vías de salvamento y las salas de los grupos de aplicación 1 y 2 con más de una luminaria.

Cuando se utiliza la protección por medio de la desconexión con interruptores diferenciales, éstos deben asignarse a los circuitos de manera tal que, en caso de accionarse un dispositivo de protección, no se desactiven todos los circuitos de iluminación de una sala o de una vía de escape.

Las luminarias en las vías de escape deben estar asignadas alternativamente a los diferentes circuitos.

14.5.3. Circuitos de motores

Los motores que se accionan automáticamente a distancia, o aquellos que no se controlan permanentemente deben ser protegidos por guardamotores, o por dispositivos equivalentes. Después de accionarse los guardamotores, deberá impedirse una nueva conexión automática de los motores.

No son necesarios los contactores o los dispositivos equivalentes para equipos de enfriamiento, congelación o refrigeración con sistemas antibloqueo, cuando esté confirmada su presencia en el aparato o en las instrucciones para su accionamiento.

14.5.4. Línea de alimentación a equipos de extinción de incendios

La instalación eléctrica de equipos de extinción de incendios deberá estar abastecida con una línea de alimentación propia, directamente desde el centro de distribución principal del suministro de energía eléctrica de emergencia.

14.6. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA LAS CORRIENTES PELIGROSAS PARA EL CUERPO HUMANO

14.6.1. Protección contra el contacto directo

Fuera de las salas para uso médico y en las salas del grupo de aplicación 0 son suficientes las medidas de protección según el capítulo 10 de esta norma (protección contra los contactos eléctricos). Al utilizar baja tensión de protección, se requiere en las salas de los grupos de aplicación 1 y 2 la protección por medio de aislación, cubierta o camisa de las partes activas, incluso con menos de 24 V de tensión alterna.

14.6.2. Protección contra el contacto indirecto fuera de las salas para uso médico y en las salas del grupo de aplicación 0

14.6.2.1. Cuando se alimenta desde la red general, se aplicaran las medidas de protección descritas en el punto 10.4 de esta norma.

14.6.2.2. Cuando se alimenta desde la fuente de energía de emergencia, se aplicarán las medidas de protección según los puntos 14.6.2.2.1 ó 14.6.2.2.2, para el suministro de energía eléctrica de emergencia.

14.6.2.2.1. Aplicar preferentemente las siguientes medidas de protección:

- Aislación de protección,
- Muy baja tensión de protección,
- Separación de protección,
- Protección por indicación con un dispositivo de monitoreo de aislación en la red IT.

En el caso de la protección por indicación con un dispositivo de monitoreo de aislación en la red IT, se podrá dejar de lado la compensación de potencial adicional o el cumplimiento de las condiciones de desconexión con dos contactos a masa.

Tampoco serán necesarios los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en el conductor de neutro.

14.6.2.2.2. Únicamente se utilizará la protección por desconexión, cuando se haya comprobado por cálculo que, en el caso de una falla con impedancia despreciable en cualquier punto entre el conductor de fase y el conductor de protección o un cuerpo conectado a éste, el dispositivo de protección conectado antes del lugar de falla desconecte en forma automática y selectiva dentro del tiempo establecido.

La comprobación por cálculo exige el cumplimiento de dos condiciones:

1. Que la desconexión sea automática en caso de cortocircuito sin resistencia. Los conductores de fase contra los conductores de protección por medio del dispositivo de protección conectado inmediatamente aguas arriba en un tiempo prefijado.
2. Que la desconexión del dispositivo de protección conectado inmediatamente aguas arriba a la falla, se produzca en forma selectiva antes del siguiente dispositivo de protección en serie. Para ello se requiere:
 - El cálculo de las corrientes de cortocircuito unipolares posibles, para todos los circuitos de distribución desde la fuente de energía eléctrica de emergencia (siempre y cuando este aplicado el sistema TN-S), en los circuitos.
 - La comprobación de la desconexión automática en el tiempo prefijado por medio del ensayo de la curva característica de disparo del dispositivo de protección sobre la base de las corrientes de cortocircuito posibles.
 - La comprobación de la desconexión selectiva por medio de la comparación de tablas o curvas características garantizadas por los fabricantes de los dispositivos de protección en serie, sobre la base de las corrientes de cortocircuito posibles.

NOTA: La determinación de la impedancia, en el caso de las fuentes de energía de emergencia, deberá basarse en la corriente de cortocircuito suministrada por la fuente en el tiempo especificado de desconexión.

14.6.3. Protección contra el contacto indirecto en las salas de los grupos de aplicación 1 y 2

Para protegerse de las corrientes peligrosas para el cuerpo humano deberán aplicarse únicamente las medidas de protección mencionadas en el los punto 14.6.3.1 a 14.6.3.4 donde hay que tener en cuenta las limitaciones válidas para las salas del grupo de aplicación 2. Además se requiere una igualación de potenciales adicional según el punto 14.6.4.

14.6.3.1. Luminarias scialíticas

En luminarias de salas quirúrgicas (scialíticas), solo debe utilizarse la baja tensión funcional con separación de seguridad.

14.6.3.2. Separación de protección con un equipo consumidor

En el caso de cuidados especiales de separación, desde el punto de vista de peligros específicos, solamente es permitida la conexión de un consumidor a una fuente de alimentación, tales como:

- d) Motogeneradores con arrollamientos aislados,
- e) Transformadores separadores portátiles,
- f) Fuentes de alimentación equivalentes, que posean aislación de protección.

14.6.3.3. Protección a través de la desconexión o aviso de desconexión automática

No es aconsejable, por lo cual se deben cumplir las siguientes condiciones:

Todo sistema IT debe ser equipado con un aparato de monitoreo de aislación.

Para sistemas IT en las salas del grupo de aplicación 2 según el punto 14.4.5 rigen los requisitos adicionales siguientes:

- a) Para el aparato de control de la aislación, rige:

Para vigilancia del nivel de aislamiento por resistencia:

- La resistencia interna para corriente alterna debe ser de al menos 100 k Ω ;
- La tensión de medición no debe ser mayor que 25 V de tensión continua;
- La corriente de medición tampoco debe ser mayor que 1 mA en caso de falla;
- La indicación debe efectuarse a más tardar cuando la resistencia de aislación disminuya a 50 k Ω .

Para vigilancia del nivel de aislamiento por impedancia:

- El dispositivo de vigilancia de la impedancia de aislamiento dará lecturas calibradas en corriente total de defectos probables con el valor máximo en el 80% aproximadamente de la escala del aparato de medida.
- La alarma deberá actuar cuando la corriente total de defecto probable exceda de 4 mA, para la tensión de Red de 220V.
- En cualquier caso, sin embargo, la alarma, no será activado hasta que la corriente de falla de defecto probable no exceda de 1.4 mA, si la tensión de red es de 220V.

b) Para que el personal médico competente realice los controles, debe disponerse de una combinación de indicadores en el lugar apropiado, que contenga los siguientes dispositivos:

- Una lámpara testigo verde como indicación de funcionamiento;
- Una lámpara testigo amarilla, la cual se enciende al alcanzar la resistencia de aislación calibrada. Debe ser no cancelable y no desconectable;
- Una indicación acústica, que suene al alcanzar la resistencia de aislación calibrada. Debe ser cancelable, pero no desconectable;
- Una tecla de prueba para ensayar el funcionamiento, con cuya activación se conecta una resistencia de 42 k Ω entre un conductor de fase y el conductor de protección.

14.6.3.4. Protección por desconexión fuera del sistema IT

Rigen las siguientes especificaciones:

Como dispositivos de protección para proteger del contacto indirecto, pueden utilizarse únicamente los interruptores diferenciales con la siguiente corriente de falla nominal:

- $I_{\Delta n} \leq 30$ mA para circuitos con dispositivos de protección contra sobrecorrientes hasta 63 A.

En los sistemas TT, la resistencia de puesta a tierra debe ser menor o igual a 10 Ω , preferentemente no mayor de 5 Ω .

En las salas del grupo de aplicación 2 debe utilizarse la protección por desconexión únicamente para los siguientes circuitos:

- Circuitos para equipos de rayos X,
- Circuitos para equipos grandes con una potencia de más de 5 kW.

- Circuitos, incluso circuitos de tomacorrientes para equipos que no sirven para la aplicación médica,
- Circuitos para iluminación de salas, excluidas las scialíticas.
- Circuitos para el equipamiento eléctrico de mesas de operaciones.

14.6.4. Conexiones equipotenciales suplementarias en las salas de aplicación 1 y 2

14.6.4.1. Para igualar las diferencias de potencial entre las cubiertas de los equipos eléctricos y de partes conductoras externas, montadas en forma fija, se debe colocar una igualación de potenciales adicional.

14.6.4.2. En cada tablero de distribución o en su proximidad se colocaran una o más barras colectoras para igualar los potenciales, a la cual los conductores para igualación de potencial puedan conectarse en lugares accesibles y sean individualmente desconectables a través de sistemas especiales de seguridad.

14.6.4.3. Las siguientes partes deben conectarse a través de conductores para igualar los potenciales con la barra colectora equipotencial:

- a) La barra colectora equipotencial con los conductores de protección que provienen de las cubiertas o carcasas de los equipos;
- b) Partes conductoras externas, las cuales:
 - Se hallen en un área de 1.50 m alrededor de la ubicación del paciente durante su tratamiento o examen, con equipos electromédicos dependientes de la red, y cuya
 - Resistencia de aislación medida con respecto del conductor de protección en las salas del grupo de aplicación 1, sea menor de 7 k Ω , que no estén en contacto con el conductor de protección.
 - Grupo de aplicación 2, sea menor de 2.4 M Ω y que,

- No estén en contacto con el conductor de protección;

- c) El blindaje o apantallamiento contra campos eléctricos o magnéticos perturbadores;
- d) Redes de derivación de pisos de conducción electrostática;
- e) Mesas de operación estacionarias, de funcionamiento no eléctrico, que no están unidas con el conductor de protección;

NOTA: Para las mesas de operación móviles, véase el punto 14.6.4.4 a).

- f) Luminarias de operación.

14.6.4.4. En las salas del grupo de aplicación 2 se requieren adicionalmente las siguientes medidas:

- a) Cerca de la ubicación del paciente colocar bornes de conexión para líneas de igualación de potencial, a través de los cuales puedan incluirse en la igualación de los potenciales los aparatos electromédicos móviles para intervenciones intracardíacas y mesas de operación móviles, en caso de aplicar electrocirugía de alta frecuencia.
- b) En estas salas, la tensión medida durante la operación sin fallas de la instalación eléctrica no debe superar el valor de 20 mV entre las partes conductoras externas, los contactos de protección de los tomacorrientes y los cuerpos de los equipos eléctricos conectados en forma fija.

NOTA: Estas condiciones se hallan complementadas en las instalaciones sin conductores PEN según el punto 14.4.4, o TN-C.

Por ello, el cumplimiento de esta exigencia debe ser comprobado con la ayuda de mediciones sólo en caso de modificación o ampliación en las instalaciones ya existentes.

El área alrededor de la posición del paciente (entorno del paciente) se estableció en 1.50 m.

Se trata de la distancia horizontal del límite exterior de la superficie de ubicación del paciente.

En los círculos especializados se considera como límite vertical del entorno del paciente, el plano a 2.50 m sobre la superficie ocupada por el personal médico. Por lo general, la posición del paciente, donde se realiza un tratamiento con equipos dependientes de la red (es decir, la conexión de los equipos médicos a la instalación fija de la sala), es una posición establecida en la sala tomando precauciones especiales (por ejemplo, tarima de la mesa de operaciones, sala de terapia intensiva).

Si, en casos especiales, no se establece claramente la posición del paciente, sino que se puede variar, entonces al establecer la amplitud de la igualación de potencial adicional, habrá que tomar como base el área imaginable de las posiciones posibles.

Los equipos médicos instalados en forma fija y las fuentes de alimentación de uso médico con un bulón de conexión, que tienen una conexión con el conductor de protección, no deben conectarse a la igualación de potencial adicional.

Los valores límites de resistencia, mencionados para las salas médicas de los grupos de aplicación 1 y 2, entre las partes conductoras externas y el conductor de protección, se basan en las siguientes especificaciones:

Para las salas del grupo de aplicación 1, (es decir, en caso de aplicación externa de equipos electromédicos):

$$R_{ex} = \frac{U_L}{I_{abex}} = \frac{24 \text{ V}}{3.5 \text{ mA}} = 7 \text{ k}\Omega$$

Donde:

U_L : Tensión de contacto permanente admisible en los consumidores (véase el punto 14.6.3)

I_{abex} : Corriente de fuga máxima aceptada en los equipos electromédicos

Para las salas del grupo de aplicación 2 (es decir, en caso de una posible aplicación intracardiaca de equipos electromédicos):

$$R_{in} = \frac{U_L}{I_{abin}} = \frac{24 \text{ V}}{10 \mu\text{A}}$$

Donde:

I_{abin} = corriente de fuga máxima admisible en el paciente en caso de una aplicación intracardiaca = 10 μA .

Para equipos electromédicos con conexión móvil se requiere adicionalmente, en ciertos casos, una conexión a la barra equipotencial.

Esto está indicado en las correspondientes instrucciones de uso de los equipos y rige únicamente para las salas del grupo de aplicación 2 y en caso de intervenciones intracardiacas.

14.6.4.5. Se colocaran conductores equipotenciales entre las barras colectoras equipotenciales de las salas o los grupos de salas con equipos de medición o de control con una función común (por ejemplo, para funciones corporales o que actúan con tensiones sobre el cuerpo).

14.7. SISTEMA DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA

En hospitales, policlínicas y otras instalaciones con una finalidad equivalente se requiere un suministro de energía eléctrica de emergencia, el cual, en el caso de una perturbación en la red general, alimentará con energía eléctrica a los equipos detallados en los puntos 14.7.1 a 14.7.3 durante un lapso establecido luego de un tiempo admisible de conmutación.

La necesidad y el área del suministro de energía eléctrica de emergencia y el suministro de energía eléctrica de emergencia adicional, pueden ser determinados por:

Disposiciones legales por la forma o la utilización de los equipos electromédicos.

La responsabilidad para toda el área de las instalaciones de suministro de energía eléctrica de emergencia a prever, reside en última instancia, en el operador/usuario de un local.

Esto también es válido cuando con posterioridad se realizan modificaciones en la utilización.

14.7.1. Suministro de energía eléctrica de emergencia con un tiempo de conmutación de hasta 15 s

Los equipos según los puntos 14.7.1.1 a 14.7.1.3, se deben poder seguir operando dentro del término de 15 s desde al menos una fuente de energía eléctrica de emergencia durante 24 horas como mínimo, cuando la tensión de uno o varios conductores de fase en el centro de distribución principal del edificio del suministro general de energía eléctrica, haya descendido en más del 10% en un lapso de más de 0.5 s. Para el dispositivo automático de conmutación valen los requisitos según el punto 14.7.8.

14.7.1.1. Iluminación de seguridad

- Se realizará en los caminos de escape, donde el nivel mínimo de iluminación debe ser de 1 lx en la línea media a una altura de 0.2 m sobre el piso o los escalones;
- Deberá disponerse de iluminación de los carteles indicadores de emergencia y de todas aquellas señalizaciones que sirvan para tal fin.
- También se iluminarán las salas de tableros con tensiones nominales de mas de 1 kV, las salas de grupos electrógenos de reemplazo y los tableros de distribución principal del suministro general de energía y los del suministro de energía de emergencia, donde el nivel mínimo de iluminación debe ser el 10 % del nivel de iluminación nominal, pero no inferior a los 15 lx;
- Salas de trabajo con más de 50 m² de superficie, como por ejemplo talleres, cocinas, lavanderías, laboratorios, donde el nivel mínimo de iluminación debe ser 1 lx;

- e) Salas del grupo de aplicación 1, donde en cada una de las salas deberá seguir funcionando al menos una luminaria del suministro de energía de emergencia;
- f) Salas del grupo de aplicación 2, donde toda la iluminación de la sala deberá seguir funcionando desde el suministro de energía de emergencia;
- g) Salas que son necesarias para mantener el servicio del hospital, donde en cada una de ellas deberá seguir funcionando al menos una luminaria desde el suministro de energía de emergencia.

Las luminarias de emergencia en las vías de salvamento véase punto 14.7.1.1 a), pueden ser conectadas centralmente o por áreas, de acción permanente dispuestas para su uso.

En las salas (véase los puntos 14.7.1.1 c) a e), la iluminación de emergencia puede conectarse juntamente con la iluminación general.

En las salas del punto 14.7.1.1 c), puede ser necesario disponer adicionalmente de luminarias portátiles de emergencia de una sola batería (como luz de trabajo en caso de avería).

14.7.1.2. Otros dispositivos de seguridad necesarios

- a) Ascensores para los bomberos y ascensores para camas son obligatorios,
- b) Instalaciones de ventilación necesarias para la extracción del humo y para fuentes de energía eléctrica de emergencia y sus salas de maniobras,
- c) Instalaciones para equipos de altavoces y buscapersonas,
- d) Instalaciones de alarma e instalaciones de advertencia,
- e) Instalaciones de extinción de incendios.

Siempre y cuando se requieran "otros equipos necesarios de emergencia" por imposiciones legales o por requerimientos del caso en particular deberá asegurarse asimismo para aquéllos, otro suministro dentro 15 s por la fuente de energía eléctrica de emergencia en caso de una desconexión de la red.

La potencia necesaria debe ser informada con antelación por los que efectuaron el montaje de esas partes de la instalación.

14.7.1.3. Dispositivos médico – técnicos

- a) Los dispositivos eléctricos para el suministro médico de gas, incluyendo aire comprimido, suministro de vacío y absorción de narcóticos, así como los dispositivos de control.
- b) Los aparatos electromédicos en las salas del grupo de aplicación 2, que sirven para intervenciones quirúrgicas o para acciones de interés vital.

Estos aparatos se deben poder alimentar dentro de los 15 s luego de la falla de la tensión en el centro de distribución del sistema IT, en forma automática desde un suministro adicional de energía eléctrica de emergencia durante un período de al menos una hora, cuando:

- Se lo requiera en disposiciones relativas a la legislación de edificación según el derecho territorial u otras imposiciones provenientes de autoridades, o
- El suministro de energía se realice de manera redundante a través de dos líneas desde el centro de distribución principal del edificio, de acuerdo al punto 14.4.5 a) y b).

NOTA 1: Por motivos técnicos y económicos puede ser recomendable, para la ampliación, modificación o reforma de instalaciones eléctricas para las salas del grupo de aplicación 2, alimentar a los aparatos electromédicos en caso de una falla de la tensión de la red en la barra IT desde un suministro adicional de energía de emergencia.

NOTA 2: En las salas para prematuros y para pacientes agudos puede requerirse seguir alimentando dentro de los 0.5 s o menos, en caso de una falla de la tensión de la red, otros aparatos además de las luminarias de salas de operaciones, por ejemplo los aparatos de respiración artificial y de control (véase las Figuras 14 y 15).

Entre estos equipos se cuentan todos los aparatos en las salas del grupo de aplicación 2 (salvo las luminarias scialíticas para operaciones y las luminarias similares tratadas en el punto 14.7.3), cuya alimentación eléctrica permanente es de vital importancia en caso de intervenciones quirúrgicas o acciones médicas.

El área y la demanda de potencia de estos equipos dependen, en cada caso, de la utilización médica de la sala, y deben ser informados con antelación por el operador / usuario del local.

El período de alimentación de por lo menos 1 hora desde el suministro de energía de emergencia adicional se refiere a la demanda de potencia total de los equipos que se necesitan, conforme a la utilización prevista. Un período de alimentación más prolongado que 1 hora, por ejemplo 3 horas para las luminarias scialíticas para operaciones, puede ser requerido específicamente según el uso. La decisión sobre este tema recae sobre el operador / usuario del local, que debe definir el tiempo de alimentación con energía de respaldo de emergencia.

- c) Restantes aparatos de uso en las salas del grupo de aplicación 2.

14.7.2. Suministro de energía eléctrica de emergencia con un tiempo de conmutación de más de 15 s

Después del funcionamiento seguro de los equipos mencionados en el punto 14.7.1, el suministro de energía eléctrica para otros dispositivos indispensables para el mantenimiento del servicio del hospital debe tomarse de la fuente de energía de emergencia por un período de 24 horas.

El tiempo de conmutación correspondiente se rige de acuerdo con las necesidades de servicio. Entre estos dispositivos pueden contarse, por ejemplo:

- a) Equipos de esterilización,
- b) Instalaciones domésticas, en especial las instalaciones de calefacción, ventilación (sin equipos frigoríficos), suministro y eliminación de residuos,
- c) Equipos de refrigeración,
- d) Equipos de cocción,
- e) Equipos de carga para acumuladores,
- f) Otros ascensores,
- g) Otros equipos importantes para el mantenimiento del servicio del hospital.

“El funcionamiento seguro” implica el respeto de los valores límites de tensión y frecuencia exigidos en el punto 14.7.4, luego de la toma total de la potencia de todos los equipos y aparatos consumidores, conforme al punto 14.7.1. Los valores de las potencias de los equipos médicos a seguir alimentando y de las instalaciones técnicas domiciliarias deben ser informados con antelación por el operador / usuario del local.

La conexión de la potencia total puede hacer necesaria una toma por intermedio de una fuente de energía de emergencia en etapas. Pudiendo realizarse en forma automática o manual.

14.7.3. Suministro de energía eléctrica de emergencia con un tiempo de conmutación de hasta 0.5 s

Las luminarias para operaciones (scialíticas) y las luminarias similares se deben poder seguir alimentando en forma automática, adicionalmente al suministro de energía de emergencia según el punto 14.7.1, desde un suministro adicional de energía de emergencia con un tiempo de conmutación de hasta 0.5 s, cuando la tensión de entrada descienda en más del 10 % de la tensión nominal.

Para el dispositivo de conmutación rigen los requisitos según el punto 14.7.8.

La fuente de energía de emergencia debe estar dimensionada para un suministro de 3 horas.

Pero puede estar dimensionada para 1 hora como mínimo, cuando otra fuente de energía de emergencia independiente asegura la duración mínima de funcionamiento de las lámparas para operaciones de 3 horas en total.

El control de la tensión y la conmutación a una segunda alimentación independiente de la luminaria scialítica para operaciones, se realiza con el equipo de alimentación 230/24 V, o con un dispositivo descentralizado de conmutación.

La mínima duración de funcionamiento requerida para la luminaria scialítica para operaciones de 3 horas debe quedar asegurada por los dos tipos de suministro, suministro de energía eléctrica de emergencia y suministro de energía eléctrica de emergencia adicional.

La alimentación por medio del suministro de energía de emergencia adicional se hace posible por:

- Un suministro de energía de emergencia adicional directamente asignado a la luminaria scialítica para operaciones, con una duración mínima de funcionamiento de 3 horas (véase el ejemplo de las Figuras 12 y 13).
- Un suministro de energía de emergencia adicional con una duración mínima de funcionamiento de 3 horas, alimenta directamente a varias luminarias scialíticas para operaciones.
- Un suministro de energía de emergencia adicional central que alimente a todas las luminarias scialíticas para operaciones, asignadas por lo menos durante 3 horas, y a otros equipos de vital importancia (véase el punto 14.7.1.3 b), durante 1 hora como mínimo (véase el ejemplo de las Figuras 14 y 15).
- Otra fuente de energía eléctrica

“independiente”; por ejemplo, como combinación de un suministro de energía de emergencia adicional directamente asignado a la luminaria scialítica para operaciones durante un funcionamiento de 1 hora, con un tiempo de conmutación de 0.5 s, y un suministro de energía de emergencia adicional central con un tiempo de conmutación de 15 s, u otro grupo electrógeno independiente como fuente de energía de emergencia, que toma el restante tiempo de alimentación hasta completar las 3 horas preestablecidas.

14.7.4. Requisitos generales para las fuentes de energía eléctrica de emergencia

Las fuentes de energía permitidas para el suministro de energía eléctrica de emergencia serán:

- Generadores cuyas máquinas de impulsión, no dependan de la red de suministro general.
- Una alimentación adicional como alimentación de energía general, que sea independiente de la alimentación de la red (motogeneradores, UPS)
- Acumuladores eléctricos de tipo estacionario (que no sean para uso de arranque en automóviles).

Debido a los exigentes requisitos específicos según la aplicación, en la práctica se utilizan en los hospitales acumuladores – baterías, con o sin onduladores y generadores sincrónicos con motores convencionales de combustión interna como máquina motriz.

También se admiten otras máquinas motrices y generadores, cuando todos los requisitos de las normas para los grupos electrógenos se cumplen de manera equivalente. Como alternativa se ofrecen, en este caso, las centrales modulares que generan energía y calor en forma combinada, entre otras. Para la evaluación especializada de la equivalencia de otros dispositivos con los grupos electrógenos descritos en la presente capítulo, rigen los siguientes criterios:

- **Disponibilidad:**

Deben respetarse al menos

- Igual seguridad de arranque, por ejemplo en caso de la operación de puesta en marcha
- Igual capacidad de toma de potencia
- Permanente disponibilidad ilimitada como fuente de energía eléctrica de los consumidores del suministro de energía eléctrica de emergencia.

- **Calidad de la tensión:**

Deben respetarse al menos

- Igual calidad de tensión y frecuencia en funcionamiento estático y dinámico en caso de carga desequilibrada
- Igual grado de supresión de interferencias y contenido de armónicas.

- **Duración segura de funcionamiento:**

Debe respetarse el seguro abastecimiento independiente de combustible de la máquina motriz, al menos para los consumidores del suministro de energía de emergencia teniendo en cuenta la duración del funcionamiento nominal predeterminado en las normas.

- **Condiciones controladas de funcionamiento:**

Debe respetarse la refrigeración segura de la máquina motriz o bien a evacuación del calor generado / irradiado por los equipos independientes, que se hallan en permanente disposición y que trabajan en forma autárquica.

La evaluación de hasta qué punto una central modular que genera energía y calor en forma combinada, cumple en suma, estos criterios selectivos y luego es admisible como fuente de energía eléctrica para alimentar a los

consumidores del suministro de energía de emergencia, debe efectuarse a través del ensayo especializado para el caso en particular.

Para fuentes de energía eléctrica de emergencia - particularmente para aquéllas con motores convencionales de combustión interna - rige la necesidad de su mantenimiento.

Cuando debe ponerse fuera de funcionamiento a una fuente de energía eléctrica de emergencia con fines de mantenimiento, otra fuente de energía eléctrica de emergencia debe tomar el suministro, cuando sea necesario por motivos médicos o de seguridad.

Pero, en general, esto no debe preverse en firme, sino que alcanza, más bien, con fuentes móviles de energía eléctrica de reserva, por ejemplo, las unidades de los servicios de bomberos. Debe preverse la correspondiente conexión.

Una fuente de energía de emergencia debe tomar el suministro automáticamente, cuando la tensión en el centro de distribución principal del edificio del suministro general de energía haya descendido en más de 10 % de la tensión nominal en uno o varios conductores de fase.

La toma del suministro debe realizarse con un tiempo determinado, estableciendo la interrupción de corta duración, respetando el tiempo de conmutación admisible.

Las fuentes de energía eléctrica de emergencia deben ser dimensionadas de forma tal que puedan tomar al menos el 80 % de la potencia prevista para los consumidores en 15 s.

El restante 20 % de la potencia de los consumidores se debe poder tomar a más tardar después de otros 5 s.

Aquí no deben presentarse diferencias mayores al 10 % de la tensión nominal y 5 Hz de la frecuencia nominal de la fuente de energía eléctrica de emergencia. Como potencia de los aparatos y equipos consumidores vale la suma de potencias de los mismos, a alimentar desde el suministro de energía de emergencia, teniendo en cuenta el factor de simultaneidad total.

En los tipos de motores de accionamiento de grupos electrógenos, que predominan actualmente para mayores potencias, puede ser necesario conectar en forma diferida la carga de los consumidores en etapas definidas, a fin de evitar oscilaciones de carga en el grupo electrógeno.

Al determinar la potencia del grupo electrógeno debe partirse de la base de que los equipos y aparatos consumidores, para los cuales se requiere un suministro de energía de emergencia dentro de los 15 s, deben subdividirse en 2 etapas de carga como máximo.

Si condicionada por la elección del motor de accionamiento, se requiere una conexión de la carga de los consumidores en etapas de carga, debe tenerse en cuenta al construir la instalación la formación de los grupos de equipos y aparatos consumidores que se conectan a través de temporizadores.

La corriente nominal de las fuentes de energía eléctrica de emergencia adicional debe ser por lo menos igual a la suma de las potencias de los transformadores separadores más 10 veces la suma de las corrientes en vacío de todos los transformadores separadores conectados en el sistema IT.

Este requisito significa, por ejemplo, para las fuentes de energía de emergencia del suministro de energía adicional, que su potencia nominal debe equivaler por lo menos al 30% más de la potencia nominal de todos los transformadores conectados a la red IT, cuando de acuerdo al punto 14.4.5 f) su corriente en vacío es del 3%.

Las fuentes de energía eléctrica de emergencia con salida trifásica deben estar en condiciones de tomar una carga de fases asimétrica (carga desequilibrada). Las fuentes de energía eléctrica de emergencia con una potencia nominal de hasta 300 kVA deben poder tomar una carga desequilibrada del 100 % de la corriente nominal de fase en caso de una carga monofásica (esto equivale al 33 % de la potencia nominal de la fuente de energía eléctrica).

Las fuentes de energía eléctrica de emergencia con una potencia nominal mayor deben poder tomar una carga desequilibrada de al menos el 45 % de la corriente de fase usual (esto equivale, por lo menos, al 15 % de la potencia nominal de la fuente de energía eléctrica).

Se puede justificar el límite de la potencia de 300 kVA, ya que no puede partirse del hecho de que con una fuente de energía eléctrica trifásica de esta magnitud de potencia, se pueda llegar en la práctica a semejante carga elevada tan desequilibrada, debiendo considerarse el abastecimiento de equipos y aparatos consumidores trifásicos, con una posible carga de fases, más uniforme.

Bajo condiciones de funcionamiento constante, la diferencia de la tensión nominal en los bornes de salida de la fuente de energía eléctrica de emergencia, no debe ser mayor al 1 % y de la frecuencia nominal, no mayor a 1 Hz.

En el caso de equipos y aparatos consumidores con una relación lineal de corriente - tensión hasta la potencia nominal, el contenido de armónicas en los bornes de salida de la fuente de energía de emergencia no debe ser mayor al 5 % en condiciones nominales. Esto es válido tanto para la tensión de línea, como para la tensión de fase.

Los dispositivos de control de la fuente de energía eléctrica de emergencia deben posibilitar -siempre y cuando sean aplicables, los siguientes estados de funcionamiento:

- Funcionamiento automático;
- Funcionamiento de prueba para controlar todos los procesos que se desarrollan en forma automática; de haber una falla de la red durante la prueba, la toma de la carga debe tener lugar automáticamente en todos los casos;
- Accionamientos manuales para:
 - "Marcha",
 - "Parada",

"Fuente de energía de emergencia conectar / desconectar (On / Off)", "Red conectada / desconectada"

- Bloqueo de todo funcionamiento, por ejemplo, para trabajos de mantenimiento;
- Parada de emergencia.

Las fuentes de energía de emergencia deben tener los siguientes dispositivos de medición y control:

- Voltímetros y amperímetros en cada conductor de fase;
- Frecuencímetros en fuentes de energía eléctrica de emergencia con salida de corriente alterna;
- Control del circuito de carga de las baterías.

Los siguientes estados, deben indicarse ópticamente:

- Funcionamiento de la red;
- Funcionamiento de las fuentes de energía eléctrica de emergencia;
- Perturbación de la fuente de energía eléctrica de emergencia;
- Funcionamiento de prueba. Debe ser posible la retransmisión de estas señales.

La señal de "Perturbación de la fuente de energía eléctrica de emergencia" debe aparecer, además, en forma óptica y acústica en un lugar apropiado. La señal acústica debe ser cancelable.

Se debe poder verificar el funcionamiento de las lámparas testigo mediante un sistema de prueba de lámparas.

Por lámparas testigos se entienden todos los dispositivos ópticos de indicación, por ejemplo, los LED y elementos eléctricos similares.

Prever un watímetro para la fuente de energía eléctrica de emergencia, que indique tanto la potencia en caso de alimentación desde la red, como también desde la fuente de energía eléctrica de emergencia.

Los dispositivos de maniobra y control enumerados para la fuente de energía eléctrica de emergencia configuran el equipamiento mínimo indispensable.

Deben ser aplicados, conforme a su importancia, a los diversos tipos de suministro de energía eléctrica de emergencia y al suministro de energía eléctrica de emergencia adicional en forma adecuada.

14.7.5. Requisitos adicionales para los grupos electrógenos con motores convencionales de combustión interna como fuente de energía eléctrica de emergencia

La fuente de energía eléctrica de emergencia deberá estar equipada fundamentalmente con un dispositivo de sincronización de corta duración (sincronización superpuesta), el cual posibilite un funcionamiento paralelo con la red limitado temporalmente. Únicamente este dispositivo admite un funcionamiento de prueba del grupo electrógeno sin una perturbación en los equipos técnicos sensibles, siempre que la empresa distribuidora de energía permita operaciones de sincronización.

14.7.6. Requisitos adicionales en instalaciones asistidas por baterías con o sin onduladores como fuente de energía eléctrica de emergencia

Pueden utilizarse únicamente acumuladores de plomo con placas positivas de grandes superficies o con placas positivas reforzadas (acorzadas), así como acumuladores de níquel - cadmio, o bien acumuladores, cuyas placas al menos sean equivalentes; de acuerdo con su vida útil, a las recién mencionadas.

No son admisibles las baterías de arranque de uso en vehículos.

Pueden considerarse equivalentes aquellos acumuladores que respondan a una norma de construcción, que estén probados en sus partes y para los cuales pueda comprobarse una vida útil mínima de 10 años con al menos 1000 ciclos de carga / descarga.

Se debe poder operar una instalación asistida por baterías desde el régimen de carga por flotación, por lo menos por un período de 3 horas con potencia nominal - en el caso de corriente alterna o trifásica, con una potencia nominal a $\cos \varphi = 0.8$ (inductiva).

Debe estar dimensionada para el período de 1 h, cuando otra fuente de energía eléctrica de emergencia independiente asegure la duración mínima de servicio de 3 horas.

La batería debe posibilitar nuevamente la misma extracción, después de un tiempo máximo de carga de 6 horas. Estas condiciones deberán ser válidas a la temperatura ambiente correspondiente a la localidad donde se encuentra ubicada la instalación. La duración mínima del servicio a los consumidores del suministro de energía eléctrica de emergencia está especificada en los puntos 14.7.1 a 14.7.3.

La reducción de la mínima duración del servicio de las baterías de acumuladores de un "suministro de energía eléctrica de emergencia adicional" a 1 hora es admisible cuando se alimentan únicamente los equipos electromédicos según el punto 14.7.1.3 b), para los cuales no se requiere un tiempo de abastecimiento más prolongado.

Al alimentar las luminarias (scialíticas) para operaciones desde un suministro de energía eléctrica de emergencia adicional, también debe aplicarse, tal como se aclaró en el punto 14.7.3, una combinación compuesta de una unidad de suministro de 1 hora y otra unidad de suministro independiente para el tiempo restante. El perfecto estado de carga de los acumuladores debe quedar asegurado entre la carga a fondo y la carga de flotación automática.

La caída de tensión en la línea de carga / descarga, entre la batería y el convertidor de frecuencia / inversor, no debe superar con corriente nominal, el 1% de la tensión nominal.

14.7.7. Requisitos adicionales para el suministro de energía eléctrica de las luminarias para áreas de operaciones (scialíticas)

Si se alimentan luminarias (scialíticas) para operaciones o luminarias similares, la tensión debe poder adaptarse en $\pm 5\%$ de la tensión nominal en escalones de 2%, a fin de compensar las caídas de tensión dependientes de la instalación.

Para los casos de variaciones de la potencia en un 100% de la potencia nominal, deben mantenerse los valores límites admisibles de las discrepancias de la tensión nominal de salida, después de 0.5 s.

Por medio de la adaptación de la tensión, deben compensarse las caídas de tensión en la línea de alimentación de las luminarias (scialíticas) para operaciones.

Esta adaptación se lleva a cabo adecuadamente con el equipo de alimentación de 230/24 V.

En el caso del funcionamiento en tensión alterna, la adaptación se realiza por derivaciones fijas en el transformador, en el caso del funcionamiento en tensión continua, se realiza ajustando el potenciómetro.

Esto se efectuará en cada salida individual en el equipo de alimentación.

La fuente de energía eléctrica de emergencia debe satisfacer los requisitos para la estabilidad de la tensión en caso de modificaciones de la potencia demandada.

14.7.8. Dispositivos automáticos de conmutación

Para los dispositivos automáticos de conmutación, son válidos los siguientes requisitos:

Para el control de la tensión de la alimentación preferencial se requiere un dispositivo para controlar todos los conductores de las fases.

Los aparatos de conmutación en las dos alimentaciones independientes deben diseñarse para la máxima potencia de cortocircuito que pueda presentarse, o deben protegerse por medio de dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

En el caso de contactores, debe adoptarse la categoría de utilización AC3 para la capacidad nominal de conmutación, y el requisito "libre de soldaduras entre contactos" para la protección contra cortocircuitos.

No son admisibles los contactores con semiconductores.

Los aparatos de conmutación en las dos alimentaciones independientes deben estar enclavados.

- La conmutación de retorno a la alimentación preferencial en caso de regreso de la tensión se debe realizar en forma automática.
- Para los circuitos de mando del dispositivo de conmutación rigen los requisitos según el punto 14.7.9.

Se controlará que la segunda alimentación esté disponible para el servicio.

NOTA: tanto la conmutación hacia la red de emergencia como el retorno desde emergencia a la normal deben poder ser temporizadas en el orden de los milisegundos la primera y de los segundos el retorno; a fin de evitar la conmutación ante cortes de corta duración y producir el retorno o efectuar la conmutación a la alimentación normal esperando que esta haya retornado en forma estable y segura.

Esto no rige para las fuentes de energía eléctrica de emergencia listas para el servicio, por ejemplo, los grupos electrógenos.

- A fin de ensayar el funcionamiento del dispositivo de conmutación (simulación de desconexión de la red), se preverá un botón de mando de prueba.
- Debe prohibirse el acceso a personas no autorizadas al mismo.
- Se indicará visualmente el estado de operación del dispositivo de conmutación.
- Debe alertarse sobre el estado de perturbación al personal técnico de servicio con una señal acústica cancelable y otra visual sobre los estados de perturbación.
- La indicación "Conmutación a la segunda alimentación" del tablero de distribución para las salas del grupo de aplicación 2, debe efectuarse de manera tal que pueda ser percibida también por el personal médico del sector en cuestión para las prevenciones del caso.

14.7.9. Circuitos de mando (tensiones auxiliares)

Instalar los circuitos de mando de los dispositivos de conmutación automáticos para la conmutación de alimentaciones redundantes según el punto 14.7.8, de manera tal que una sola falla, con cuya aparición se debe contar, no conduzca a la desconexión de ambas alimentaciones.

NOTA: Tales fallas son, por ejemplo: desconexión de la tensión de mando, por accionamiento de un dispositivo de protección, contacto a masa o a tierra, o corte de fase en el circuito de mando.

14.7.10. Requisitos especiales para la red de distribución del suministro de energía eléctrica de emergencia

- a) Los cables o las líneas entre la fuente de energía eléctrica de emergencia y el primer dispositivo de protección contra sobrecorrientes, así como entre la batería y el cargador, deben estar tendidos a prueba de cortocircuitos y de contactos accidentales a tierra. No deben hallarse cerca de materiales inflamables

b) A partir del tablero de distribución principal del suministro de energía eléctrica de emergencia se requiere una red de distribución propia para abastecer a los dispositivos necesarios según los puntos 14.7.1 a 14.7.3, que debe llevarse separadamente del suministro general de energía eléctrica.

c) Si una fuente de energía eléctrica de emergencia debe alimentar, más allá de los dispositivos esenciales, a todos los equipamientos eléctricos de un edificio (suministro completo), se requieren dos alimentaciones independientes desde la conmutación de la red hasta el tablero de distribución principal del edificio

Es decir, que a partir del tablero de distribución se requiere una red de distribución principal y otra para los dispositivos de emergencia esenciales según los puntos 14.7.1 a 14.7.3.

d) En todos los circuitos del suministro de energía eléctrica de emergencia deben seleccionarse los valores característicos de las fuentes y de los dispositivos de protección, así como las secciones de los conductores, de manera tal que la corriente de cortocircuito más pequeña que circula en caso de un cortocircuito en cualquier lugar de la instalación, tanto al alimentar desde el suministro general de energía eléctrica, como desde la fuente de energía eléctrica de emergencia, se desconecten dentro de los 5 s. El dispositivo de protección conectado antes de la falla debe activarse selectivamente con respecto a los dispositivos de protección antepuestos.

En los circuitos, para los cuales se requieren tiempos de desconexión menores de 5 s para proteger los cables y líneas de un calentamiento excesivo o, para proteger en caso de contacto indirecto, la activación selectiva deberá efectuarse dentro de ese tiempo más corto. El cumplimiento de estos requisitos rige independientemente de la forma de la red, de la medida de la protección, y persiguiendo dos finalidades de protección:

1. Asegurar el funcionamiento del suministro de energía eléctrica de emergencia, incluso en el caso de una falla eléctrica, por la rápida desconexión selectiva únicamente del circuito defectuoso en cuestión, y evitar las caídas peligrosas de la tensión en las partes de la instalación no afectadas.

2. Desconectar el cortocircuito para evitar el calentamiento excesivo y el consecuente peligro de incendio en la instalación. Se requiere para tal fin:

- Cálculo de las corrientes de cortocircuito tripolares y unipolares posibles en todos los circuitos de distribución y de los aparatos y equipos, tanto en caso de funcionamiento desde la red general, como en caso de funcionamiento desde la fuente de energía eléctrica de emergencia.

- Determinación de la desconexión automática en el tiempo prefijado por comparación de las curvas características de disparo de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes con las corrientes de cortocircuito posibles.

Determinación de la desconexión selectiva por comparación de las curvas características de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes colocados en serie, sobre la base de las corrientes de cortocircuito posibles.

e) En caso de disminuir la tensión de uno o varios conductores de fase de la red general en más del 10% de la tensión nominal en el centro de distribución principal de la instalación central del suministro de energía, el arranque de la fuente de energía eléctrica de emergencia debe efectuarse a través de los dispositivos correspondientes y, a través de un dispositivo de conmutación según el punto 14.7.8, debe conmutarse automáticamente a la alimentación del suministro de energía eléctrica de emergencia, desde la fuente de energía de emergencia (véase la Figura 16).

En el caso de un corte de tensión de uno o varios conductores de fase del suministro general de energía eléctrica en el tablero de distribución principal del edificio, la alimentación del tablero de distribución principal del edificio del suministro de energía eléctrica de emergencia debe conmutarse automáticamente a la línea de alimentación del suministro de energía eléctrica de emergencia, a través de un dispositivo de conmutación según el punto 14.7.8 (véase la Figura 16).

El control de la tensión se realiza sobre la barra colectora del tablero de distribución principal central del suministro general de energía eléctrica.

Como criterio de accionamiento para los relés de control de la tensión rige: "tensión existente ó tensión no existente".

Los aparatos de conmutación de la alimentación del tablero de distribución principal central del suministro de energía eléctrica de emergencia deben disponerse en el tablero de distribución principal del edificio, a fin de alcanzar un simple enclavamiento de los aparatos de conmutación dependientes entre sí sin largas conexiones de cables y un permanente control de la tensión en los cables de alimentación (véase la Figura 16).

Colocar los cables del suministro general de energía eléctrica y aquéllos del suministro de energía eléctrica de emergencia en tendidos separados con una distancia mínima de 2 m, al tenderlos en el terreno.

En la zona próxima a la entrada del edificio, la distancia de los cables cuando está prevista una protección mecánica especial contra daños no debe ser inferior en todos los casos a los 2 m. En el caso de tender los cables fuera del terreno, por ejemplo en un canal para cables, el cable del suministro de energía eléctrica de emergencia puede ser llevado por el mismo trazado (canal para cables) que el cable del suministro general de energía eléctrica,

cuando está protegido del efecto exterior de un incendio, mediante canalizaciones especiales o equipamiento contra fuego de forma que siga siendo funcional para un lapso de al menos 90 minutos en caso de incendio.

- f) En cables o conductores multipolares para la alimentación de emergencia, solo está permitido el tendido de un solo circuito de corriente.

La reunión de múltiples circuitos principales en un cable o conductor no esta permitido.

- g) Se deberá instalar en forma separada entre sí, las dos líneas de alimentación, para abastecer a los tableros de distribución de las salas del grupo de aplicación 2.

Por lo menos una de las líneas debe estar protegida por su tipo de construcción o por su revestimiento, de manera que siga siendo funcional durante 90 minutos en el caso de la acción externa de un incendio.

La protección contra efectos de incendios se efectuará preferentemente para el alimentador de energía del suministro adicional de energía de emergencia.

14.8. RECOMENDACIONES SOBRE LAS MEDIDAS A TOMAR CONTRA LA INFLUENCIA EN EQUIPOS DE MEDICIÓN ELECTROMÉDICOS POR LA ACCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE POTENCIA

Los campos eléctricos o magnéticos originados en instalaciones eléctricas de potencia pueden perturbar los equipos de medición médicos, en especial aquéllos con tensiones de acción sobre el organismo, hasta su incapacidad funcional.

Las medidas descritas a continuación son apropiadas como protección contra perturbaciones provocadas por instalaciones eléctricas de potencia en la cercanía de las salas para uso médico.

Su aplicación posibilita el funcionamiento normativo de los equipos de medición médicos.

No son suficientes contra las perturbaciones generadas por fuentes de alta frecuencia de cualquier tipo para la técnica en comunicaciones o la terapia. Las medidas contra estas perturbaciones no son objeto de esta recomendación de instalación.

14.8.1. Aplicación de las medidas

En las salas y en la cercanía de aquellas salas en las cuales se lleven a cabo, conforme a las disposiciones, las mediciones de las tensiones de acción sobre el organismo, por ejemplo electro encefalograma, electro cardiograma o electromiograma, deberán aplicarse las medidas indicadas de aquí en más para el punto 14.8.2 y el punto 14.8.3, cuando se pueda contar, según las condiciones del lugar con la presencia de perturbaciones.

Dado el caso, puede ser necesario ejecutar estas medidas posteriormente, a fin de acondicionar la utilización en forma normativa.

NOTA: Entre las salas que deben ser protegidas de las perturbaciones, se cuentan especialmente

- Salas de electro encefalograma, salas de electro cardiograma y salas de electromiograma en hospitales,
- Salas de examen intensivo,
- Salas de cuidados intensivos,
- Salas para cateterismo cardíaco,
- Salas de operaciones.

14.8.2. Medidas contra las perturbaciones producidas por campos eléctricos

14.8.2.1. Los cables y las líneas de la instalación eléctrica de potencia deben tenderse con vainas conductoras que eliminen interferencias. Esta medida debe llevarse a cabo en todos los cables y líneas que estén tendidos en la sala a proteger, en sus paredes, cielorraso y suelo, así como en las caras exteriores a las mismas.

14.8.2.2. Las vainas conductoras de los cables y líneas (por ejemplo, líneas que eliminen interferencias con una camisa metálica, tubo con blindaje de acero o tubos y canales similares de instalación) deben conectarse entre sí y con el conductor de igualación de potencial para que logren una buena conducción (puntos soldados, puentes de alambre con soldaduras superpuestas).

En este caso, los blindajes (por ejemplo, la vaina metálica de las líneas que eliminan interferencias, o bien el tubo con blindaje de acero) no deben formar uniones anulares cerradas (mallas), es decir conducción en un solo extremo.

14.8.2.3. Las medidas según los puntos 14.8.2.1 y 14.8.2.2 no tienen lugar cuando los equipos a ser protegidos se protegen de las perturbaciones eficazmente de otra manera.

Esto puede suceder colocando un tejido antiparasitario o una lámina metálica en el piso, el cielorraso o las paredes de las salas a desparasitar.

Colocar este blindaje aislado de tuberías y partes conductoras del edificio, etc., y conectarlo con la barra colectora de igualación de potenciales por medio de un conductor propio de igualación de potencial.

14.8.2.4. Los aparatos y equipos eléctricos conectados en forma fija.

14.8.3. Medidas contra las perturbaciones producidas por los campos magnéticos a la frecuencia de la red

En el lugar donde se encuentra el paciente, la inducción a 50 Hz no debe superar los siguientes valores:

$B_{ss} = 0.2 \mu$ tesla para electro encefalograma.

$B_{ss} = 0.2 \mu$ tesla para electro cardiograma.

NOTA 1: Para el ensayo sirve, por ejemplo, un electrocardiógrafo, cuyos conductores para los pacientes se conectan a una bobina de ensayo según la figura 17.

Con una sensibilidad del electrocardiógrafo de 10 mm/mV, el pico de la perturbación registrado no debe sobrepasar los 2 mm en el electroencefalograma, ni los 4 mm en el electrocardiograma. En el ensayo, girar la bobina en todas las ubicaciones posibles. El pico de la perturbación más alto registrado servirá de referencia.

NOTA 2: Por lo general, estos valores límites no se superan, cuando entre las partes de las instalaciones y los equipos eléctricos, que pueden desencadenar perturbaciones magnéticas, y los lugares previstos para examinar a los pacientes, se respetan las siguientes distancias en todas las direcciones:

- a) Al utilizar una luminaria con un balasto (bobina de reactancia), por lo general son suficientes 0.75 m.

Al utilizar varios balastos, pueden ser necesarias mayores distancias. Los balastos con mayores frecuencias de régimen, que no entran dentro del rango de transmisión de los equipos electromédicos, admiten distancias más pequeñas.

- b) Al utilizar preeminentemente equipos eléctricos inductivos de gran potencia, son suficientes, en líneas generales, 6 m de distancia. Estos equipos eléctricos son, por ejemplo:

- Transformadores de la instalación eléctrica de potencia, por ejemplo, de la red IT:
- Motores estacionarios - en especial, aquéllos de más de 3 kW.

- c) Entre los cables y líneas multifilares de la instalación eléctrica de potencia y los lugares de los pacientes a proteger:

Sección nominal del conductor (Cu)	Distancia mínima
10 a 70 mm ²	3 m
95 a 185 mm ²	6 m
> 185 mm ²	9 m

En el caso de cables y líneas unifilares, así como de sistemas de barras conductoras, pueden requerirse distancias mayores.

- d) Las distancias citadas en a) hasta c) pueden ser reducidas por medio de blindajes, magnéticos.

NOTA 3: En el caso de que en las cercanías del Hospital existan instalaciones de tracción eléctrica ferroviaria en corriente alternada, deberán considerar los problemas que pueden causar las corrientes inducidas y su correspondiente análisis de compatibilidad electromagnética.

En el caso de alimentación de instalaciones ferroviarias o tranviarias con corriente continua, en las cercanías del hospital, se deberá considerar la influencia de la acción de las corrientes vagabundas sobre las instalaciones hospitalarias especialmente en las salas del grupo de aplicación 2.

14.9. EQUIPOS MÉDICOS FUERA DE LOS HOSPITALES

14.9.1. Consultorios de medicina humana y dental

a) Correspondencia de las salas con los grupos de aplicación

La correcta correspondencia de las salas con los grupos de aplicación resulta de las especificaciones de los puntos 14.3.1 a 14.3.3, en combinación con los ejemplos según la Tabla 40.

b) Para las medidas de protección en caso de contacto indirecto

En las salas del grupo de aplicación 0, aplicar las recomendaciones de los capítulos precedentes.

En las salas de grupo de aplicación 1 solo deben aplicarse las medidas de protección según el punto 14.6.3 de la presente normativa.

NOTA: Las salas que sirven para examinar o tratar a los pacientes en los consultorios privados de médicos para medicina humana o dental son, en líneas generales, salas del grupo de aplicación 1.

En las salas del grupo de aplicación 2, la medida de protección "Indicación por medio del aparato de control de la aislación en red IT" según el punto 14.6.3.3 debe aplicarse para los circuitos de las luminarias scialíticas para operaciones y para circuitos con tomacorrientes bipolares con contacto de protección, a los cuales se conectan aparatos electromédicos vitales, que no deben averiarse con el primer contacto a masa.

c) Igualación de potencial adicional.

En las salas de los grupos de aplicación 1 y 2 se requiere una igualación de potencial adicional, en la cual deben incluirse aquellas partes conductoras externas que pueda tocar el paciente y/o las personas que lo asisten durante el tratamiento o el examen con equipos electromédicos dependientes de la red.

d) Suministro de energía eléctrica de emergencia

En caso de perturbación en la red general, se deben poder seguir operando los siguientes equipos en las salas del grupo de aplicación 2 desde un suministro de energía eléctrica de emergencia apropiado durante al menos tres horas:

- Luminarias scialíticas y luminarias similares con un tiempo de conmutación de máx. 0.5 s.

- Equipos electromédicos vitales con un tiempo de conmutación de máx. 15s.

14.9.2. Suministro eléctrico a equipos para diálisis domiciliaria

Para alimentar regularmente a los equipos para diálisis domiciliaria en las habitaciones de viviendas, se requieren las medidas según lo expresado a continuación.

14.9.2.1. Medidas en la instalación eléctrica

- a) Prever un circuito propio que comience en el subcentro de distribución de la vivienda.
- b) El circuito se protege con un dispositivo de protección de corriente de fuga nominal $I_{\Delta n}$ de un máximo de 30 mA.

Probar el dispositivo de protección de corrientes de fuga accionando el dispositivo de ensayo cada 6 meses.

- c) Para conectar el equipo para diálisis domiciliaria, prever dispositivos de tomacorrientes que no se confundan con los restantes tomacorrientes.
- d) Se requiere una igualación de potencial adicional, en el cual deben incluirse todas las partes conductoras externas que el paciente y quienes lo asistan puedan tocar durante la diálisis.

14.9.2.2. Dispositivo de conexión entre el tomacorriente de la instalación de la vivienda y el equipo para diálisis

Conectar delante de los equipos para diálisis domiciliaria un dispositivo de conexión que satisfaga los requerimientos según la enumeración a) a f) siguiente:

- a) La vaina de material aislante del dispositivo de conexión debe satisfacer los requisitos para la aislación de protección.
- b) La línea de conexión debe ser bifilar sin conductor de protección.

c) Separar eléctricamente y en forma segura los lados de entrada y de salida del dispositivo de conexión por medio de un transformador separador. Se deberá prever limitación en la corriente de conexión

d) En el lado de salida, prever tomacorrientes que no puedan confundirse con los tomacorrientes de la instalación domiciliaria.

e) Entre los terminales de salida del transformador separador y los tomacorrientes en el lado de salida, prever:

- Todos los tomacorrientes con un dispositivo de protección propio contra corriente, de fuga de hasta $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, o
- Un monitor de aislación contra el conductor de igualación de potenciales sin conexión a tierra según f).

Al utilizar el monitor de aislación no se requiere una desconexión en la segunda falla, si con el aviso se hace una clara referencia de que la diálisis debe terminarse al activarse la indicación, pero se admite una nueva diálisis recién después de haber eliminado dicha falla.

f) Conectar los contactos de protección de los tomacorrientes en el lado de salida entre sí, por medio de un conductor de igualación de potenciales sin conexión a tierra, y aislado.

14.10. DOCUMENTACIÓN:

14.10.1. Planos, documentación e instrucciones para el uso

Para el manejo seguro se requiere la documentación de conexión especificada por el fabricante así como las instrucciones de manejo y mantenimiento. Éstos son, en particular:

- Esquemas generales de circuitos de la red de distribución del suministro general de energía eléctrica y del suministro de energía eléctrica de emergencia en representación unifilar.

Estos esquemas deben contener datos sobre la ubicación del subcentro de distribución en el edificio;

- Esquemas generales de circuitos de las instalaciones de conmutación y distribuidores en representación unifilar;
- Esquemas de instalación eléctrica;
- Esquema de los circuitos de mandos y funcionales;
- Instrucciones de manejo y mantenimiento de las fuentes de energía eléctrica de emergencia;
- Verificación por cálculo del cumplimiento de los requisitos de los puntos 14.6.2.2.2;
- Lista de los consumidores conectados en forma fija al suministro de energía eléctrica de emergencia con indicación de las corrientes nominales y, para consumidores motrices, de las corrientes de arranque;
- Libro de ensayos o protocolos con los resultados de todos los ensayos requeridos antes de a puesta en funcionamiento.

En todos los centros de distribución debe estar presente el correspondiente esquema general del circuito. En los esquemas generales de circuitos se debe poder reconocer:

- Tipo de corriente, tensión nominal;
- Cantidad y potencia de los transformadores y las fuentes de energía eléctrica de emergencia;
- Denominación de los circuitos, corriente nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes de los circuitos conectados;
- Secciones y materiales de los conductores.

14.11. ENSAYOS

14.11.1. Primeros ensayos

Los ensayos según la disposición siguiente de a) hasta n), brindan información sobre la seguridad eléctrica de la instalación conforme a los requisitos de este capítulo, así como sobre la función y el comportamiento de los dispositivos de seguridad, los que deben llevarse a cabo antes de la puesta en funcionamiento, como también luego de modificaciones o de reparaciones previas a una nueva puesta en funcionamiento.

- a) Ensayos correspondientes a las especificaciones.
 - b) Ensayo de funcionamiento de los dispositivos automáticos de conmutación según el punto 14.7.8.
 - c) Ensayo de funcionamiento de los dispositivos de control de la aislación de las redes IT y sus combinaciones de las indicaciones de alarma.
 - d) Ensayo de la correcta selección de los equipos eléctricos para respetar la selectividad del suministro de energía eléctrica de emergencia, respondiendo a la documentación de la planificación y el cálculo.
 - e) Mediciones para comprobar que las partes conductoras externas, detalladas en el punto 14.6.4.3 y en el punto 14.9.2.1 d) - siempre y cuando correspondan, estén incluidas en la igualación de potencial.
 - f) Medición de las tensiones según el punto 14.6.4.4 b) entre los contactos de protección de tomacorrientes, los cuerpos de aparatos y equipos conectados en forma fija, así como las partes conductoras externas que están presentes en las salas de los grupos de aplicación 2 y en las salas del grupo de aplicación 1, en las cuales se realizan exámenes con catéteres flotantes, dentro de un área de 1.50 m alrededor de la posición posible del paciente.
- Este ensayo debe llevarse a cabo en el momento en que la instalación eléctrica del edificio esté en servicio. La medición se realiza con un voltímetro para valores eficaces, cuya resistencia interna, por ejemplo por medio de una conexión externa, se calibra en 1 k Ω . El rango de frecuencias del voltímetro no debe sobrepasar 1 kHz.
- NOTA:** Esta medición no se requiere en aquellos edificios en los que se utiliza la forma de red sistema TN-S desde el centro de distribución principal.
- g) Ensayo de ventilación de la sala de instalación de fuentes de energía eléctrica de emergencia con baterías.
 - h) Ensayo de las baterías en lo que respecta a una capacidad suficiente.
 - i) Ensayo de funcionamiento del suministro de energía eléctrica de emergencia mediante la interrupción de la línea de alimentación de la red en el centro de distribución; de los consumidores a abastecer.
 - j) Ensayo de las salas para montaje de grupos electrógenos del suministro de energía eléctrica de emergencia en lo que respecta a protección contra incendios, posible inundación, ventilación, evacuación de gases de escape, equipamientos y dispositivos auxiliares y determinación del nivel de sonorización.
 - k) Verificación del dimensionamiento del grupo electrógeno, teniendo en cuenta la carga permanente y las corrientes de arranque que, eventualmente, pudieran presentarse (por ejemplo, en el caso de motores de ventiladores, bombas o ascensores).
 - l) Ensayo de los dispositivos de protección de las unidades; aquí corresponde, en especial, la regulación de la selectividad de los dispositivos de protección de acuerdo con los lineamientos del proyecto eléctrico.

m) Ensayos de funcionamiento del suministro de energía eléctrica de emergencia con motores de combustión interna, compuestos por el ensayo de comportamiento de arranque, funcionamiento de los dispositivos auxiliares, los dispositivos de conmutación y regulación, la realización de un registro de carga con carga nominal, así como el ensayo de comportamiento de marcha en la operación de la unidad.

Tener en cuenta en forma particular las diferencias dinámicas de tensión y frecuencia.

n) Ensayo del cumplimiento de los requisitos de protección contra incendios según el capítulo 13 instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión de esta norma.

14.11.2. Ensayos periódicos

14.11.2.1. Ensayar periódicamente las instalaciones eléctricas estableciéndose un periodo de ensayo para locales o instalaciones eléctricas en ambientes hospitalarios de un año como máximo.

14.11.2.2. Realizar los ensayos según la enumeración a) hasta h) adicionalmente a los ensayos según el punto 14.11.2.1:

- a) Ensayo de los dispositivos de protección de corrientes de fuga y los dispositivos de control de la aislación por medio del accionamiento del dispositivo de ensayo por lo menos cada 6 meses por un especialista en electricidad o una persona instruida en técnica eléctrica.
- b) Medición de la resistencia de aislación de los circuitos de las luminarias scialíticas para intervenciones quirúrgicas, operadas con baja tensión funcional sin un dispositivo de control de la aislación, por lo menos cada 6 meses por un especialista eléctrico.
- c) Ensayo mensual del funcionamiento del suministro de energía eléctrica de emergencia para comprobar:

- El comportamiento de arranque,
- La toma requerida de la carga,
- los dispositivos de conmutación, regulación y auxiliares

d) Realizar el ensayo de funcionamiento del comportamiento de la carga del suministro de energía eléctrica de emergencia en forma mensual con al menos el 50% de la potencia nominal para un período de servicio de:

- 15 minutos para fuentes de energía eléctrica de emergencia con baterías,
- 60 minutos para fuentes de energía eléctrica de emergencia con motor de combustión interna.

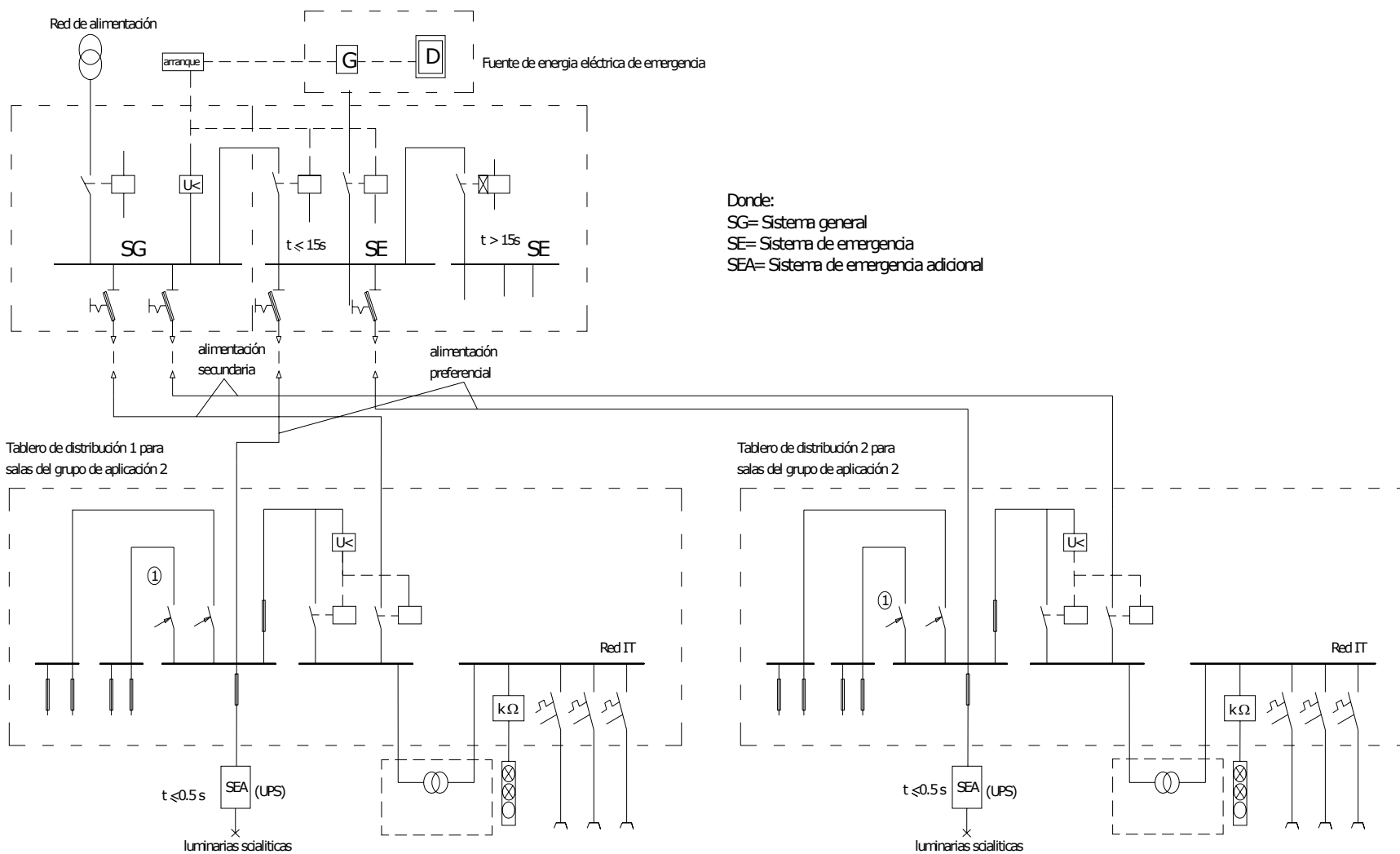
Este ensayo de funcionamiento puede quedar sin efecto en caso de fuentes de energía eléctrica en servicio continuo.

- e) Ensayo de conmutación de la red y de los dispositivos automáticos de conmutación en los centros de distribución para las salas del grupo de aplicación 2 cada 6 meses.
- f) Medición anual de las tensiones según el punto 14.6.4.4 b), siempre y cuando corresponda.

- g) Ensayo de las baterías con respecto a su suficiente capacidad una vez por año, fuera de los tiempos de uso del sistema de baterías.
- h) Ensayo anual para ver si las potencias de las fuentes de energía eléctrica de emergencia aún responden a la demanda requerida de potencia de los aparatos y equipos a abastecer.

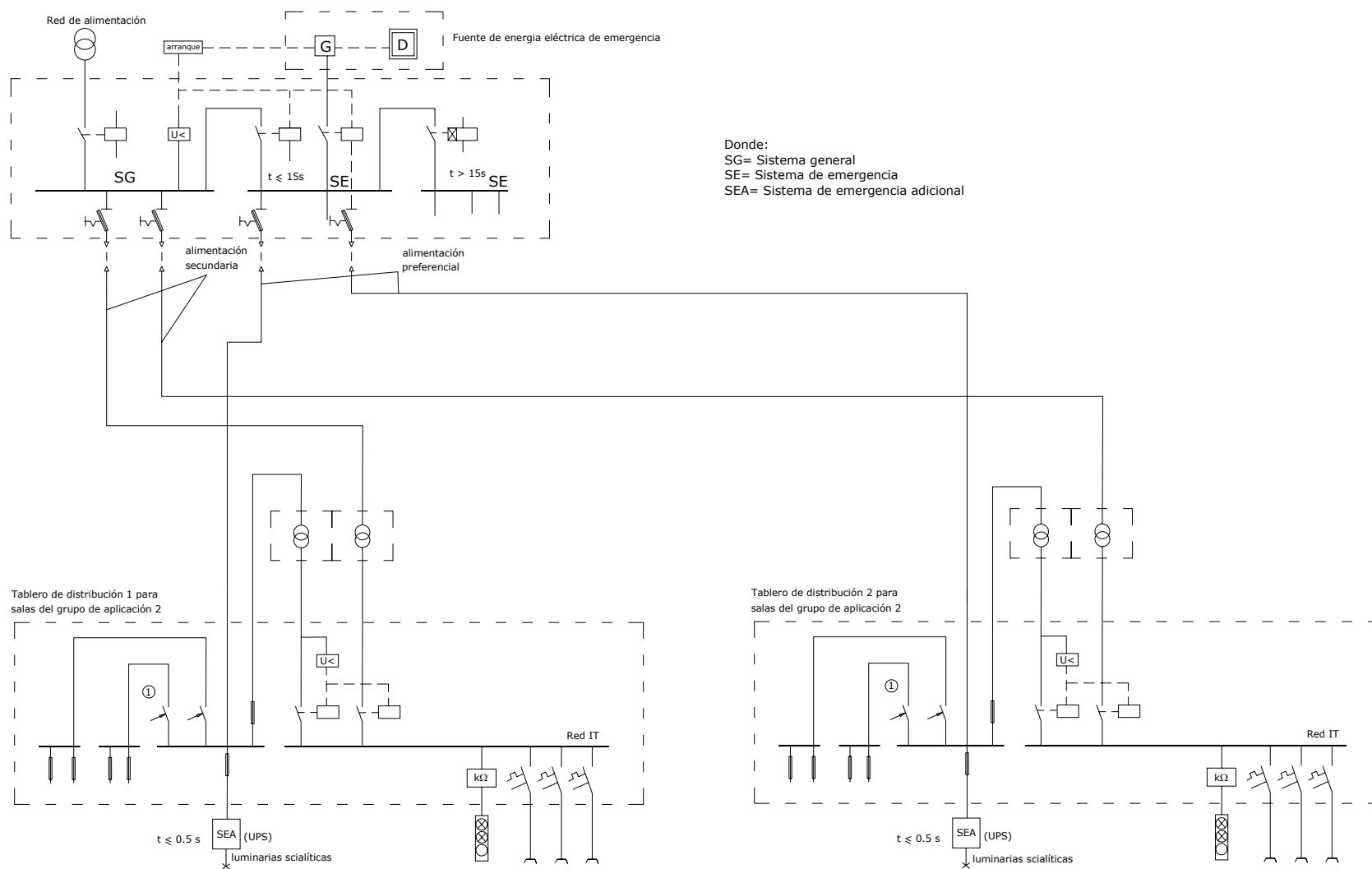
14.11.2.3. Llevar libros de protocolos sobre los ensayos regulares que permiten un control durante al menos dos años, pero como mínimo hasta el penúltimo ensayo.

Figura 12
Ejemplo de la alimentación de energía eléctrica con tableros para las salas de tratamiento del grupo 2
Alimentación desde la red IT del sistema de emergencia y del sistema general



1 Interruptor electromagnético

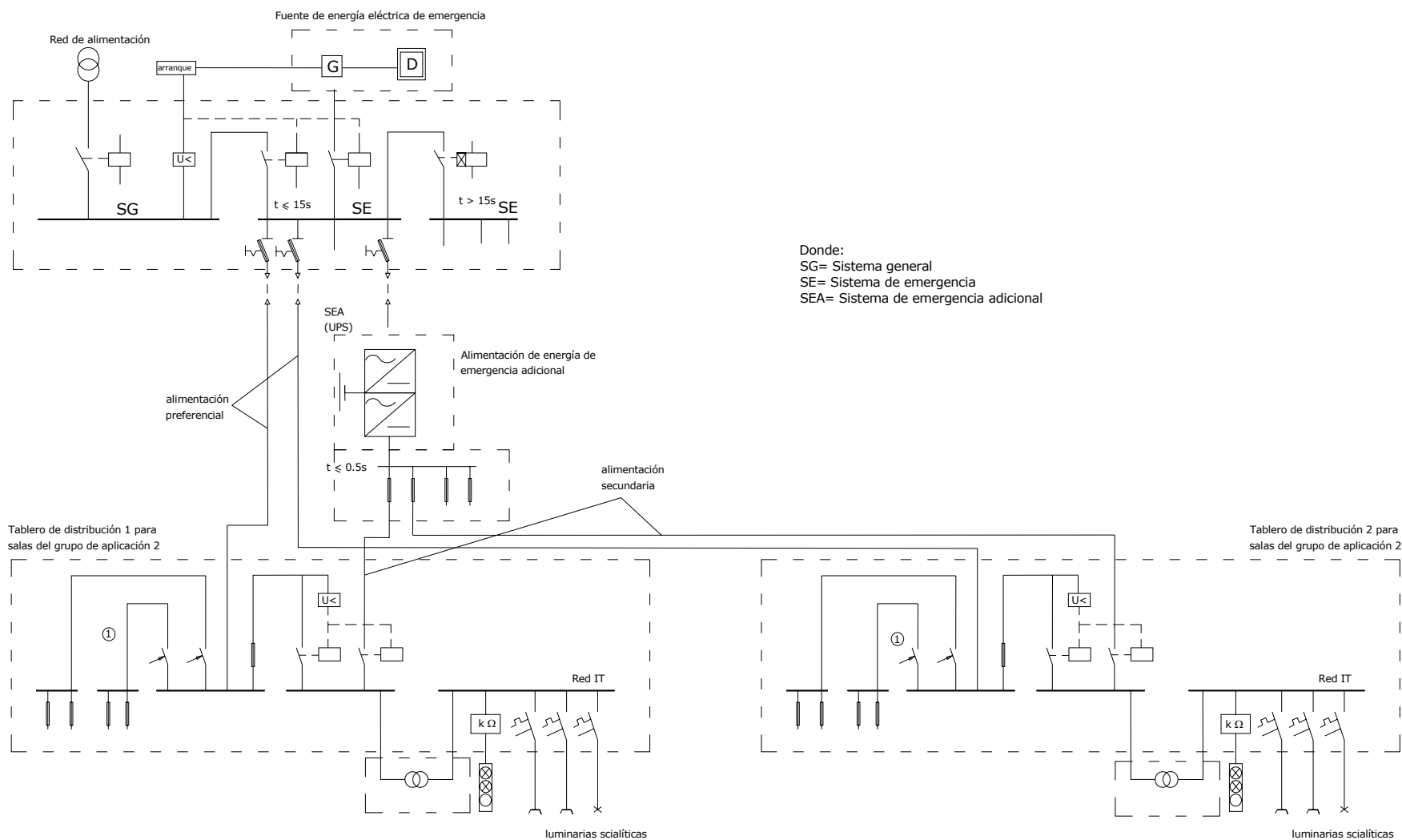
Figura 13
Ejemplo de la alimentación de energía eléctrica con tableros para las salas de tratamiento del grupo 2
Alimentación desde la red IT del sistema de emergencia y del sistema general



1 Interruptor electromagnético

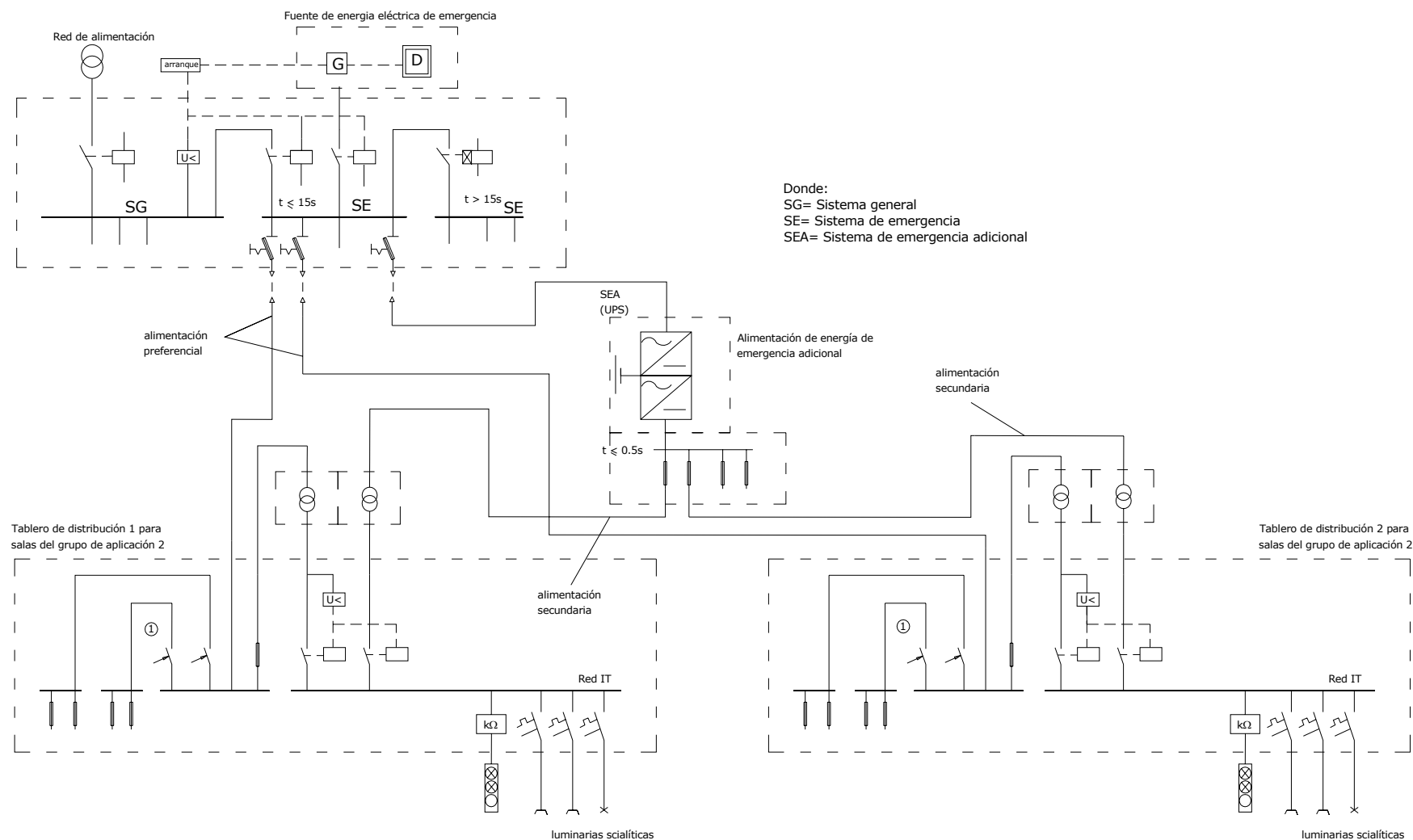
Figura 14

Ejemplo de la alimentación de energía eléctrica con tableros para las salas de tratamiento del grupo 2
Alimentación desde la red IT del sistema de emergencia y del sistema de emergencia adicional



1 Interruptor electromagnético

Figura 15
Ejemplo de la alimentación de energía eléctrica con tableros para las salas de tratamiento del grupo 2
Alimentación desde la red IT del sistema de emergencia y del sistema de emergencia adicional



1 Interruptor electromagnético

Figura 16
Alimentación de energía eléctrica a varios edificios desde una central

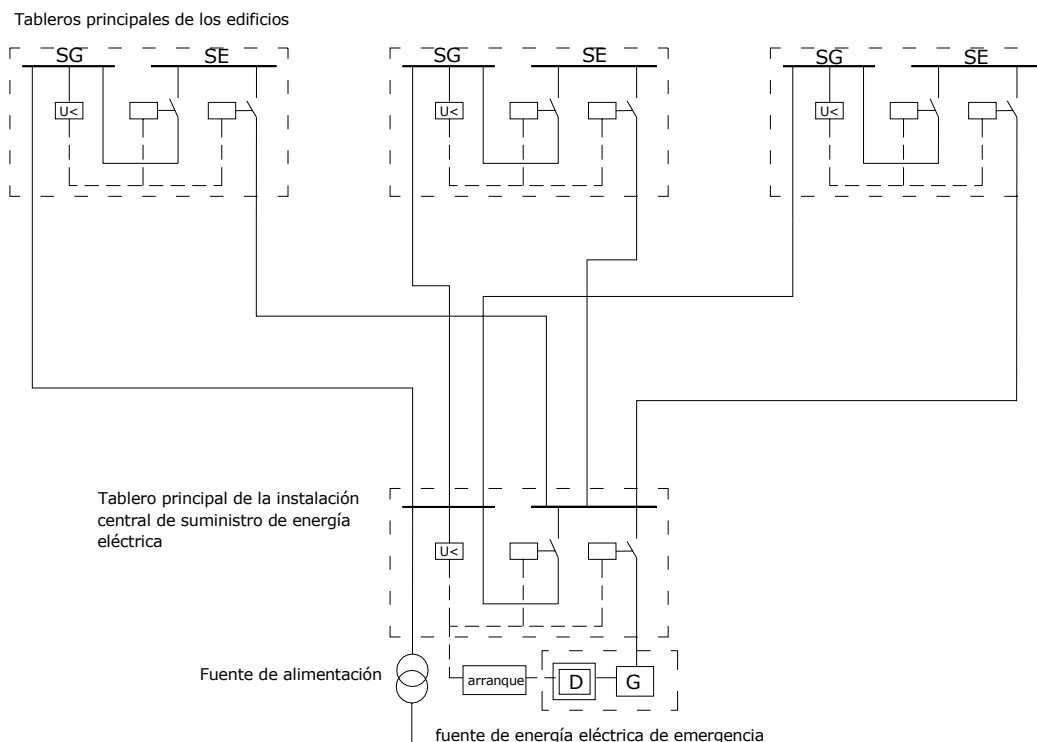
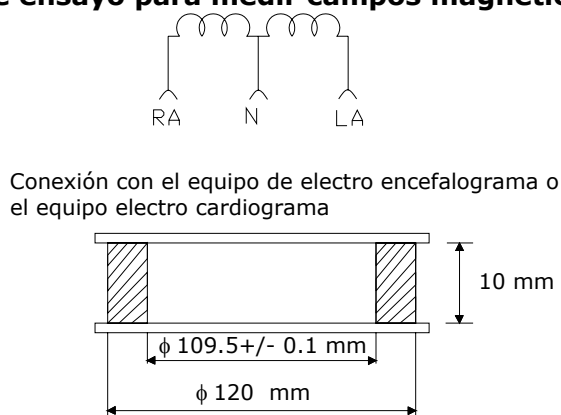


Figura 17
Bobina de ensayo para medir campos magnéticos parásitos



La bobina también puede construirse en otra forma, por ejemplo en la forma cuadrada, si se respetan los datos técnicos de la bobina. La bobina no debe contener partes ferromagnéticas.

Datos técnicos de la bobina:

Superficie efectiva de una espira

10^{-2} m^2 .

Superficie efectiva de la bobina

3.18 m^2 .

Bobinado

2×159 espiras

Diámetro de alambre

0.28 mm

Diámetro medio de la espira

113 mm

Resistencia en corriente continua del bobinado

32Ω (318 espiras)

Tensión de salida U_{ss}

0.7 mV

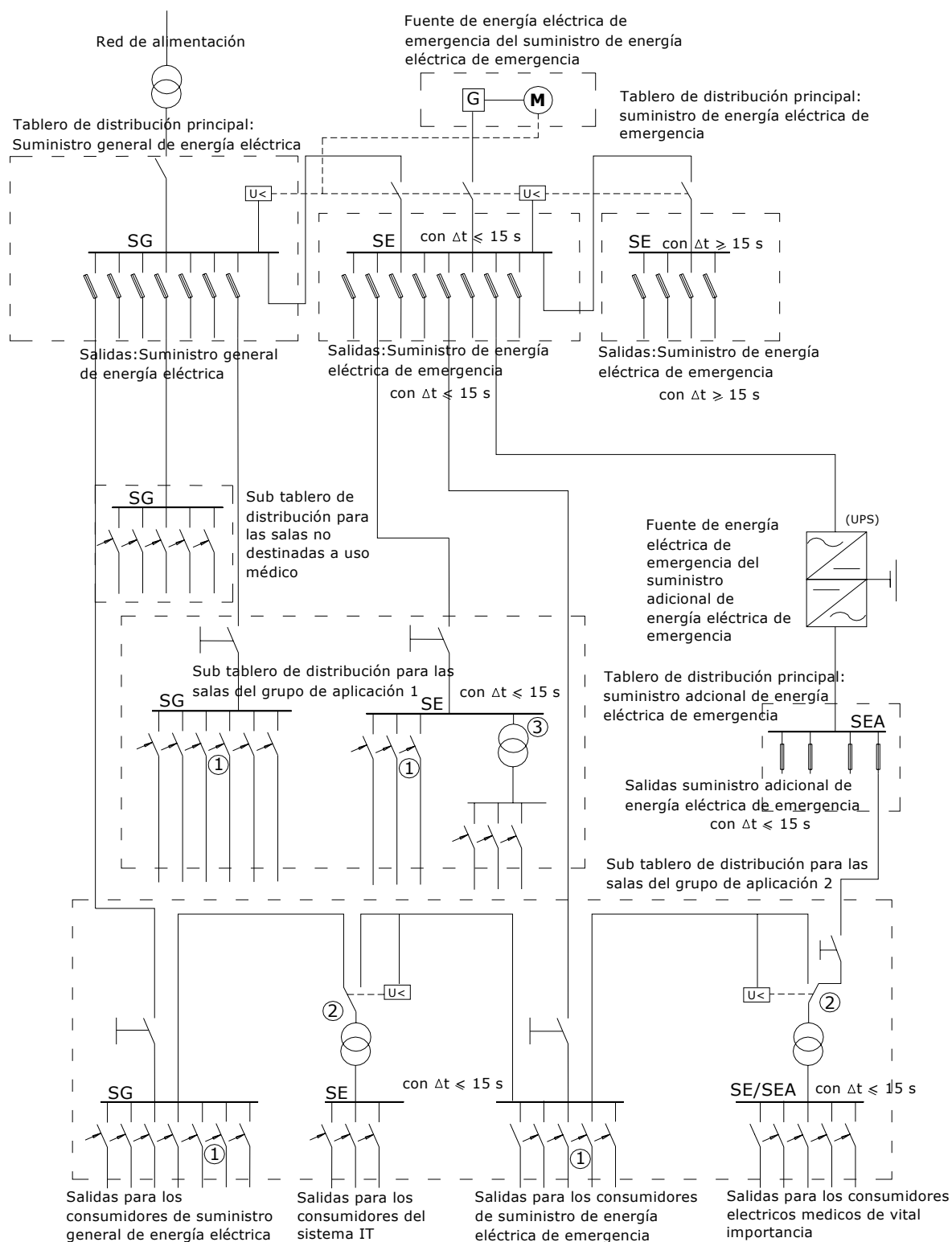
(En caso de $B_{ss} = 10 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ y $f = 50 \text{ Hz}$)

La tabla 41 presenta un ejemplo para el suministro de energía eléctrica de un hospital entero y la figura 18 Ejemplo para el suministro de energía eléctrica en un hospital.

Tabla 41.- Presentación de los requisitos de las formas admisibles de red, medidas de protección y tipos de suministro

Formas admisibles de red y medidas de protección para	En los tipos de salas			
	Uso no médico	grupo de aplicación para uso médico		
		0	1	2
Aparatos de suministro general de energía eléctrica	- Formas de red: red TN-S red IT red IT - medidas de protección: todas según las normas DIN VDE 0100 Parte 410 (véase el punto 14.6.2.1)	- Formas de red: sistema TN-S (red TN-S) sistema TT (red TT) sistema IT (red IT) (véase el punto 14.6.3) - medidas de protección	para todos los consumidores fuera de los equipos vitales se admiten los requisitos, como para el grupo de aplicación 1:	
Aparatos y equipos del suministro de energía eléctrica de emergencia	en caso de alimentación desde el suministro de energía eléctrica de emergencia - formas de red: red TN-S red IT red IT - medidas de protección: todas según la norma DIN VDE 0100 Parte 410 (véase el punto 14.6.2.1) - medidas de protección: aislación de protección baja tensión de protección baja tensión funcional separación de protección sistema IT (red IT) con aviso (véase el punto 14.6.2.2.1) sistema TT (red TT) / sistema TN-S (red TN-S) con desconexión con limitaciones (véase el punto 14.6.2.2.2)	- medidas de protección Aislación de protección baja tensión de protección con limitaciones baja tensión funcional con limitaciones (véase punto 14.6.3.1) Separación de protección con limitaciones (véase el punto 14.6.3.2) sistema IT (red IT) con aviso (véase el punto 14.6.3.3) sistema TT (red TT) / sistema TN (red TN) con dispositivos de protección de corrientes de fuga y limitaciones (véase el punto 14.6.3.4) - se requiere igualación de potenciales adicional según el punto 14.6.4	para los equipos vitales se requiere: forma de red: sistema IT (red IT) (véase el punto 14.5.1) medidas de protección: sistema IT (red IT) con aviso (véase el punto 14.6.3.3.2) la doble alimentación según el punto 14.4.5 el suministro de los aparatos médicos vitales según el punto 14.7.1.3 b) el suministro de las luminarias scialíticas para operaciones según el punto 14.7.3	

Figura 18
Suministro de energía eléctrica en un hospital.



1) Interruptor electromagnético; 2) protección frente a cortocircuitos de varios sistemas IT; 3) con medidas de protección preferenciales

15. INSTALACIONES EN LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

15.1. INSTALACIONES EN LOCALES HUMEDOS

Locales o emplazamientos húmedos son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de: condensación en el techo y paredes, manchas salinas u moho, aún cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

En estos locales o emplazamientos el material eléctrico, cumplirá con las siguientes condiciones:

15.1.1. Canalizaciones

Las canalizaciones podrán estar constituidas por:

- a) Conductores flexibles o rígidos, aislados, de 600 V de tensión nominal, como mínimo, colocados sobre aisladores.
- b) Conductores rígidos aislados, de 600 V de tensión nominal, como mínimo, bajo tubos protectores.
- c) Conductores rígidos aislados armados de 600 V de tensión nominal, como mínimo, fijados directamente sobre las paredes o colocados en el interior de huecos de la construcción.

Los conductores destinados a la conexión de aparatos receptores, podrán ser rígidos o flexibles de 600 V de tensión nominal, como mínimo.

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua IP X1 (véase capítulo 23 de esta norma).

15.1.2. Conductores aislados

La aislación de los conductores deberá ser resistente a la humedad.

Los conductores aislados colocados sobre aisladores se dispondrán a una distancia mínima de 5 cm de las paredes y la separación entre conductores será de 3 cm, como mínimo.

El material utilizado para la sujeción de los conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, será hidrófugo, preferentemente aislante o estará protegido contra la corrosión.

15.1.3. Tubos

Los tubos serán preferentemente aislantes y, en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Cuando estos últimos se instalen en montaje superficial, se colocarán a una distancia de las paredes de 0.5 cm como mínimo.

15.1.4. Aparamenta

Las cajas de conexión, interruptores, tomacorriente, y en general, toda la aparamenta utilizada, deberá presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua IP X1 (véase capítulo 23 de esta norma). Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicas.

15.1.5. Receptores y aparatos portátiles de alumbrado

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra la caída vertical de agua IP X1 (véase capítulo 23 de esta norma). Los portalámparas, pantallas y rejillas, deberán ser de material aislante.

15.2. INSTALACIÓN EN LOCALES MOJADOS

Locales o emplazamiento mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque solo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con moho durante largos períodos.

Se consideran como locales o emplazamientos mojados, los establecimientos de baños, los cuartos de ducha para uso colectivo, los lavaderos públicos, cámara frigorífica, tintorería, etc., así como las instalaciones a la intemperie.

Las instalaciones subterráneas si son accesibles deberán considerarse como lugares mojados.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán además de las condiciones 15.1.1 y 15.1.2 establecidas para los locales húmedos, las siguientes:

15.2.1. Canalizaciones

Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua IP X4 (véase capítulo 23 de esta norma).

15.2.2. Tubos

Si se emplean tubos para alojamiento de los conductores, estos serán estancos preferentemente aislantes y, en caso de ser metálicos, deberán estar protegidos contra la corrosión. Se colocarán en montaje superficial y los tubos metálicos se dispondrán, como mínimo a 2 cm de las paredes.

15.2.3. Aparatos de mando, protección y tomacorrientes

Se recomienda instalar los aparatos de mando, protección y tomacorrientes, fuera de estos locales. Cuando no se puede cumplir esta recomendación, los citados aparatos serán de tipo protegido contra las proyecciones de agua IP X4 (véase capítulo 23 de esta norma), o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcione una protección equivalente.

15.2.4. Dispositivos de protección

Se instalará en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito, derivado de otro que penetre en el local o ambiente mojado.

15.2.5. Receptores de alumbrado

Los receptores de alumbrado tendrán sus piezas metálicas bajo tensión, protegidas contra las proyecciones de agua IP X4 (véase capítulo 23 de esta norma). La cubierta de los portalámparas serán en su totalidad de material aislante hidrófugo, salvo cuando se instalen en el interior de cubiertas estancas destinadas a los receptores de alumbrado, lo que deberá hacerse siempre que éstas se coloquen en un lugar fácilmente accesible.

15.3. INSTALACIONES EN LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión, son aquellos en los que existen gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se consideran como locales con riesgo de corrosión, las fabricas de productos químicos, depósitos de éstos, etc. En estos locales y emplazamientos se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados, debiendo protegerse, además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

Preferentemente los dispositivos de maniobra y protección deberán colocarse fuera de estos locales y los que deban necesariamente instalarse en su interior se alojara en cajas especiales a prueba de corrosión y con un grado de estanqueidad no inferior al IP 65 (véase capítulo 23 de esta norma).

Las luminarias deberán tener también como mínimo un grado de protección IP 65 (véase capítulo 23 de esta norma) y estar construidas con materiales resistentes a la corrosión.

15.4. INSTALACIONES EN LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

Los locales o emplazamientos polvorientos, son aquellos en que los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirá las siguientes condiciones:

- Queda prohibido el uso de conductores desnudos.
- Todo el material eléctrico utilizado deberá presentar el grado de protección que su emplazamiento exija.
- Los electromotores y otros aparatos que necesiten ventilación, lo harán con aire tomado del exterior, que esté exento de polvo o bien convenientemente filtrado.
- Las canalizaciones eléctricas prefabricadas o no, tendrán un grado de protección mínimo IP 5X (véase capítulo 23 de esta norma), salvo que las características del ambiente o local exijan uno más elevado.
- Los equipos o aparatos utilizados tendrán un grado de protección mínimo IP 5X (véase capítulo 23 de esta norma) o estará en el interior de una envolvente que proporcione el mismo grado de protección, salvo que las características del ambiente o local exijan uno más elevado.

15.5. INSTALACIONES EN LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA

Locales o emplazamientos a temperatura elevada, son aquellos donde la temperatura del medio ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40 °C o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35 °C.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los conductores aislados con materias plásticas o elastómeras, podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50 °C aplicando el factor de reducción, para los valores de la intensidad máxima admisible, (véase en 5.2 de esta norma).
- Los conductores deberán tener una aislación resistente al calor, para temperaturas ambientes superiores a 50 °C, se utilizarán conductores especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad

térmica.

- En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre aisladores, especialmente en los casos en que sea de temer la no conservación del aislamiento de conductores.
- Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material.
- Cuando sea necesario para compensar la dilatación y contracción debidas al calor, se deben instalar en las canalizaciones juntas de dilatación adecuadas.

15.6. INSTALACIONES EN LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura, son aquellos donde puedan presentarse y mantenerse temperaturas ambientales inferiores a - 20 °C.

Se consideran como locales a temperatura muy baja las cámaras de congelación de las plantas frigoríficas. En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- El aislamiento y demás elementos de protección del material eléctrico utilizado, deberá ser tal que no sufra deterioro alguno a la temperatura de utilización.
- Los aparatos eléctricos deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos a las condiciones ambientales.
- Cuando distintas partes de una canalización interior estén expuestas a muy distintas temperaturas, como en los almacenes frigoríficos, se debe evitar mediante un sellado adecuado la circulación de aire desde la parte más caliente a la más fría.

15.7. INSTALACIONES EN LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores con posibilidad de desprendimiento de gases, se consideran como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión, debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- Los locales deberán estar provisto de una ventilación natural o artificial que garantice una renovación perfecta y rápida del aire.
- Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.
- La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga de baja presión.
- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo, impedirán que los gases penetren en su interior.
- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes bajo tensión y tierra, deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no será afectado por la humedad.
- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán un ancho mínimo de 0.75 m.
- Si la tensión de servicio en corriente continua es superior a 75 V con relación a tierra y existen partes desnudas bajo tensión que puedan tocarse inadvertidamente, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.

- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 75 V en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

15.8. INSTALACIONES EN ESTACIONES DE SERVICIO

Se consideran como estaciones de servicio, los locales o emplazamiento donde se efectúan trasvases de gasolina, otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables, a vehículos o automóviles.

En este tipo de recintos existirán zonas clasificadas como peligrosas, dentro y sobre las cuales las canalizaciones y los equipos eléctricos deberán cumplir las exigencias que se indican mas adelante; el resto del recinto deberá cumplir las restantes disposiciones de la presente norma.

Para efectos de la aplicación de la presente norma se consideran zonas peligrosas:

- El volumen del tronco de cono, en cuyo centro esta el surtidor, con una altura igual a la de este, un radio de 6.0 m y una altura en el borde de 0.50 m, medidos sobre el nivel de la calzada (véase figura 19).
- El volumen cilíndrico de 3 m de radio, medidos tomando como centro la válvula de llenado de los tanques de combustible y que tiene una altura de 0.50 m, medidos sobre el nivel de la calzada (véase figura 19).
- El volumen cilíndrico de 1.50 m de radio, medidos tomando como centro cada ducto de ventilación de los tanques de combustible y que se extienden desde el nivel del suelo hasta la salida de gases. Sobre este volumen será también la zona peligrosa un volumen esférico de radio 1 m, medido tomando como centro la salida de gases (véase figura 19).

En caso de existir dentro de la zona un muro continuo se entenderá que todas las áreas definidas anteriormente quedan limitadas por el.

Se considera muro continuo aquel que no tenga puertas, ventanas, ni ningún otro tipo de aberturas al alcance de las zonas peligrosas.

Las canalizaciones que estén bajo la superficie de las zonas definidas en los párrafos precedentes se considerarán también instaladas en zonas peligrosas y ésta se extenderá hasta el punto en que la canalización emerja sobre el nivel del suelo.

Todo equipo eléctrico que forme parte del surtidor de combustible así como su montaje deberá ser a prueba de explosión.

Las canalizaciones que se instalen dentro de las zonas peligrosas solo podrán hacerse en tuberías metálicas galvanizadas de pared gruesa.

Está prohibido el cruce de líneas aéreas desnudas de cualquier tensión sobre las zonas peligrosas.

En cada tubería que entre o salga de las zonas peligrosas, se deberán colocar sellos que consisten en piezas de cierre hermético, cuya finalidad es impedir el paso de gases, o llamas, a través de la tubería, desde la zona peligrosa hacia la zona no peligrosa.

Dichos sellos se colocaran a una distancia no superior a 0.50 m, medidos desde el límite de la zona peligrosa.

El sello ira relleno con un compuesto de sellado que debe ser resistente a la acción de los combustibles y aceites que se manipulen en el recinto, tanto en forma líquida como de vapores; su temperatura de fusión debe ser superior a 90° C.

Los tableros, protecciones, interruptores y otros dispositivos de comando deberán preferentemente quedar fuera de las zonas peligrosas de no ser ello posible deberán ser a prueba de explosión.

Los equipos instalados dentro de las zonas peligrosas deberán protegerse también mediante protectores diferenciales.

15.9. INSTALACIONES EN GARAJES Y TALLERES DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS

Se consideran como garajes aquellos locales en que puedan estar almacenados más de tres vehículos al mismo tiempo.

Como talleres de reparación de vehículos, se consideran los locales utilizados para la reparación y servicio de vehículos, o automóviles, sean éstos de pasajeros, camiones, tractores, etc. y para los cuales se empleen como combustible, líquidos o gases volátiles e inflamables.

a) Para las instalaciones eléctricas de los locales anteriormente citados, se tendrán en cuenta los volúmenes peligrosos que a continuación se señalan:

- En relación con pisos que estén a nivel de la calle o por encima de ésta, el volumen peligroso será el comprendido entre el piso y un plano situado a 0.60 m por encima de la parte más baja de las puertas exteriores o de otras aberturas para ventilación que den al exterior, por encima del piso. Cuando la ventilación de estos locales esté suficientemente asegurada, podrá considerarse únicamente como volumen peligroso al limitado por un plano situado a 0.60 m del piso del local.
- Las figuras 20, 21, 22 y 23 señalan los valores peligrosos en diferentes casos.
- Todo foso bajo el nivel de piso se considerará como volumen peligroso.
- No se consideran como volúmenes peligrosos los adyacentes a los volúmenes anteriormente citados en los que no sea probable la liberación de los combustibles inflamables y siempre que sus pisos estén sobre los de aquellos a 0.60 m, como mínimo, o estén separados de los mismo por tabiques o brocales estancos de altura igual o mayor de 0.60 m.

Figura 19.- Zonas peligrosas en estaciones de servicio

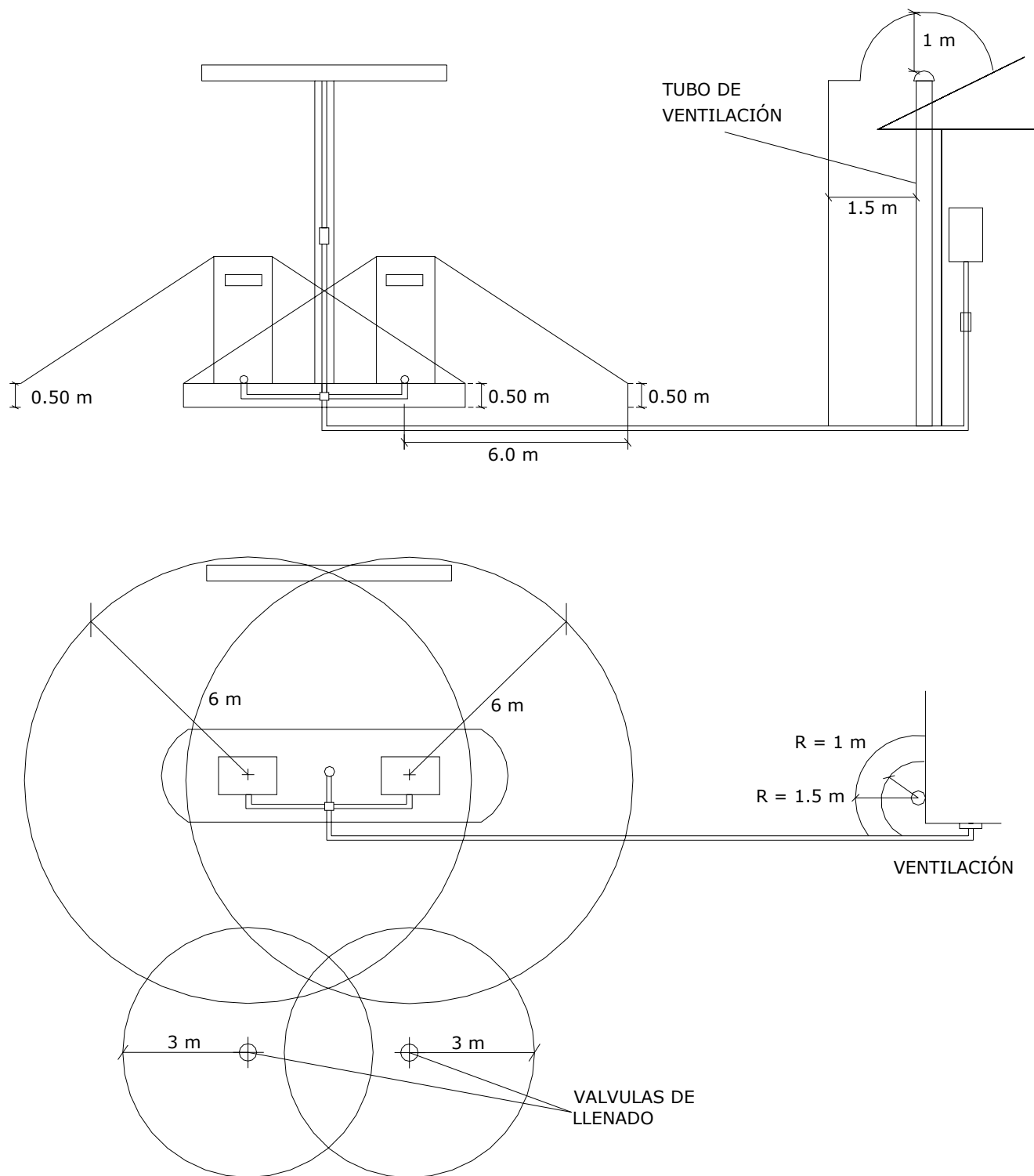


Figura 20

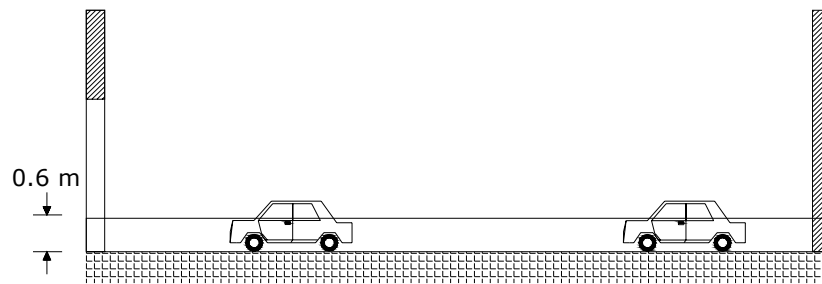


Figura 21

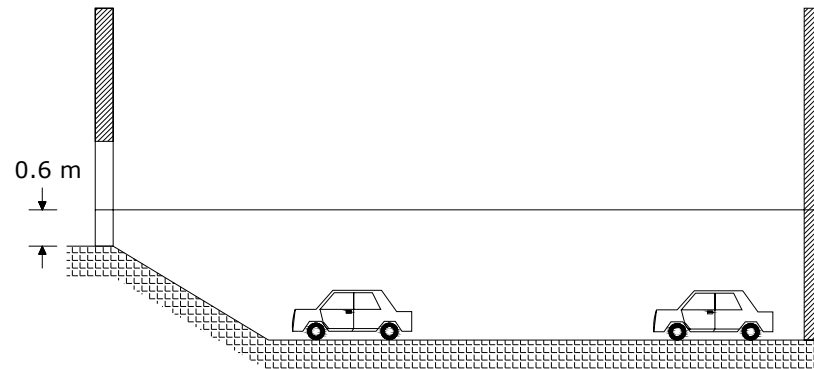


Figura 22

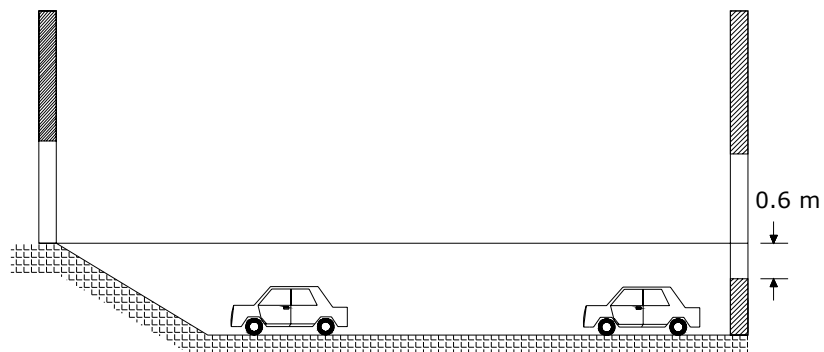
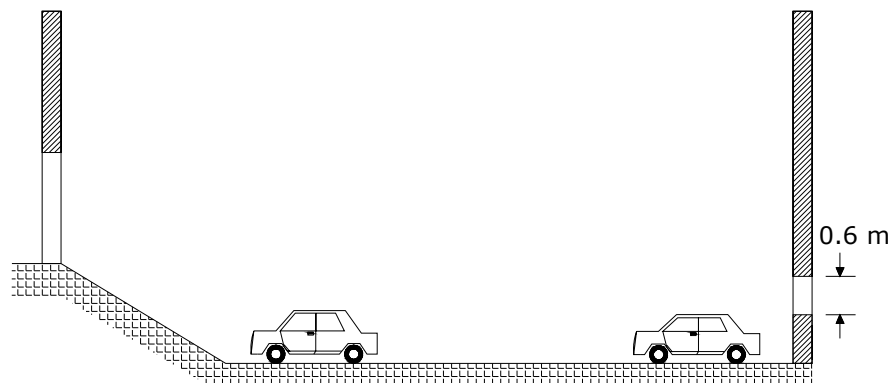


Figura 23



b) Las instalaciones y equipos destinados a estos locales cumplirán las siguientes prescripciones:

- Los volúmenes peligrosos serán considerados como locales con riesgo de Clase I - División 1 y en consecuencia, las instalaciones y equipos destinados a estos volúmenes deberán cumplir las prescripciones señaladas para estos locales.
- No se dispondrá dentro de los volúmenes peligrosos ninguna instalación destinada a la carga de baterías.
- Las canalizaciones situadas por encima de los volúmenes peligrosos, podrán realizarse mediante conductores aislados bajo tubos rígidos blindados en montaje superficial o bien bajo tubos de otras características en montaje empotrado. Igualmente podrán establecerse las canalizaciones con conductores aislados directamente sobre las paredes o no armados, en huecos de la construcción, cuando estos huecos presenten suficiente resistencia mecánica.
- Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los límites verticales u horizontales de los volúmenes definidos como peligrosos. Las canalizaciones empotradas o enterradas en el piso, se considerarán incluidas en el volumen peligroso cuando alguna parte de las mismas penetre o atraviese dicho volumen.
- Los tomacorrientes o interruptores se colocarán a una altura mínima de 1.50 m sobre el piso a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánicas.

Estos locales pueden presentar también, total o parcialmente, las características de un local húmedo o mojado, y en tal caso, deberán satisfacer igualmente lo señalado para las instalaciones eléctricas en éstos.

15.10. CUARTOS DE BAÑO O DE ASEO

Estas prescripciones particulares se aplican a los cuartos de baño que contienen bañeras, duchas, lavamanos, y a las zonas circundantes, en las cuales el riesgo de choque eléctrico aumenta en razón de la reducción de la resistencia eléctrica del cuerpo humano y de la del contacto del cuerpo con el potencial de tierra.

Estas prescripciones no se aplican a las cabinas cerradas prefabricadas para ducha con su propio receptáculo y sistema de drenaje.

NOTA 1: Para locales conteniendo bañeras o duchas para tratamiento médico pueden ser necesarios requisitos especiales, los cuales están referidos en la capítulo 14 de esta norma (Instalaciones en hospitales).

NOTA 2: A falta de requisitos específicos, estas prescripciones pueden ser aplicables a lavaderos, cocinas, bebederos y lugares similares.

15.10.1. Clasificación de las zonas

Las presentes prescripciones consideran cuatro zonas (los ejemplos están dados en las figuras 24 y 25):

La Zona 0

El volumen interior a la bañera o del receptáculo de la ducha; por extensión, también el interior del lavamanos.

La Zona 1

Limitada por un lado por la superficie vertical circunscripta a la bañera ó al receptáculo de la ducha o, en ausencia del receptáculo de la ducha, por la superficie vertical situada a 0.6 m alrededor de la flor de la ducha y por otro lado por el plano horizontal situado a 2.25 m por encima del nivel del fondo de la bañera o receptáculo de ducha.

La Zona 2

Limitada, por una parte, por la superficie vertical exterior a la Zona 1 y una superficie paralela a ella situada a 0.6 m de la primera y, por otra parte, por el piso y por el plano horizontal situado a 2.25 m por encima del nivel del suelo (solado).

Para lavamanos la zona equivalente situada a 0.4 m según se indica en la figura 27.

La Zona 3

Limitada, por una parte, por la superficie vertical exterior a la Zona 2 y una superficie paralela situada a 2.4 m de la primera y, por la otra parte, por el piso y el plano horizontal situado a 2.25 m por encima del nivel del suelo (solado).

Para lavamanos la altura es la indicada en la figura 27.

Las medidas se determinan teniendo en cuenta las paredes y tabiques fijos (ver figuras 24, 25 y 26).

15.10.2. Protección para seguridad

15.10.2.1. Protección por muy baja tensión de seguridad

Cuando se utilice protección por muy baja tensión de seguridad, la protección contra los contactos directos se asegurará, cualquiera sea la tensión nominal, por alguna de las siguientes medidas:

- Por medio de barreras o envolturas que presenten por lo menos un grado de protección IP 2X (véase capítulo 23 de esta norma), ó
- Por una aislación que pueda soportar un ensayo dieléctrico de 500 V en corriente alterna durante 1 minuto.

15.10.2.2. Conexión equipotencial suplementaria

Una conexión equipotencial suplementaria local deberá interconectar todos los elementos conductores (masas extrañas) de las zonas 1, 2 y 3 a los conductores de protección de todas las masas situadas en esas zonas.

15.10.2.3. Aplicación de las medidas de protección contra los choques eléctricos

Dentro de la Zona 0, se admite sólo la protección por muy baja tensión de seguridad con tensiones nominales no superiores a 12 V c. a., estando la fuente de tensión de seguridad ubicada fuera de la zona. (Ejemplo: Iluminación bajo el nivel del agua en jacuzzis).

No se admiten las medidas de protección contra los contactos directos por medio de obstáculos ni por puesta fuera del alcance.

No se admiten las medidas de protección contra los contactos indirectos por instalación en locales no conductores ni por conexiones equipotenciales no puestas a tierra.

15.10.3. Elección y montaje de los materiales eléctricos

Los materiales o equipos eléctricos deberán poseer como mínimo los siguientes grados de protección:

- En la Zona 0: IPX7 (véase capítulo 23 de esta norma)
- En la Zona 1: IPX5 (véase capítulo 23 de esta norma)
- En la Zona 2: IPX4 (véase capítulo 23 de esta norma); o IPX5 (véase capítulo 23 de esta norma) en los baños públicos o donde se utilicen chorros de agua
- En la Zona 3: IP X1 (véase capítulo 23 de esta norma); o IP X5 (véase capítulo 23 de esta norma) en los baños públicos o donde se utilicen chorros de agua

Las reglas que siguen se aplican a las canalizaciones a la vista y a las canalizaciones embutidas en pared a una profundidad no mayor de 5 cm donde los cables o conductores aislados estén mecánicamente protegidos por canalizaciones no metálicas.

Las canalizaciones no deben contener ninguna cobertura metálica.

NOTA: Estas canalizaciones están, por ejemplo, constituidas por conductores aislados dentro de conductos no metálicos

En las zonas 0, 1 y 2 las canalizaciones deben limitarse a las necesarias para la alimentación de los equipos situados en ellas.

NOTA: En las zonas 0 y 1 no se admite tipo alguno de canalización a la vista.

En las zonas 0, 1 y 2 no se admiten las cajas de paso ni las de derivación.

NOTA: En la Zona 2 no se admite el uso de canalizaciones a la vista, salvo que pertenezcan a un sistema de muy baja tensión de seguridad.

15.10.4. Tableros y dispositivos de maniobra y protección

- a) En las zonas 0, 1, 2 no deberán instalarse tableros o dispositivos de maniobra, protección o conexión alguno.

NOTA: Las cuerdas o varillas aislantes y accionamientos neumáticos para la operación a distancia de interruptores de efecto, se admiten dentro de las zonas 1 y 2.

En la Zona 3 se permiten sólo los tomacorrientes que estén alimentados:

- Individualmente por un transformador de aislación (transformador separador).

- Por una fuente de muy baja tensión de seguridad según 15.10.2.1, ó
- por el sistema normal de 220 V c.a. y protegidos por un dispositivo de protección por corriente diferencial de fuga, cuya intensidad de corriente de operación no sea mayor de 30 mA, dedicado o derivado del circuito de tomacorrientes que alimenta el baño.

- b) Ningún interruptor ni tomacorriente deberá estar ubicado a menos de 0.6 m de la abertura de la puerta abierta de una cabina prefabricada para ducha (ver figura 26).

15.10.5. Otros materiales o equipos fijos

Estos requisitos no se aplican a los aparatos alimentados por muy baja tensión de seguridad.

En la Zona 0 no se admite equipo eléctrico alguno.

En la Zona 1 sólo se permiten los aparatos fijos calentadores de agua.

En la Zona 2 solamente podrán ser instalados aparatos calentadores de agua y luminarias de la Clase II, con una protección mínima IP 24 o equivalente (véase capítulo 23 de esta norma).

Se podrán instalar dentro de la Zona 2, siempre y cuando estén contenidas en una mampostería o tabique que impida el contacto casual del usuario y de las salpicaduras de agua.

NOTA: En el caso de instalación de bombas para hidromasajes, las mismas deberán ser de clase de aislación II o aislación reforzada.

El interruptor de la bomba deberá estar instalado sobre la misma, fuera del alcance del usuario y ser de accionamiento neumático.

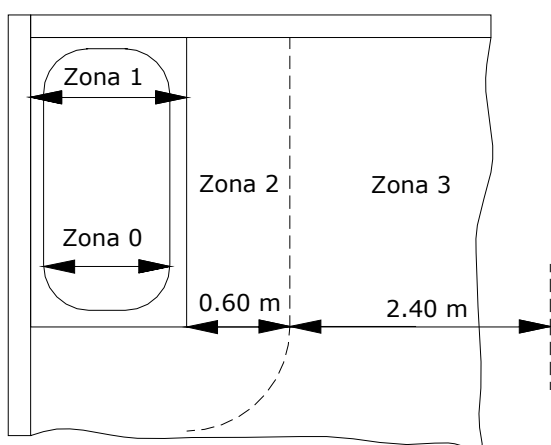
Consiguientemente, en el borde de la bañera sólo será posible la instalación de un pulsador de sobrepresión neumática, para el comando del motor.

Este pulsador neumático deberá tener una extensión por medio de una manguera estanca al agua, de longitud mayor a 60 cm hasta el interruptor eléctrico montado solidariamente a la bomba.

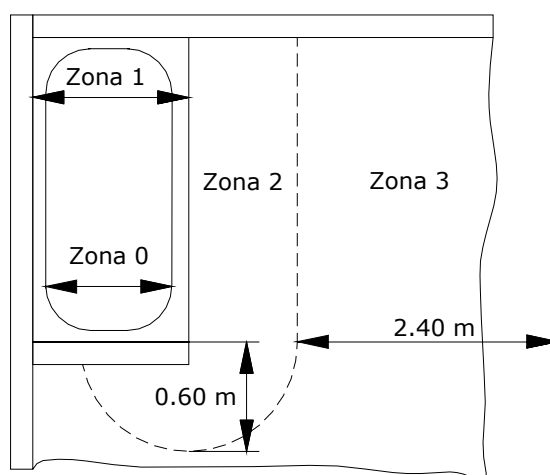
Los elementos de calefacción embutidos en el piso y destinados a la calefacción del local pueden ser instalados en todas las zonas, con la reserva o precaución de que ellos sean recubiertos por una rejilla metálica o por un blindaje metálico, conectados al enlace equipotencial puesto a tierra indicado en 15.10.2.2.

Figura 24.- Dimensiones de zonas (en planta)

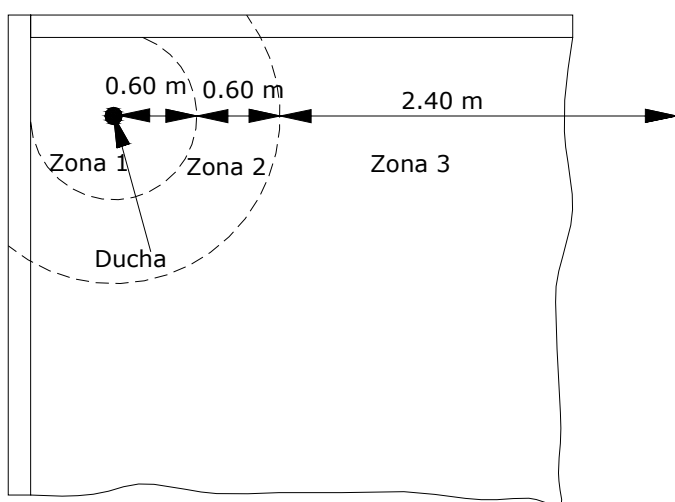
a) Bañera



b) Bañera con tabique fijo



c) Ducha sin receptáculo



d) Ducha sin receptáculo, con tabique fijo

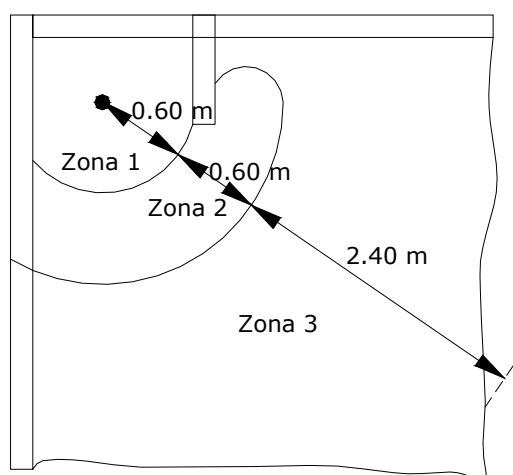


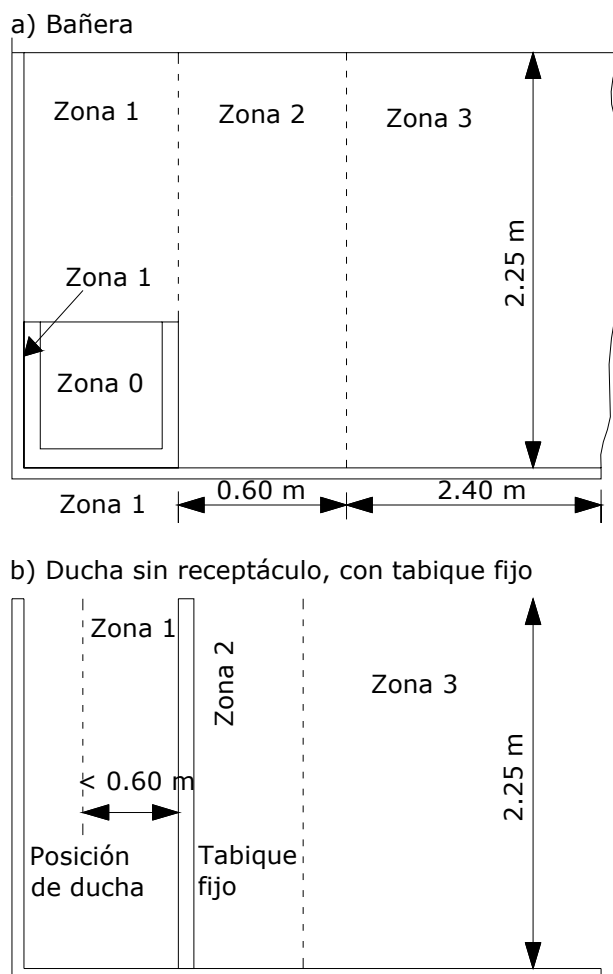
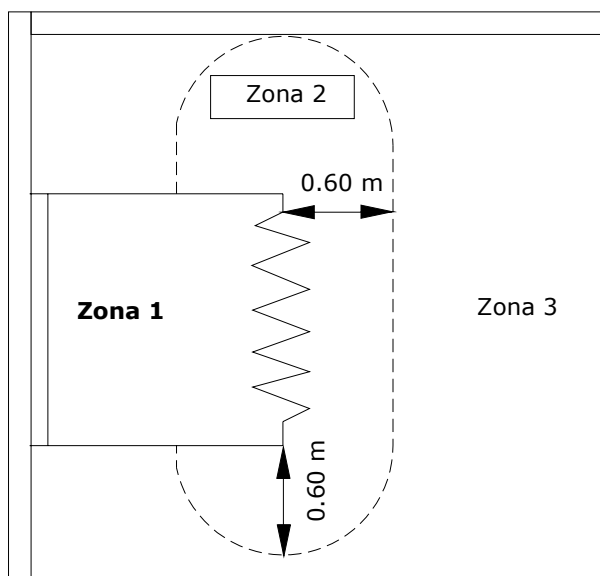
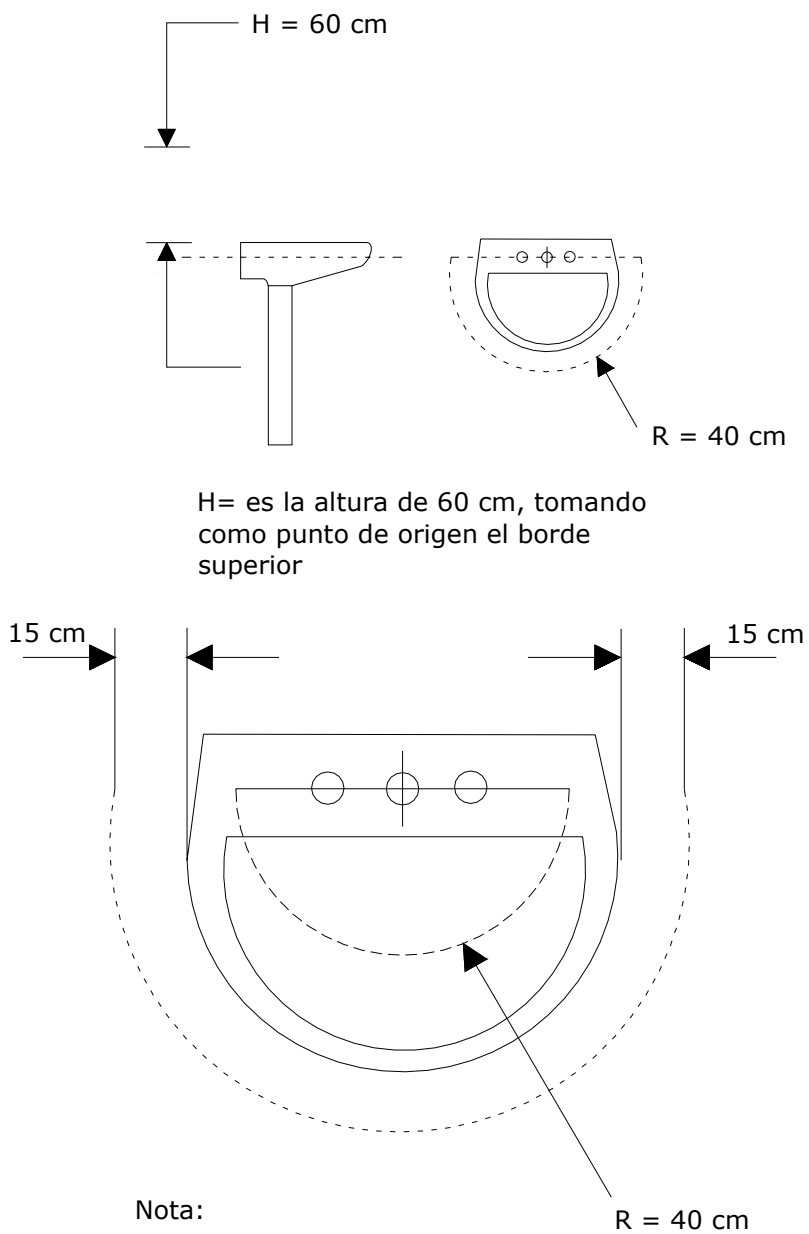
Figura 25.- Dimensiones de zonas (en elevación)**Figura 26.- Gabinete de ducha prefabricado**

Figura 27.- Dimensiones de zonas en lavamanos



16. INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES

16.1. INSTALACIONES PARA PISCINAS

16.1.1. Clasificación de los volúmenes

Se definen los volúmenes sobre los cuales se indican las medidas de protección que se enumeran en los apartados siguientes, como:

a) ZONA 0: Esta zona comprende el interior de los recipientes, incluyendo cualquier canal en las paredes o suelos.

b) ZONA 1: Esta zona esta limitada por:

- Zona 0;
- un plano vertical a 2 m del borde del recipiente;
- el suelo o la superficie susceptible de ser ocupada por personas;
- el plano horizontal a 2.5 m por encima del suelo o la superficie

Cuando la piscina contiene trampolines, bloques de salida de competición, toboganes u otros componentes susceptibles de ser ocupados por personas, la zona 1 comprende la zona limitada por:

- un plano vertical situado a 1.5 m alrededor de los trampolines, bloques de salida de competición, toboganes y otros componentes tales como esculturas, recipientes decorativos
- el plano horizontal situado 2.5 m por encima de la superficie más alta destinada a ser ocupada por personas.

c) ZONA 2: Esta zona está limitada por:

- el plano vertical externo a la Zona 1 y el plano paralelo a 1.5 m del anterior;
- el suelo o superficie destinada a ser ocupada por personas y el plano horizontal situado a 2.5 m por encima del suelo o superficie

Ejemplos de estos volúmenes se indican en las figuras 28, 29, 30 y 31.

En las figuras 30 y 31 se presentan dos ejemplos de como los paramentos o muros aislantes modifican los volúmenes definidos en las figuras 28 y 29.

Los cuartos de maquinas, definidos como aquellos locales que tengan como mínimo un equipo eléctrico para el uso de la piscina, podrán estar ubicados en cualquier lugar, siempre y cuando sean inaccesibles para todas las personas no autorizadas.

Dichos locales cumplirán lo indicado en el capítulo 15 para locales húmedos o mojados, según corresponda.

16.1.2. Prescripciones generales

Los equipos eléctricos (incluyendo canalizaciones, empalmes, conexiones, etc.) presentarán el grado de protección (véase capítulo 23 de esta norma) siguiente:

o Zona 0:

- IP X8

o Zona 1:

- IP X5
- IP X4, para piscinas en el interior de edificios que normalmente no se limpian con chorros de agua

o Zona 2:

- IP X2, para ubicaciones interiores
- IP X4, para ubicaciones en el exterior
- IP X5, en aquellas localizaciones que puedan ser alcanzadas por los chorros de agua durante las operaciones de limpieza

Cuando se usa muy baja tensión de seguridad, cualquiera que sea su tensión asignada, la protección contra los contactos directos debe proporcionarse mediante:

Figura 28.- Dimensiones de los volúmenes para depósitos de piscinas

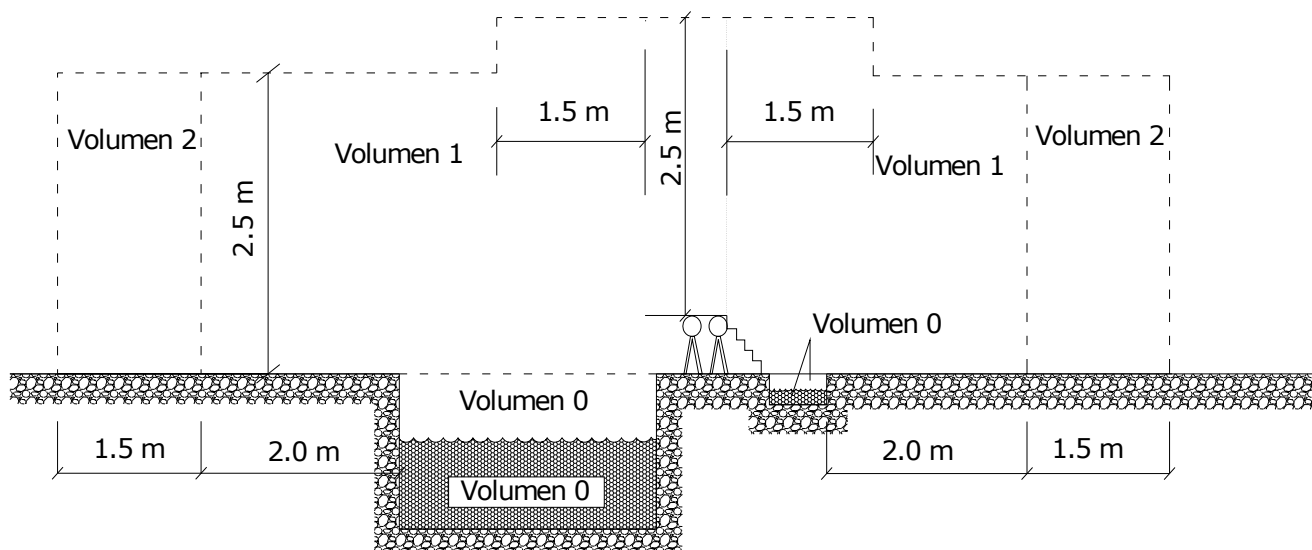


Figura 29- Dimensiones de los volúmenes para depósitos por encima del suelo

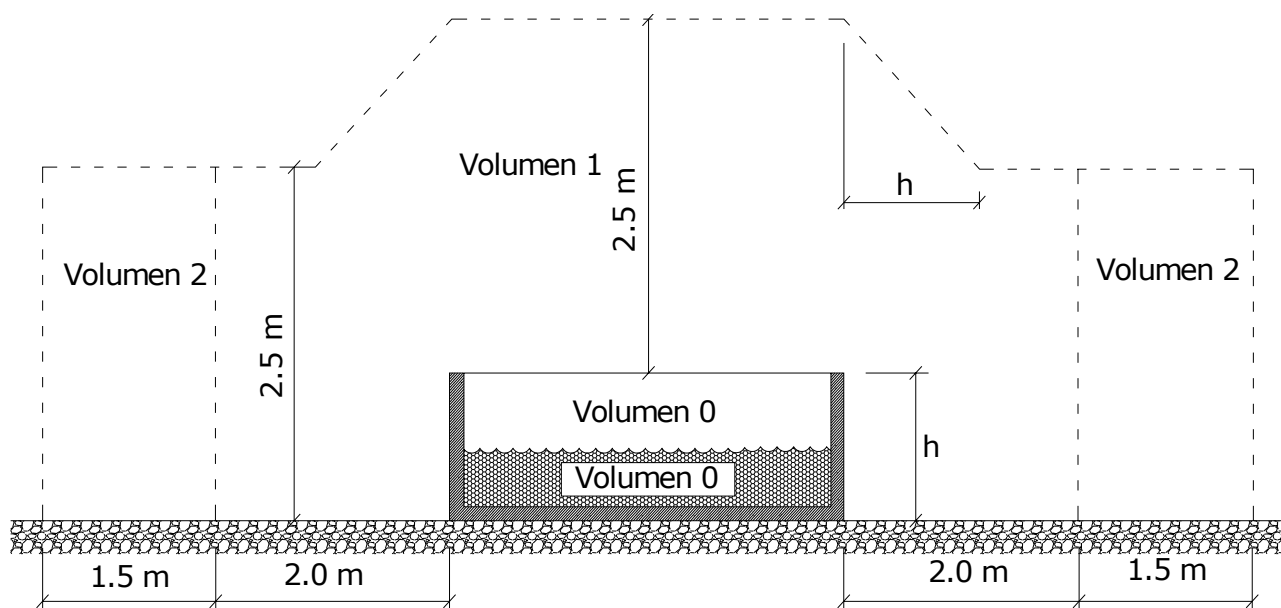


Figura 30.- Dimensiones de protección en piscinas con paredes de altura mínima 2.5 m

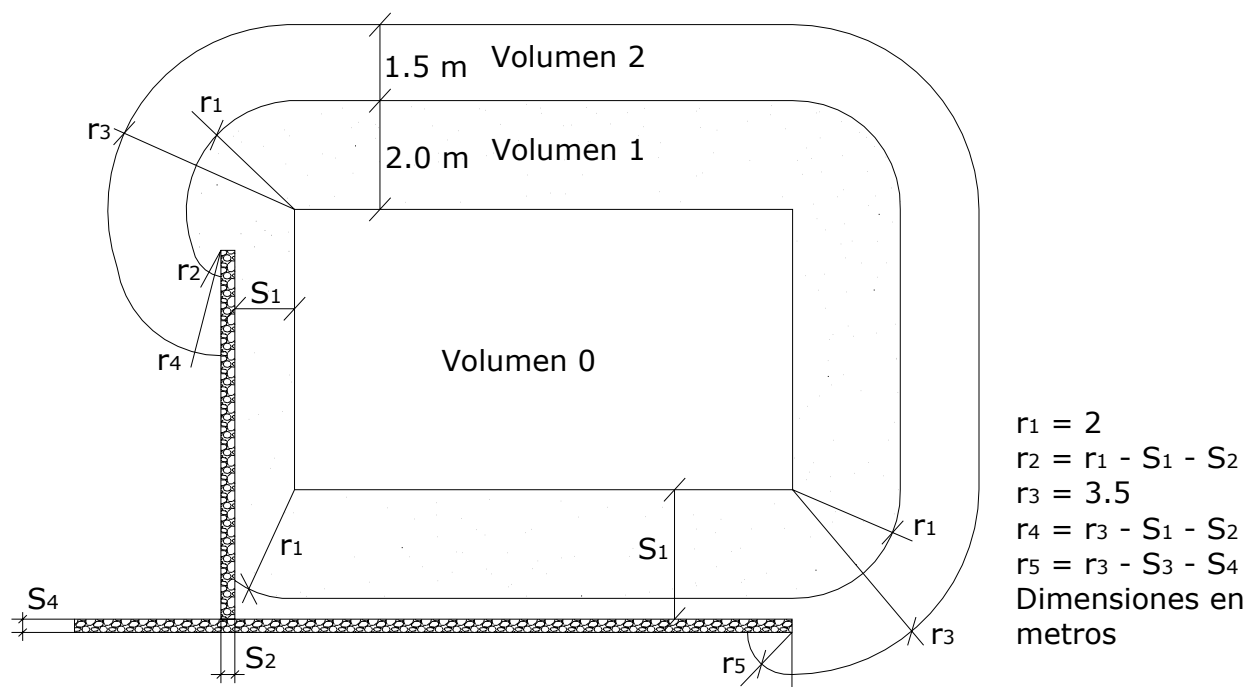
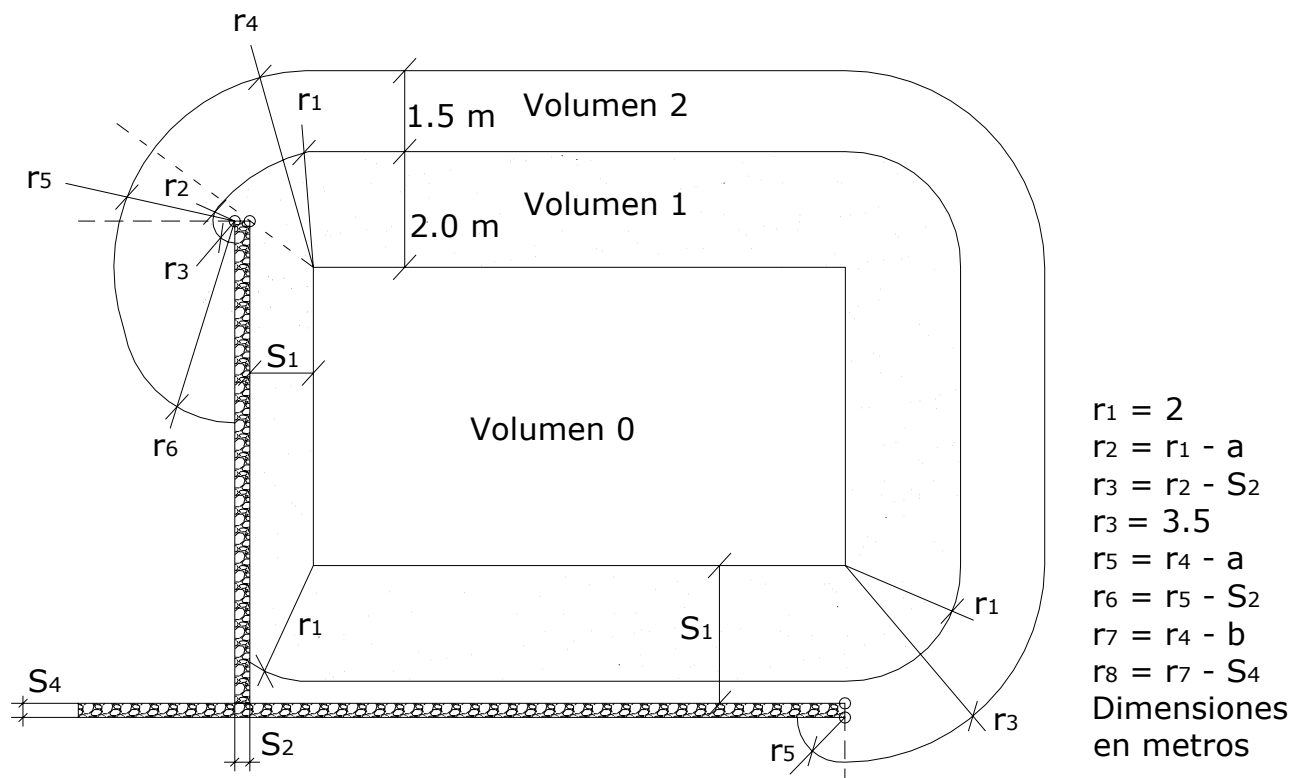


Figura 31.- Volúmenes de protección en piscinas con paredes



- barreras o cubiertas que proporcionen un grado de protección mínimo IP 2X (véase capítulo 23 de esta norma), o
- un aislamiento capaz de soportar una tensión de ensayo de 500 V en corriente alterna, durante 1 minuto

Las medidas de protección contra los contactos directos por medio de obstáculos o por puesta fuera de alcance por alejamiento, no son admisibles

No se admitirán las medidas de protección contra contactos indirectos mediante locales no conductores ni por conexiones equipotenciales no conectadas a tierra. Todos los elementos conductores de los volúmenes 0, 1 y 2 y los conductores de protección de todos los equipos con partes conductoras accesibles situados en estos volúmenes, deben conectarse a una conexión equipotencial. Las partes conductoras incluyen los suelos no aislados.

En las Zonas 0 y 1, solo se admite protección mediante muy baja tensión de seguridad a tensiones asignadas no superiores a 12 V en corriente alterna o 30 V en corriente continua. La fuente de alimentación de seguridad se instalará fuera de las zonas 0, 1 y 2.

En caso de que la tensión de 12 V, se obtenga mediante transformadores, éstos tendrán una potencia máxima de 5 kVA, serán del tipo doble aislamiento y tendrán una pantalla entre primario y secundario.

Si no es posible cumplir con una tensión de 12 V o menos, se deberá proteger los circuitos de alimentación de piscinas o similares mediante interruptores diferenciales de sensibilidad no superior a 5 mA.

En la Zona 2 y los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la Zona 0, deben alimentarse por circuitos protegidos:

- bien por muy baja tensión de seguridad, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0, 1 y 2, o

- bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máxima 30 mA, o
- por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Los tomacorrientes de los circuitos que alimentan los equipos para uso en el interior de recipientes que solo estén destinados a funcionar cuando las personas están fuera de la Zona 0, así como el dispositivo de control de dichos equipos deben incorporar una señal de advertencia al usuario de que dicho equipo solo debe usarse cuando la piscina no está ocupada por personas.

1. Canalizaciones

En el volumen 0 ninguna canalización se encontrará en el interior de la piscina al alcance de los bañistas. No se instalarán líneas aéreas por encima de los volúmenes 0, 1 y 2 ó de cualquier estructura comprendida dentro de dichos volúmenes.

En los volúmenes 0, 1 y 2, las canalizaciones no tendrán cubiertas metálicas accesibles. Las cubiertas metálicas no accesibles estarán unidas a una línea equipotencial suplementaria. Los cables y su instalación en los volúmenes 0, 1, y 2 serán de las características indicadas en el capítulo 15 de esta norma, para los locales mojados.

2. Cajas de conexión

En los volúmenes 0 y 1 no se admitirán cajas de conexión, salvo que en el volumen 1 se admitirán cajas para muy baja tensión de seguridad que deberán poseer un grado de protección IP X5 (véase capítulo 23 de esta norma) y ser de material aislante. Para su apertura será necesario el empleo de un útil o herramienta; su unión con los tubos de las canalizaciones debe conservar el grado de protección IP X5 (véase capítulo 23 de esta norma).

Las cajas de conexión utilizadas para establecer las derivaciones del circuito general de

distribución hasta las luminarias, estarán provistas de manguitos u otros sistemas equivalentes que hagan estanca su unión con los tubos de las canalizaciones. Estas cajas se colocarán, como mínimo, a una altura de 0.20 m por encima del terreno, del borde superior de la piscina o del nivel máximo que las aguas puedan alcanzar, según sea el que proporcione mayor elevación de 1.20 m del perímetro de la piscina. No se colocarán por encima del pasillo que rodea a esta, excepto cuando se sitúen en estructuras fijas y siempre que se mantengan las distancias anteriormente señaladas.

3. Luminarias

Las luminarias colocadas bajo el agua en hornacinas o huecos detrás de una mirilla estanca y cuyo acceso solo sea posible por detrás y se instalarán de manera que no pueda haber ningún contacto intencionado o no entre partes conductoras accesibles de la mirilla y partes metálicas de la luminaria, incluyendo su fijación. Podrán instalarse aparatos de alumbrado por debajo de la superficie libre del agua, debiendo cumplirse para ello las siguientes condiciones:

No se utilizarán aparatos que funcionen a más de 12 V.

Las luminarias estarán especialmente concebidas para su colocación en huecos practicados en los muros de la piscina y estarán provistas de manguitos o dispositivos equivalentes que hagan estancas las entradas a las mismas, de los tubos que contengan los conductores de alimentación. Tendrán un sistema adecuado de bloque, que impida sacar de su interior la lámpara sin el empleo de una herramienta especial. Toda parte metálica integrante de las luminarias o de los huecos practicados para su colocación, así como los tubos que contengan los conductores de alimentación, situados por debajo del nivel del terreno, serán de material resistente a la corrosión.

4. Aparamenta y otros equipos

Elementos tales como interruptores, programadores, y cajas de tomacorriente no deben instalarse en los volúmenes 0 y 1.

Se instalarán tomacorrientes en el volumen 2 a 3 m de los bordes de la piscina y las situadas a mayor distancia dentro del área de esta, irán provistas de interruptor de corte omnipolar, que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

No obstante, para las piscinas pequeñas, en las que la instalación de cajas de tomacorrientes fuera del volumen 1 no sea posible, se admitirán cajas de tomacorrientes, preferentemente no metálicas, si se instalan fuera del alcance de la mano (al menos 1.25 m) a partir del límite del volumen 0 y al menos 0.3 metros por encima del suelo, estando protegidas, además por una de las medidas siguientes:

- protegidas por muy baja tensión de seguridad, de tensión nominal no superior a 24 V en corriente alterna o 60 V en corriente continua, estando instalada la fuente de seguridad fuera de los volúmenes 0 y 1;
- protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA
- alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0 y 1

En el volumen 2 se podrán instalar base de tomacorrientes e interruptores siempre que estén protegidos por una de las siguientes medidas:

- muy baja tensión de seguridad, con la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2 protegidas por corte automático de la alimentación mediante un dispositivo de protección por corte diferencial-residual de corriente nominal como máximo igual a 30 mA
- alimentación individual por separación eléctrica, estando la fuente de separación fuera de los volúmenes 0, 1 y 2

En los volúmenes 0 y 1 solo se podrán instalar equipos de uso específico en piscinas, si cumplen las prescripciones siguientes:

- El equipo eléctrico sea inaccesible, por ejemplo, por rejillas que sólo puedan retirarse mediante herramientas apropiadas.
- Se utilicen sólo equipos de clase I ó III o especialmente diseñados para piscinas.
- Las cajas de enchufe no están permitidas en estos volúmenes.

Los equipos destinados a utilizarse únicamente cuando las personas están fuera del volumen 0 se podrán colocar en cualquier volumen si se alimentan por circuitos protegidos por una de las siguientes formas:

- bien por muy baja tensión de seguridad, con la fuente de alimentación de seguridad instalada fuera de las Zonas 0, 1 y 2, o
- bien por desconexión automática de la alimentación, mediante un interruptor diferencial de corriente máxima 30 mA, o
- por separación eléctrica cuya fuente de separación alimente un único elemento del equipo y que esté instalada fuera de la Zona 0, 1 y 2.

Los eventuales elementos calefactores eléctricos instalados debajo del suelo de la piscina se admiten si cumplen una de las siguientes condiciones:

- estén protegidos por muy baja tensión de seguridad, estando la fuente de seguridad instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2, o
- están blindados por una malla o cubierta metálica puesta a tierra o unida a la línea equipotencial suplementaria mencionada en el punto 16.1.2 a) y que sus circuitos de alimentación estén protegidos por un dispositivo de corriente diferencial-residual de corriente nominal como máximo de 30 mA.

16.2. INSTALACIONES PROVISIONALES

Se consideran como instalaciones provisionales, aquellas que deben ser suprimidas o reemplazadas por instalaciones definitivas después de un tiempo relativamente corto.

Existirán dos tipos de instalaciones provisionales, aquellas conectadas directamente a la red pública a través de un empalme provisional, destinado exclusivamente a este fin y aquellas conectadas a instalaciones permanentes que cuentan con un empalme definitivo para su conexión a la red pública.

Estas instalaciones pueden en una medida relacionada con la brevedad de su empleo, ser establecidas de forma más simple que las instalaciones definitivas, siempre que se haya previsto un sistema de protección adecuado con el emplazamiento de la instalación, para garantizar la seguridad de las personas y otros elementos.

Se permitirá la existencia de instalaciones provisionales durante el periodo de construcción, remodelación o demolición de edificios o estructuras, montaje o desmontaje de equipos o en situaciones similares. Toda instalación provisional deberá ser desmontada en el momento en que deje de ser necesaria.

Las condiciones de montaje son las siguientes:

16.2.1. Tableros en instalaciones provisionales

Los alimentadores, circuitos y equipos de una instalación provisional se protegerán y comandarán desde tableros generales, de distribución y comando, según corresponda, los que deban cumplir todas las disposiciones de esta norma que les sean aplicables.

Las instalaciones provisionales conectadas a instalaciones permanentes, podrán alimentarse desde tableros existentes de la instalación base, siempre y cuando en dichos tableros exista capacidad, tanto de potencia disponible como de espacio, y al conectar los consumos provisionales a dichos tableros no se altere su funcionalidad ni sus condiciones de seguridad.

En toda otra circunstancia se deberá alimentar la instalación provisional desde un tablero destinado exclusivamente a estos fines, manteniendo las condiciones de seguridad y funcionalidad definidas en esta norma.

Los tableros se ubicarán de acuerdo a las necesidades de terrenos y se instalarán de tal modo que sean accesibles sólo a personal calificado.

16.2.2. Protecciones

Todos los circuitos y equipos de una instalación provisional deberán protegerse mediante protectores diferenciales.

Se aceptará la omisión de protectores diferenciales en circuitos empleados exclusivamente para iluminación y en los cuales no exista tomacorrientes.

No se podrá utilizar el sistema de tierra de protección en instalaciones provisionales.

16.2.3. Canalizaciones

Todas las instalaciones provisionales, exceptuando los tendidos subterráneos, deberán canalizarse a la vista, utilizando alguno de los sistemas prescritos en el capítulo 7 de esta norma o los que se señalan a continuación.

Para instalaciones provisionales cuya duración no exceda treinta días se permitirá usar a la intemperie conductores con aislación no aprobadas para tales condiciones.

Se permitirá llevar conductores de distintos circuitos o servicios en un mismo ducto, siempre que respeten las condiciones establecidas en 7.2.2 de esta norma, referido al número máximo de conductores.

Se aceptará el tendido aéreo de cables multiconductores o grupos de conductores unifilares convenientemente amarrados en haces y sujetos a catenarias de acero, con alturas de montaje fijadas según las condiciones de terreno, pero en ningún caso inferior a 2.50 m.

16.3. INSTALACIONES TEMPORALES, OBRAS

En las instalaciones de carácter temporal como son las destinadas a verbenas, pabellones de ferias, carruseles, espectáculos de temporada, etc., así como las destinadas a obras de construcción de edificios o similares, se utilizarán materiales particularmente apropiados a estos montajes y desmontajes repetidos.

Estas instalaciones cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación, así como las particulares siguientes:

- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores, serán de 600 V de tensión nominal como mínimo y los utilizados en instalaciones interiores serán del tipo flexible aislados con elastómeros o plástico de 600 V como mínimo, de tensión nominal.
- Las partes activas de toda la instalación, así como las partes metálicas de los mecanismos de interruptores, fusibles, tomacorriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.
- Los aparatos y material utilizados presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

16.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES

Se consideran inmuebles educacionales a escuelas, colegios, universidades, academias de enseñanza, talleres de capacitación, institutos y todo aquel lugar donde se practique el arte de la enseñanza.

Las instalaciones eléctricas de los inmuebles educacionales deberán cumplir con los siguientes requisitos, además de lo indicado anteriormente en lo que les sea aplicable:

- e) Deberán tener semáforo de señalización óptica y acústica para indicar la salida de alumnos.
 - f) Los inmuebles educacionales con más de dos recintos destinados a la función de aula, deberán poseer alimentación trifásica con neutro.
 - g) En los inmuebles de más de una planta, deberá preverse un tablero seccional, como mínimo, por piso.
 - h) Todos los tableros tanto el principal, como los seccionales, como el principal y el seccional unificados, si existiera, deberá ser instalado preferentemente en recintos a los que no tengan acceso los alumnos. Los mismos no deberán tener los accionamientos de los dispositivos a la vista, es decir que deberán contar con puerta ciega y dispositivos que permitan su cierre mediante cerradura o candados.
 - i) Todos los circuitos seccionales deberán estar protegidos por interruptores diferenciales de corriente diferencial de fuga de 300 mA, preferentemente selectivos e interruptores termomagnéticos cuya curva de disparo facilite la selectividad.
 - j) Todos los restantes circuitos sin excepción, deberán estar protegidos por interruptores diferenciales de corriente diferencial de fuga de 30 mA o menor e interruptores termomagnéticos.
 - k) No se permite la utilización de fusibles como protección de circuitos.
 - l) En las aulas se deberá instalar un punto de iluminación cada 7.5 m², como mínimo dos, distribuidas simétricamente para obtener una iluminación uniforme sobre el plano de trabajo de 300 lux promedio, como mínimo.
 - m) Las luminarias de las aulas no deberán llevar las lámparas a la vista razón por lo cual deberán estar protegidas con una cubierta de material sintético traslúcida o transparente, o bien con rejilla protectora.
 - n) En las aulas se deberá prever, como mínimo, dos puntos para tomacorrientes dobles, distribuidas sobre dos paredes no ocupadas por el pizarrón principal, a una altura de 2.3 m del piso terminado (por ejemplo para ventiladores) y dos puntos para tomacorrientes dobles sobre la pared del pizarrón.
- Uno de estos últimos puntos deberá ubicarse entre 20 y 40 cm del piso terminado, debajo del pizarrón o en su cercanía (para equipos de computación y/o proyección), y el restante por encima del pizarrón, a 2.3 m del nivel del piso terminado o de no ser posible en una ubicación cercana (para equipos de video o TV).
- o) Todos los tomacorrientes deberán llevar pantalla de protección a la inserción de cuerpos extraños.
 - p) Cada aula debe estar alimentada por dos circuitos de iluminación (que podrán ser compartidos con otras aulas siempre que no supere la potencia total instalada establecida para este tipo de circuito).
 - q) Cada aula debe estar alimentada por dos circuitos de tomacorrientes (que podrán ser compartidos con otras aulas siempre que no supere la potencia total instalada establecida para este tipo de circuito).
 - r) En los casos que en el establecimiento exista alimentación trifásica, deberán derivarse los circuitos de iluminación de cada aula de fases diferentes. De la misma forma uno de los circuitos de tomacorrientes deberá derivarse de la tercera fase. Se procurará mantener el sistema trifásico lo mas equilibrado posible con una adecuada distribución de circuitos.

- s) Los dos circuitos independientes de iluminación de cada aula dependerán de interruptores diferenciales diferentes. De igual manera, los dos circuitos independientes de tomacorrientes de cada aula dependerán de interruptores diferenciales distintos, no pudiendo en ningún caso compartir un interruptor diferencial circuitos de iluminación y tomacorrientes.
- t) En las instalaciones de iluminación de campos de deportes o patios de juego a la intemperie, las luminarias deberán poseer un grado de protección mínima IP 55 (véase capítulo 23 de esta norma) y estar puestas a tierra y en caso de estar montadas sobre columnas metálicas, éstas deben estar puestas a tierra, con una resistencia menor o igual a 10Ω .
- u) Las luminarias a instalar en los patios de juego o gimnasios interiores deben incorporar una pantalla metálica de protección mecánica (rejilla) que las proteja de los impactos.
- v) Las instalaciones de iluminación de gimnasios, patios de juego, campos de deporte, etc. Deben ser alimentadas por circuitos independientes.
- w) En los casos en que el establecimiento educativo disponga de laboratorios de computación, la alimentación y la protección será realizada por circuitos independientes de las aulas y otras dependencias, debiéndose tener en cuenta que se recomienda no conectar más de 6 computadoras por cada circuito, debido a que una mayor cantidad puede producir disparos intempestivos de los interruptores diferenciales.
- x) En todo establecimiento educativo se debe prever iluminación de emergencia de escape con luminarias y señalizadores autónomos, la alimentación de estos circuitos debe realizarse en forma independiente de todo otro circuito y el interruptor diferencial de cada uno de ellos no debe ser compartido con otros circuitos.

17. INSTALACIONES ELÉCTRICAS COMPLEMENTARIAS

17.1. GENERALIDADES

(Véase normas específicas para instalaciones eléctricas complementarias).

Se consideran instalaciones complementarias, todas aquellas que forman parte de un proyecto de instalación eléctrica y que no son de iluminación, tomacorrientes o fuerza.

Entre estas instalaciones se mencionan las siguientes:

- Instalaciones telefónicas
- Instalaciones de intercambiadores (intercomunicadores)
- Instalaciones de portero eléctrico
- Instalaciones de timbre, zumbador, campanilla, etc.
- Instalaciones de televisión en general
- Instalaciones de alarmas en general
- Instalaciones de radio en general
- Instalaciones de llamada pública o de buscapersonas
- Instalaciones de sonido, amplificación y megafónicas en general
- Instalaciones de música ambiental
- Instalaciones de señalización, comando y control.
- Instalaciones de aire acondicionado
- Instalaciones de refrigeración o calefacción

En instalaciones destinadas a uso doméstico, ningún circuito de este tipo, deberá trabajar con tensiones superiores a 220 V en corriente alterna o 125 V en corriente continua.

Deberán tomarse en cuenta condiciones de operación e instalación específicas, a fin de evitar interferencias de sistemas de fuerza, distribución, señalización o control, sobre sistema de comunicación, televisión, etc.

Instalaciones de electroacústica de cines, teatros, auditorios o locales cerrados en general, deben considerar necesariamente aspectos de absorción y reverberación acústicas, para determinar las potencias de los parlantes y amplificadores.

17.2. INSTALACIONES TELEFÓNICAS

El proyecto de instalación telefónica, debe considerar la instalación interna de puntos de teléfono en todos los departamentos, oficinas, locales comerciales y demás dependencias del inmueble, donde se considere necesario.

El citado proyecto, debe considerar una reserva conveniente en todo el inmueble; como mínimo un 30% del total estimado.

Las instalaciones internas del inmueble, deben centralizarse en cada piso en cajas de dispersión.

Las cajas de dispersión, se instalarán cerca de los centros de carga y/o en los lugares que se juzgue conveniente.

Las cajas de dispersión deben contar con terminales de conexión en la cantidad necesaria.

Todas las instalaciones internas del inmueble, deben estar centralizadas a su vez, en lo que será la caja terminal telefónica del inmueble.

Todos los pares telefónicos de la instalación interna del inmueble, se denominarán "pares salientes de la caja terminal telefónica".

La caja terminal telefónica, debe estar ubicada en la planta baja, sótano o un lugar de fácil acceso al personal técnico de la empresa telefónica local.

La caja terminal telefónica, debe ser de construcción metálica y acabado anticorrosivo.

El acceso frontal debe ser por puertas con bisagras y provistas de elementos de seguridad.

La caja terminal telefónica, debe ser instalada a una altura de 1.40 m. Entendiéndose esta altura, desde el piso al punto medio de la caja. La caja terminal telefónica, debe contar con entradas para cables multipares con un diámetro de 50 mm.

Dichas entradas para cables multipares, deben tener empaquetadura de material apropiado y membranas perforables, para evitar entrada de polvo.

Las entradas de cable, deberán estar ubicadas en la parte superior e inferior de la caja terminal, respectivamente.

Los pares pertenecientes al cable telefónico de acometida, se denominarán "pares entrantes" a la caja terminal telefónica.

La caja terminal telefónica, deberá alojar en su interior, los bloques terminales que corresponderán al inmueble y a la telefónica local, respectivamente.

Los bloques terminales que corresponderán al inmueble y a la empresa telefónica local, deberán ser provistos e instalados por los constructores o propietarios del inmueble.

Los bloques terminales, deberán estar fijados a la pared posterior de la caja terminal telefónica.

Los pares "entrantes y salientes" deberán estar conectados a bloques terminales "independientes". Los bloques terminales, deberán ser de 10 pares (20 puntos de conexión).

Los bornes de los bloques terminales, pertenecientes a los "pares salientes", deben estar perfectamente identificados con los departamentos, oficinas, locales comerciales y demás dependencias, así como los pares de reserva deben estar adecuadamente marcados para su fácil identificación.

Los bornes de los bloques terminales, pertenecientes a los "pares entrantes", serán identificados y marcados por el personal técnico de la empresa telefónica.

Las conexiones de los "pares salientes" a los bornes de los bloques terminales, deberán soldarse de tal manera que garanticen una perfecta conexión.

En los conductores de la instalación interna del edificio, "pares salientes", debe ejecutarse un "peine", de tal manera que presente un aspecto estético y sobre todo ordenado.

Las instalaciones internas del edificio que comprenden, desde la caja terminal telefónica hasta las dependencias del usuario, deberán ser probadas por el instalador y cumplir los siguientes requisitos:

- Perfecta continuidad
- Resistencia de aislación superior a 500 MΩ
- Resistencia de conductor inferior a 64Ω.

De ser necesario, deberá construirse una "cámara telefónica" en la entrada del inmueble.

Los pernos de gancho para el anclado de las riostras y demás ferretería, deberán ser proporcionados por la constructora o el propietario del inmueble.

Para la ubicación exacta de la "cámara telefónica", se deberá consultar y coordinar con la empresa telefónica local.

La caja terminal y la cámara telefónica, se deben unir mediante un ducto de vinilo de 50 mm a 75 mm de diámetro nominal, esto con el objeto de dar una adecuada protección al cable telefónico de acometida.

El ducto de unión, en lo posible, deberá ser instalado en forma recta, evitando las curvas y codos.

En caso de tener que formar curvas y codos en los ductos, el radio de los mismos, no deberá ser menor a diez veces el diámetro nominal de los ductos.

El ducto deberá ser instalado sin ondulaciones, de modo que no obstaculice el paso de los cables ni permita la acumulación de agua o sedimentos.

La cámara telefónica del inmueble, a su vez, deberá unirse con una de las cámaras de la empresa telefónica local o, efectuar la instalación de una subida de cable a un poste o pared más próximo, con el objeto de enlazar la red del inmueble a la red telefónica.

La unión entre cámaras o la subida a poste o pared, se efectuará mediante ducto de vinilo o fierro fundido de 50 mm a 75 mm de diámetro nominal.

Según los requerimientos deberá asegurar la protección y el fácil paso del cable de acometida a instalarse.

El ducto de unión, deberá ser colocado sobre una capa de arena o tierra cernida de 10 cm de altura.

El ducto de unión, deberá ser colocado a una profundidad no menor a 60 cm de la superficie.

Una vez colocado el ducto, la zanja se rellenará con arena o tierra cernida hasta 10 cm sobre el ducto, prosiguiendo el relleno, por capas de 0.2 m de espesor, debidamente apisonadas y compactadas.

Finalmente, deberá efectuarse la reposición del piso de la calzada, de acuerdo a normas.

Las entradas del ducto a las cámaras, deben tener un acabado fino (bruñido interior) en forma de trompeta, que permita el fácil ingreso del cable.

Concluidos los anteriores trabajos, se taparán con papel u otro material apropiado las bocas de los ductos, para evitar que materiales de construcción u otros, los obstruyan, así de esta manera se asegura un fácil cableado por el interior de los ductos.

Cuando todos los ductos y accesorios estén instalados, se debe proceder a la limpieza total de la cámara y demás instalaciones

Se deberá dejar en el interior de los ductos, alambre de arrastre, de acero galvanizado N° 16.

17.3. INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Para ciertos tipos de instalaciones en locales de pública concurrencia, instalaciones en oficinas, comercios, talleres, naves industriales, teatros, cines, almacenes, asilos de ancianos, hospitales y hoteles, se exigirá la instalación de sistemas de protección y contra incendios.

Estas instalaciones tienen por objeto informar oportunamente a una central, con el fin de que se combata el fuego, antes de que los daños tomen grandes proporciones. Deben adaptarse a las condiciones y que se disparen automáticamente. Estos sistemas podrán ser:

- a) De alarma accionada eléctricamente, cuando el sistema de combate de incendio sea previsto por medios manuales o semimecanizados.
- b) De alarma y accionamiento de sistemas mecanizados automatizados de combate contra incendio.

Los pulsadores de aviso deben colocarse en lugares visibles y accesibles (por ejemplo en escaleras y pasillos) y de manera que permitan su comprobación permanente.

Los avisadores automáticos se montan directamente en el techo. En los cielos falsos se han de disponer de tal manera que las partes internas puedan extraerse y colocarse con la herramienta correspondiente, sin que el personal de servicio necesite emplear escaleras. Si en los techos falsos se emplean zócalos bajo revoque, el servicio de mantenimiento ha de poder controlar las conexiones en las borneras, desmontando para ello una placa adyacente del techo.

En lugares de techo muy alto, por ejemplo, en naves de fábricas y museos, es conveniente montar los avisadores, suspendidos al extremo de un conductor desplazable de suficiente longitud, enrollado en un carrete; para inspeccionar los avisadores, se hacen descender los mismos.

Todos los puntos de conexión de líneas, por ejemplo de las cajas de empalme, deben ser accesibles al servicio de asistencia.

Los cables empleados en estas instalaciones deben ser marcados especialmente en las canalizaciones (cuando se encuentren justamente con otros conductores), por ejemplo, pintando las borneras de rojo; del mismo modo y color han de señalarse por dentro las cajas de empalme y las canalizaciones.

Un sistema de instalaciones contra incendios, deberá estar necesariamente coordinado con la operación de sistemas de ventilación, aire acondicionado, oxígeno, circulación y almacenamiento de combustible, de modo que la acción del sistema bloquee a los sistemas que eventualmente pueden aumentar el riesgo o el daño por incendio.

Se recomienda incorporar al sistema de alarma y/o combate de incendio, un sistema electrónico, con altavoces que puedan formar parte de un sistema de buscapersonas o de llamadas públicas, con instrucciones pregrabadas para los ocupantes del edificio, a partir de un punto central desde el cual se puede dar instrucciones a los ocupantes del edificio.

Este sistema, así como los de alarma en general, podrán ser globales o zonificados.

Las instalaciones de protección de locales y contra incendios, se abastecerán por medio de un dispositivo de conexión a la red, montado en la central. Como fuente auxiliar independientemente se empleará una batería externa, que se cargue permanentemente a partir del dispositivo de conexión a la red. La capacidad del servicio suplementario será de por los menos 60 horas en caso de falla en la red, que pueda reducirse a 30 horas cuando la avería puede registrarse en breve tiempo, por ejemplo, si la central de alarma está montada en una portería vigilada permanentemente y cuando puedan eliminarse las perturbaciones en el suministro de corriente en un tiempo reducido.

17.4. SISTEMAS DE PROTECCIÓN DE PERSONAS Y OBJETOS DE VALOR

Las instalaciones de protección de locales que sirven para protección de personas y objetos de valor, deben ser de gran eficiencia contra falsas alarmas por errores de manejo o por perturbaciones técnicas. Por ello, tienen que ser proyectadas por especialistas y su montaje y mantenimiento se han de encargar a personal especializado. Entre las instalaciones de protección de locales, figuran las de robo y atraco. Frecuentemente están comunicadas y unidas a través de líneas telefónicas, con la policía.

Las instalaciones de alarma contra robo, comunican automáticamente la entrada indebida de cuerpos extraños en los locales a proteger (oficinas, locales comerciales, fábricas, almacenes, museos, galerías, etc.).

En todos los accesos a los locales a proteger se instalarán alarmas adecuadas -los llamados detectores- que están unidos con una central de seguridad a través de uno o varios circuitos de protección, vigilados por corriente de reposo. Si se accionan los avisadores en caso de robo, la central emite una alarma que se registrará en el lugar deseado, óptica y acústicamente.

Como aparatos de alarma se utilizan timbres o sirenas, cuyas conexiones se protegen por medio de contactos especiales.

Frecuentemente, se transmite la alarma en forma "silenciosa" automáticamente a un puesto de socorro, por ejemplo, al puesto de policía más próximo.

La protección de objetos se instala generalmente aislado o en combinación con la alarma contra robo. Para tal fin se dispone de detectores de sonido a través de cuerpos detectores por campo y contactos magnéticos.

Los detectores de sonido a través de cuerpos y sus micrófonos, se instalan, por ejemplo, para proteger cajas fuertes y cámaras acorazadas. Estas alarmas son, micrófonos sensibles, que solo detectan ruidos transmitidos a través de cuerpos y no por el aire.

Un cierto número de detectores, en proporción al tamaño del objeto, se instala fijamente o a través de un soporte.

Los detectores entran en acción, tan pronto como se produzcan ruidos de taladradoras o similares.

Cerca de los objetos se montan detectores de campo, constituidos por electrodos, entre los que se establece un campo electromagnético.

Una persona que entre en la zona protegida provoca una variación del campo, lo que dispara la alarma.

Los objetos de metal - armarios y estanterías metálicas - pueden protegerse de un modo más discreto, debido a que ellos mismos pueden servir de electrodos.

Los objetos se colocan aislados y las superficies de las paredes y del suelo inmediatas al objeto se recubren con un pantalla metálica que sirve de puesta a tierra. El campo electromagnético se establece entre el objeto y la pantalla de puesta a tierra.

Las instalaciones de alarma contra atracos, por ejemplo, en establecimientos bancarios, museos y mostradores de joyería, se accionan intencionadamente.

Para el accionamiento manual se utiliza un pulsador, el mismo que deberá instalarse de tal manera de posibilitar su accionamiento, sin tener que hacer movimientos sospechosos.

Se pueden disponer también otros dispositivos de protección de locales, como interruptores secretos que sirven para activar la instalación, después de abandonar el local. Tienen varias posibilidades de ajuste.

A fin de que no se pueda entrar en un espacio protegido, antes de que esté desconectada la instalación, se instala en las puertas, una cerradura de bloqueo. Las puertas que solo pueden abrirse desde dentro, han de proyectarse con un contacto en el pestillo. Esto impide que se active la alarma cuando la puerta no está cerrada.

La conexión con la policía o con algún otro puesto de vigilancia, se efectúa a través de dispositivos suplementarios. En el sector telefónico se elige automáticamente el número de la policía más próxima y se transmite entonces, por medio de una cinta magnetofónica, un texto grabado.

En caso de que la policía, posea una central para llamadas de emergencia, puede establecer la comunicación, a través de una línea telefónica obligatoriamente, por medio de un avisador principal.

17.5. INSTALACIONES DE BALIZAMIENTO

Edificios, antenas, torres, estructuras y construcciones que tengan una altura comprendida dentro del cono de despegue y/o de aproximación del aeropuerto, deberán tener al menos una baliza con luz de obstrucción de color rojo, alimentado por un circuito independiente de toda la instalación y provisto de una fuente de energía eléctrica de emergencia, de manera que se garantice la disponibilidad de servicio de la luz de obstrucción, durante toda una noche. Además se deberá prever facilidades de encendido y apagado para operación, cuando así se requiera.

18. INSTALACIONES DE ALUMBRADO O ILUMINACIÓN

18.1. ILUMINACIÓN

18.1.1. Generalidades

En el estudio de la iluminación de una instalación eléctrica, se debe hacer consideraciones sobre las exigencias técnicas, decorativas, económicas, constructivas y algunas otras de menos importancia relativa.

Las características de cada tipo de instalación, varían de acuerdo a las necesidades y criterios de los proyectistas, sin embargo deberán utilizarse como mínimo los niveles de iluminación indicados en el Anexo A, a fin de que las personas puedan desarrollar sus actividades en el medio que se ilumina, preservando su salud.

En el cálculo de la iluminación de una instalación, necesariamente se deberá utilizar cualquier programa computacional, donde el proyectista elegirá el programa computacional más conveniente.

18.2. RECEPTORES PARA ILUMINACIÓN

18.2.1. Prohibición de la utilización conjunta con otros sistemas de iluminación

No se permitirá la instalación de ningún aparato, candelabro, araña, etc., en que se utilicen conjuntamente la electricidad y otro aparato de iluminación con fuente de energía diferente a la eléctrica.

18.2.2. Portalámparas

Los portalámparas destinados a lámparas de incandescencia, responderán a las siguientes prescripciones:

- Deberán resistir la corriente prevista para la potencia de las lámparas a las que son destinadas. En consecuencia serán resistentes al calor desprendido por éstas.

- Los portalámparas instalados sobre soportes o aparatos, estarán fijados a los mismos de forma que se evite su rotación o separación de éstos, cuando se proceda a la sustitución de la lámpara.
- Los portalámparas, llevarán la indicación correspondiente a la tensión e intensidad nominales para las que han sido previstas.

18.2.3. Instalaciones de lámparas

Para la instalación de lámparas se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas, utilizando para ello los conductores que llevan corriente a los mismos. El elemento de suspensión, en caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Excepcionalmente se permitirá que los conductores soporten exclusivamente el peso del receptor, cuando éste no sea superior a 0.5 kg, que las características de los conductores estén de acuerdo con este peso y siempre que no presenten empalmes en el trozo sometido a tracción.

18.2.4. Instalaciones de tubos de descarga

Queda prohibido en el interior de la vivienda, el uso de lámparas de gases con descarga de alta presión.

En general, cuando se instalen en terrazas, fachadas o en el interior de edificios comerciales o industriales, se dispondrán de forma que, tanto ellas como sus conexiones, queden fuera del alcance de la mano.

Las lámparas o tubos de descarga, se instalarán de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- Cualquier receptor o conjunto de receptores consistentes en lámparas o tubos de descarga, será accionado por un interruptor de capacidad no menor a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores. Si el interruptor accionara a la

vez lámparas de incandescencia, su capacidad será como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas, más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

- Los circuitos derivados de alimentación de lámparas o tubos de descarga, estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas. La carga mínima prevista en VA, será de 1.8 veces la potencia en Watt de los receptores.

En el caso de la utilización de lámparas fluorescentes en instalaciones residenciales, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta el valor mínimo de 0.9.

18.2.5. Sistemas de cableado

Cuando se instala una luminaria suspendida, los accesorios de suspensión deben ser capaces de soportar cinco veces el peso de la luminaria a conectar, y no menos de 25 kg.

El cable o cordón entre el dispositivo de suspensión y la luminaria debe ser instalado sin solicitaciones de torsión y tensión excesivas de forma tal que no se vean afectados los conductores, ni los terminales, bornes o uniones.

18.3. EQUIPOS AUXILIARES

En el caso de luminarias que se monten embutidas en cielos rasos suspendidos, los equipos auxiliares, balastos, capacitares, transformadores, etc. De cada luminaria deberán instalarse sobre una bandeja o bastidor que forme parte de la luminaria y por lo tanto apoye en ella o se deberán apoyar sobre un bastidor construido al efecto o se deberán suspender al techo por arriba del cielo raso en la cercanía de la luminaria a la que alimenta, debiéndose asegurar el fácil acceso para reemplazo o mantenimiento: en ningún caso se permitirá que los equipos auxiliares apoyen directamente sobre el cielo raso.

En el caso de que se alimenten varias lámparas reflectoras halógenas dicróicas u otros tipos de lámpara, con muy baja tensión, (por ejemplo 12 V) a través de un transformador reductor que alimenta al conjunto de lámparas, se deberá asegurar la operación de la protección primaria ante un cortocircuito en alguna de las lámparas conectadas al secundario; en caso contrario se deberá proteger el circuito secundario.

18.4. EFECTO ESTROBOSCÓPICO

En el caso de iluminación de locales donde funcionan máquinas con partes en movimiento giratorio, se deberá tomar en cuenta el efecto estroboscópico ya que este puede causar la impresión de que los equipos que están en movimiento parezcan detenidos. Este efecto debe ser evitado por la elección adecuada de las luminarias, los equipos auxiliares y por la correcta realización de la instalación (por ejemplo, alimentación alternada de luminarias de distintas fases, en casos de instalaciones trifásicas, u otros métodos de eliminación del efecto estroboscópico).

19. INSTALACIÓN DE APARATOS DE CALDEO Y UTENSILIOS DOMÉSTICOS

19.1. APARATOS DE CALDEO

19.1.1. Condiciones generales de instalación

En la instalación de aparatos de caldeo se considerará lo siguiente:

- Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aún en el caso de empleo negligente o defectos previsibles.
- Los aparatos de caldeo industrial destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en uso normal no estén bajo vigilancia, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo, antes de alcanzar una temperatura peligrosa.
- En instalaciones de caldeo no se permiten conductores con una sección menor al del Nº 12 AWG. Los aparatos de caldeo mayor a 1 kW se gobernarán con un interruptor que desconecte todas las líneas de alimentación, colocadas en el mismo aparato o externas a él.
- En instalaciones de caldeo, se aceptará como máximo una corriente de 30 A por circuito y 5 aparatos por circuito. Para aparatos de más de 30 A, se deberá ejecutar un circuito especial e independiente cada uno.
- Se recomienda el uso de cordón flexible, aislado con goma, asbesto y/o algodón, para alimentar todo aparato de caldeo de más de 500 W.
- Todo aparato de calefacción llevará indicación en forma visible, de su capacidad en Watt o Ampere, su tensión nominal de trabajo y nombre del fabricante.
- Se recomienda que todo aparato de caldeo o utensilio doméstico, tenga dispositivo de señalización o alarma para advertir que el aparato está en funcionamiento.

- Todo aparato productor de agua caliente o vapor, estará provisto de un termostato que regule la temperatura en el fluido; los que sean de acumulación dispondrán, además de un limitador de temperatura cuyo funcionamiento, independiente del termostato, interrumpa la corriente en el circuito eléctrico cuando la temperatura en el agua o en el recipiente que lo contiene, alcance un valor sensiblemente superior a la del funcionamiento del termostato.

19.1.2. Calentadores de agua

- Los termos o calentadores de agua, se comandarán con interruptores automáticos, que se ubicarán en puntos de fácil manejo.
- La cuba o caldera metálica y el armazón metálico de los calentadores de agua, deberán ser puestos a tierra. La capacidad nominal del conductor de puesta a tierra, no deberá ser inferior a la del conductor mayor de alimentación, con una sección mínima correspondiente al conductor Nº 12 AWG.

Los calentadores de agua, en los que ésta forma parte del circuito eléctrico, no serán utilizados en instalaciones para uso doméstico ni cuando hayan de ser utilizados por personal no especializado.

Para la instalación de estos aparatos, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- a) Estos aparatos se alimentarán solamente con corriente alterna a frecuencia igual o superior a 50 Hz.
- b) La alimentación estará controlada por medio de un interruptor automático construido e instalado de acuerdo con las siguientes condiciones:
 - Será de corte omnipolar simultáneo

- Estará provisto de dispositivos de protección contra sobrecargas en cada conductor que conecte con un electrodo.
 - Estará colocado de manera que pueda ser accionado fácilmente desde el mismo emplazamiento donde se instale, bien directamente o bien por medio de un dispositivo de mando a distancia. En este caso se instalarán lámparas de señalización que indiquen la posición de abierto o cerrado del interruptor.
- c) La cuba o caldera metálica se pondrá a tierra y, a la vez, se conectará a la cubierta y armadura metálica, si existen, del cable de alimentación. La sección del conductor de puesta a tierra de la cuba, no será inferior a la del conductor de mayor sección de la alimentación, con un mínimo de 4 mm².
- d) Según el tipo de aparato se satisfarán, además, los requisitos siguientes:
- Si los electrodos están conectados directamente a una instalación trifásica a más de 440 V, debe instalarse un interruptor diferencial que desconecte la alimentación a los electrodos cuando se produzca una corriente de fuga a tierra superior al 10 % de la intensidad nominal de la caldera en condiciones normales de funcionamiento. Podrá admitirse hasta un 15 % en dicho valor si en algún caso fuera necesario para asegurar la estabilidad y el funcionamiento de la misma. El dispositivo mencionado debe actuar con retardo para evitar su funcionamiento innecesario en el caso de un desequilibrio de corta duración.
 - Si los electrodos están conectados a una alimentación con tensiones de 50 a 440 V, la cuba de la caldera estará conectada al neutro de la alimentación y a tierra. La capacidad nominal del conductor neutro no debe ser inferior a la del mayor conductor de alimentación.

19.1.3. Calentadores provistos de elementos de caldeo desnudos, sumergidos en el agua

Queda prohibido el empleo, para usos domésticos, de aparatos provistos de elementos de caldeo desnudos, sumergidos en agua. Se admiten en instalaciones industriales, siempre que no pueda existir una diferencia de potencial superior a 24 V, entre agua caliente de salida o partes metálicas accesibles en contacto con ella y los elementos conductores situados en su proximidad, que no conste que estén aislados de tierra.

19.1.4. Aparatos de caldeo por aire caliente

Los aparatos de caldeo por aire caliente, con ventilador, estarán contruidos de manera que su elemento de caldeo solo pueda ponerse en servicio después de hacerlo el ventilador correspondiente y cese aquel cuando el ventilador deje de actuar.

Los aparatos fijos llevarán además, dos limitadores de temperatura, independientes entre sí, que impidan una elevación excesiva de ésta, en los conductores de aire.

No deberán instalarse en nichos o cajas contruidas o revestidas de materiales combustibles.

Deberán instalarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante en lo relativo a la distancia mínima a las paredes, suelos u otras superficies u objetos combustibles.

En ausencia de tales instrucciones deberán instalarse manteniendo una distancia mínima de 8 cm a las partes anteriores, salvo en el caso de aparatos de calefacción con elementos calefactores luminosos colocados detrás de aberturas o rejillas, en los cuales la distancia entre dichas aberturas y elementos combustibles será como mínimo de 50 cm.

19.1.5. Cocinas y hornillas

Las cocinas y hornillas serán conectadas a su fuente de alimentación por medio de interruptores de corte omnipolar, tomacorriente u otro dispositivo de igual característica, destinados únicamente a los mismos.

Los aparatos de cocción y hornos que incorporen elementos incandescentes no cerrados no se instalarán en locales que presenten riesgo de explosión.

Las partes accesibles de los hornos que pueden alcanzar una temperatura peligrosa deben estar dotadas de un dispositivo de protección o de visibles señales de atención con una inscripción.

19.1.6. Aparatos para soldadura eléctrica por arco

Los aparatos destinados a soldadura eléctrica, cumplirán en su instalación y utilización las siguientes prescripciones:

- a) Las masas de estos aparatos estarán puestas a tierra.

Será admisible la conexión de uno de los polos del circuito de soldeo a estas masas, cuando, por su puesta a tierra, no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa.

En caso contrario, el circuito de soldeo estará puesto a tierra únicamente en el lugar de trabajo.

- b) Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos manuales de soldar, estarán cuidadosamente aislados.
- c) Cuando existan en los aparatos, ranuras de ventilación, estarán dispuestas, de forma que no se pueda alcanzar partes bajo tensión de interiores.

- d) Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación, así como un dispositivo de protección contra sobrecargas, regulado, como máximo, al 200 por ciento de la intensidad nominal de su alimentación, excepto en aquellos casos en que los conductores de este circuito, estén protegidos por un dispositivo igualmente contra sobrecargas, regulado a la misma intensidad.

- e) Las superficies exteriores de los portaelectrodos manejados a mano y en todo lo posible sus mandíbulas, estarán completamente aisladas.

Estos portaelectrodos, estarán provistos de discos o pantallas que protejan la mano de los operarios contra el calor proporcionado por los arcos.

- f) Las personas que utilicen estos aparatos, recibirán las consignas apropiadas para:

- Hacer inaccesibles las partes bajo tensión de los portaelectrodos cuando no sean utilizados.
- Evitar que los portaelectrodos, entren en contacto con objetos metálicos.
- Unir el conductor de retorno del circuito de soldeo, a las piezas metálicas que se encuentren en su proximidad inmediata.

Cuando los trabajos de soldadura se efectúen en locales muy conductores, se recomienda la utilización de pequeñas tensiones. En otro caso, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar, no será superior a 90 V, valor eficaz para corriente alterna, y 150 V en corriente continua.

20. INSTALACIONES CON MOTORES DE USO INDUSTRIAL

20.1. CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

Los motores de más de 3 HP no deben alimentarse con conductores inferiores al N° 12 AWG de cobre (4 mm²).

La caída de tensión en toda la longitud del circuito no deberá exceder el 3% de la tensión nominal de alimentación (véase 5.2.2 de esta norma).

Los motores estarán contruidos o se instalarán de manera que la aproximación a sus partes en movimiento, no puedan ser causa de accidente.

Los motores deben instalarse en condiciones que permitan una adecuada ventilación y un fácil mantenimiento.

Los motores no estarán en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la combustión de cualquiera de estos combustibles.

En general, la distancia mínima entre un motor y materias combustibles será:

- 0.50 m si la potencia nominal del motor es inferior o igual a 1 kW.
- 1.0 m si la potencia nominal del motor es superior a 1 kW.

En particular, si se trata de un motor con carcasa completamente cerrada o encerrado en un armario de materia incombustible, las distancias antes indicadas podrán ser menores.

El armario no perjudicará la refrigeración del motor y si es de un material, buen conductor del calor, se situará a 1 cm, como mínimo, de las partes combustibles.

Los motores abiertos que tengan anillos rozantes no podrán instalarse en lugares en que existan materiales combustibles.

En ambientes en que existan polvos o fibras en suspensión y que estos puedan depositarse sobre los motores en cantidades que impidan su normal ventilación o enfriamiento, deberán utilizarse motores cerrados, que no se sobrecalienten en dichas condiciones. Para casos extremos se deberá instalar un sistema cerrado de ventilación para el o los motores o se les instalara en un recinto separado, a prueba de polvo.

20.2. CONDUCTORES DE CONEXIÓN

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, serán los siguientes:

20.2.1. Motores solos

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque -conductores secundarios- deberán dimensionarse para el 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección de acuerdo a la tabla 42:

Los tiempos indicados en la tabla 42, son los periodos en los cuales los motores por su diseño alcanzan su temperatura nominal de trabajo y pueden operar; cumplido ese periodo necesitan un intervalo de refrigeración.

20.2.2. Varios motores

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Tabla 42 Factores de dimensionamiento de alimentación de motores de régimen no permanente

Tipo de régimen	Periodo de funcionamiento			
	5 minutos	15 minutos	30 – 60 minutos	Mas de 60 minutos
Breve duración (operación de válvulas o descenso de rodillos y otros similares)	1.1	1.2	1.5	
Intermitentes (bombas, ascensores, montacargas, puentes levadizos, máquinas herramientas, tornamesas, etc.)	0.85	0.85	0.9	1.4
Periódicos (rodillos, laminadores, etc.)	0.85	0.9	0.95	1.4
Variables	1.1	1.2	1.5	2

20.2.3. Carga combinada

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores, deberán ser previstos para la intensidad total requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

En el tablero origen del circuito de alimentación, la línea deberá tener protección contra cortocircuitos, propia o compartida con los motores que dependen de esa línea. Los motores deberán contar con protección dedicada y específica contra las sobrecargas.

20.3. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todo motor deberá llevar incorporado un dispositivo para abrir el circuito cuando circule una corriente mayor del 125 % de la corriente nominal.

Para las protecciones de motores se deberá utilizar una adecuada combinación de elementos, en forma separada o integrada, que asegure la maniobra y la protección contra sobrecargas, cortocircuito y faltas de fase.

Los motores de potencia nominal superior a 0.75 kW y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección, ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión de una de sus fases.

En el caso de motores con arranque estrella-triángulo, la protección asegurará a los circuitos, tanto para la conexión de estrella como para la de triángulo.

En el caso de motores polifásicos deberá utilizarse un dispositivo sensible o que detecte la falta de una fase y que interrumpa el circuito de alimentación frente a la ausencia de ésta.

Las características de los dispositivos de protección estarán de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para éstos.

Los fusibles y los interruptores automáticos no son aplicables a la protección contra sobrecargas de motores.

Los motores portátiles, siempre que su potencia sea inferior a 1 kW, podrán no estar protegidos contra sobrecargas.

Cuando la instalación consista en un único motor podrá usarse como interruptor de desconexión, el del tablero de distribución, siempre que esté ubicado con vista al motor.

20.4. PROTECCIÓN CONTRA LA FALTA DE TENSIÓN

Los motores estarán protegidos contra la falta de tensión, por un dispositivo de corte automático de la alimentación, para evitar accidentes cuando arranque espontáneamente el motor, como consecuencia de un restablecimiento de la tensión.

Dicho dispositivo puede formar parte del de protección contra las sobrecargas o del de arranque y puede protegerse más de un motor, si se da una de las circunstancias siguientes:

- Los motores a proteger están instalados en un mismo local y la suma de potencias absorbidas no es superior a 10 kW.
- Los motores a proteger están instalados en un mismo local y cada uno de ellos queda automáticamente en el estado inicial de arranque, después de una falta de tensión.

Cuando el motor arranque automáticamente en condiciones pre-establecidas, no se exigirá el dispositivo de protección contra la falta de tensión por el sistema de corte de la alimentación, pero debe quedar excluida la posibilidad de un accidente en caso de arranque espontáneo. Si el motor tuviera que llevar dispositivos limitadores de potencia absorbida en el arranque, será obligatorio, para quedar incluidos en la anterior excepción, que los dispositivos de arranque vuelvan automáticamente a la posición inicial al originarse una falta de tensión y parada del motor.

20.5. ARRANQUE DIRECTO

No se admitirá arranque directo, a plena tensión, en motores asíncronos en jaula de ardilla de potencia mayor a 5 HP en 220 V o en 380 V, a fin de no perturbar el funcionamiento de sus redes de distribución.

Para la elección adecuada del método de arranque, se deberá estudiar en todos los casos, las perturbaciones que se puedan producir en la instalación.

Para una instalación existente el sistema de arranque a elegir será aquel que asegure que la caída de tensión en la red no alcance valores inadecuados para otros equipos conectados en el circuito. Cuando se trate de una instalación nueva, esta será proyectada de manera de disminuir las perturbaciones eléctricas en sí misma y en el resto de la instalación por medio de una adecuada elección de la sección del conductor y los métodos de protección y arranque del motor.

20.5.1. Circuito de control de motores

Se entenderá por circuito de control de motores aquel circuito que lleva señales eléctricas de mando para el motor o conjunto de motores pero a través del cual no circula la corriente de alimentación. Los conductores y elementos del circuito de control que estén contenidos dentro de la caja del equipo, deberán protegerse con protecciones de cortocircuito cuya capacidad se fijara de acuerdo a la capacidad de transporte de corriente de los conductores o la potencia de consumo de dichos elementos.

No obstante se podrá prescindir de la protección separada del circuito de control, donde la capacidad nominal o la regulación de las protecciones del motor no excedan en dos veces la capacidad de transporte de corriente de los conductores de control o en donde una apertura del circuito de control pueda crear riesgos superiores como en el caso de una bomba de incendio u otros similares.

No será exigencia de los circuitos de control que estén conectados a tierra. Sin embargo, donde esta conexión sea necesaria, el circuito se dispondrá de tal manera que la conexión accidental a tierra no haga partir el o los motores controlados.

Los circuitos de control deben contar con un interruptor que los separe de su fuente de alimentación. En donde se usa, además de su alimentación principal, una fuente independiente de la alimentación exclusiva del circuito de control, dicho interruptor deberá abrir ambas fuentes, simultáneamente, o se colocaran juntos dos interruptores para abrir cada alimentación.

Si se usa un transformador para obtener muy baja tensión para los circuitos de control, este transformador deberá ser desconectado de la alimentación por el interruptor indicado en el párrafo anterior.

20.6. GENERADORES Y CONVERTIDORES

20.6.1. Instalación

Los generadores y convertidores se ajustarán por analogía, a las disposiciones sobre motores.

Se instalarán en locales especialmente destinados al servicio eléctrico o estarán separadas de los lugares donde tengan acceso personas no especializadas, por medio de tabiques adecuados.

Si la instalación tuviera el neutro puesto directamente a tierra y fuera alimentado por un alternador, la puesta a tierra se hará también en el borne correspondiente del alternador.

La instalación generadora estará provista de aparatos de medida, que permitan controlar la tensión e intensidad durante su funcionamiento.

Se tomará las precauciones para evitar los efectos de embalamiento de los generadores y de las posibles sobreintensidades.

20.6.2. Utilización simultánea de grupos generadores y de energía de una red de distribución pública

En aquellas instalaciones en que se disponga de grupos generadores de energía, éstos no podrán ser conectados en paralelo con una red de distribución pública, salvo consentimiento expreso de la empresa suministradora (véase 12.3.6). Sin especial autorización de ésta, la energía deberá utilizarse únicamente en circuitos receptores totalmente independientes o bien disponiendo un sistema adecuado de conmutación que conecte los circuitos o receptores a una u otra fuente de energía.

21. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

21.1. DISPOSITIVOS FUSIBLES

21.1.1. Características

Los fusibles de baja tensión se individualizan con un par de letras, que pueden ser a o g para la primera y L, R, M, Tr, C* o B para la segunda. Los pares más difundidos se clasifican por su uso en:

- gl y gll: Protección de aparatos de maniobra en general.
 - aR: Protección de semiconductores de potencia contra cortocircuitos
 - aM: Protección de motores contra cortocircuitos
 - gTr: Protección completa de transformadores
 - gR: Protección completa de semiconductores
 - gB: Protección de circuitos mineros
 - gC*: Protección de capacitores
- * No normalizado.

Los fusibles de uso general (tipos gl y gll), son fusibles limitadores de corriente, capaces de interrumpir, en condiciones especificadas, todas las corrientes que pueden ocasionar la fusión del elemento fusible, hasta su capacidad de interrupción nominal. Son empleados en la protección de conductores eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los fusibles de respaldo (tipo aM) son fusibles limitadores de corrientes capaces de interrumpir, en condiciones específicas, todas las corrientes entre el menor valor indicado en sus características tiempo corriente y su capacidad de interrupción nominal. Son usados generalmente para proporcionar protección contra cortocircuitos, siendo normalmente utilizados en combinación con otro dispositivo (que proporciona la protección contra sobrecargas y contra los cortocircuitos hasta un determinado valor).

A continuación se definen los valores nominales que deben conocerse.

21.1.1.1. Corriente nominal (del fusible)

Corriente que puede circular por el fusible en forma permanente sin producir su operación, ni elevación de temperatura mayor que la admisible (usualmente entre 65 y 70 °C) ni envejecerlo o apartarlo de su característica de operación.

En otras palabras, es la corriente de servicio del fusible, la cual no lo altera ni modifica en lo más mínimo.

21.1.1.2. Corriente presunta

Es la corriente de cortocircuito que se produciría en el lugar de instalación del fusible cuando se lo reemplaza por una barra de impedancia nula.

21.1.1.3. Capacidad de ruptura

Es la máxima corriente de cortocircuito que el fusible es capaz de interrumpir a tensión nominal.

21.1.1.4. Corriente de paso

Es el máximo valor instantáneo de corriente que el fusible deja pasar, el cual puede ser bastante inferior al que atravesaría el circuito si el fusible no estuviera instalado en él.

21.1.1.5. Tiempo de operación

Es el tiempo que tarda el fusible en interrumpir la corriente de falla. Como los ensayos para determinar estos valores son destructivos y además los fusibles no son siempre exactamente iguales, los valores de la curva característica corriente – tiempo poseen una tolerancia que usualmente es del orden del 5 % al 10 % en términos de corriente.

21.1.1.6. Energía específica

Este término, usualmente indicado como I^2t , representa en cierta medida la energía que el fusible deja pasar en su operación, medida en A^2S , o sea que muestra la sollicitación térmica a

la que estará sometido el equipo protegido, por ejemplo un transformador o semiconductor.

Si se posee el dato del I^2t soportado por el equipo, puede compararse directamente con el del fusible.

21.1.1.7. Tensión nominal (del fusible)

Es la tensión de trabajo, para la cual está definida la capacidad de ruptura, generando en la operación una sobretensión acorde a tal valor de trabajo.

21.1.2. Aplicaciones de fusibles

La aplicación específica de los tipos de fusibles citados previamente se indica con la denominada clase de operación. El conocimiento del significado de la clase de los fusibles es imprescindible a fin de lograr una utilización correcta de los mismos.

Los fusibles podrán ser aplicados en:

- Usos industriales
- Usos domésticos

En los usos industriales deben usarse dispositivos cuyos fusibles solo son accesibles a personas autorizadas y solo podrán ser sustituidos por este personal; los dispositivos no precisan asegurar necesariamente la no intercambiabilidad (entendiéndose por no intercambiabilidad, la propiedad de un dispositivo fusible de no permitir la sustitución de los fusibles por otros no adecuados eléctricamente véase 21.1.3 de esta norma) y la protección contra contactos accidentales con partes vivas.

Para esta aplicación se considera los fusibles gl, gll y aM.

En usos domésticos se emplearán dispositivos cuyos fusibles son accesibles a las personas no calificadas, su montaje deberá ser tal que incluya protección contra contactos accidentales con partes vivas, no es necesario asegurar la no intercambiabilidad (véase 21.1.3 de esta norma). Para este fin se considera los fusibles gl y gll solamente.

Es necesario asegurar en caso de reemplazo del dispositivo fusible, que esta se realice en vacío obligatoriamente, utilizando alguna forma de enclavamiento para este fin.

Los dispositivos fusibles deberán tener las siguientes capacidades de ruptura nominal como mínimo:

Uso industrial:

- No inferior a 50 kA, con tensiones nominales hasta 500 V.

Uso domestico:

- gl, no inferior a 20 kA, con tensiones nominales de 380 V y 415 V.
- gll 3 A a 11 A, con tensiones nominales de 240 V - 6 kA, todos los demás valores, no inferior a 20 kA.

Para los diversos tipos de fusibles, en función de la corriente nominal se definen:

- El tiempo convencional
- La corriente convencional de no función (Inf).
- La corriente nominal de fusión (If).

Las tablas 43 a 46 muestran las características de los distintos dispositivos fusibles.

Para los fusibles de respaldo (aM), no se fijan las corrientes convencionales de fusión y de no fusión.

21.1.3. Uso de fusibles específicos fuera de su campo de aplicación

Lo ideal es emplear cada fusible exactamente bajo las características y aplicación de diseño, no obstante en casos de emergencia pueden aceptarse los cruzamientos, siempre y cuando se efectúen teniendo en cuenta las características nominales del fusible y del sistema donde será conectado.

Al poseer un número mayor de clases, los posibles reemplazos son mucho más numerosos, siendo necesario estudiar cada uno de ellos en detalle.

La clase aR o gR, para protección de semiconductores, no puede ser reemplazada por ninguna de las restantes clases, en razón de que no continuarán protegiendo al

semiconductor. Ningún fusible de otra clase que las citadas es capaz de controlar la energía, valores instantáneos de corriente ni sobretensiones, como lo hacen los aR o gR.

La clase aR puede ser reemplazada por el gR, ya que su campo de actuación incluye al anterior, pero no a la inversa.

Tabla 43.- Corrientes nominales de los dispositivos fusibles

Portafusibles (A)	Fusibles (A)
	2
	4
	6
	8
	10
	12
	16
	20
	25
32	32
	40
	50
63	63
	80
100	100
	125
160	160
	200
	250
	315
400	400
	500
630	630
800	800
1000	1000
1250	1250

Tabla 44.- Tiempos convencionales para fusibles tipos gl y gll

Corriente nominal, en (A)	Tiempo convencional, en h
$I_n \leq 63$	1
$63 \leq I_n \leq 160$	2
$160 \leq I_n \leq 400$	3
$400 \leq I_n$	4

Tabla 45.- Corrientes convencionales de no fusión (Inf) y de fusión (If) para fusibles gl y gll (uso industrial)

Corriente nominal I_n (A)	gl		gll	
	Inf	If	Inf	If
$I_n \leq 4$	1.5 I_n	2.1 I_n		
$4 \leq I_n \leq 10$	1.5 I_n	1.9 I_n		
$10 \leq I_n \leq 25$	1.4 I_n	1.75 I_n	1.2 I_n	1.6 I_n
$25 \leq I_n \leq 100$	1.3 I_n	1.6 I_n		
$100 \leq I_n \leq 1000$	1.2 I_n	1.6 I_n		

Tabla 46.- Corrientes convencionales de no fusión (Inf) y de fusión (If) para fusibles gl y gll (uso domestico)

	I_n (A)	Inf	If
gl	$I_n \leq 4$	1.5 I_n	2.1 I_n
	$4 \leq I_n \leq 10$	1.5 I_n	1.9 I_n
	$10 \leq I_n \leq 25$	1.4 I_n	1.75 I_n
	$25 \leq I_n \leq 100$	1.3 I_n	1.6 I_n
gll	3 y 13	1.6 I_n	1.9 I_n
	2 a 100	1.2 I_n	1.6 I_n

El fusible clase gTr puede ser reemplazado sin mayores problemas (salvo si existe la posibilidad de sobrecargas leves de duración muy extensa, cercana a las 10 horas) por el gL con corriente nominal inmediata inferior a la que se obtiene de transformar los kVA usando los 400 V nominales.

Este reemplazo limita la capacidad de carga del transformador y lo coloca en riesgo para las sobrecargas duraderas, por lo que el reemplazo por el gTr adecuado debe ser realizado tan pronto como sea posible.

El dispositivo con clase aM, puede ser reemplazado por otro gL de mayor corriente nominal (un rango o calibre mayor) a fin de que soporte el régimen de arranque.

El inconveniente del reemplazo está dado fundamentalmente en la mayor sollicitación frente a cortocircuitos que el fusible permitirá y en las intervenciones conjuntas con el relé térmico del contactor.

En la intervención conjunta se funde o se envejece (operación incompleta) innecesariamente un fusible.

Por lo visto, puede concluirse que el reemplazo bajo condiciones de emergencia es factible, pero debe volverse al fusible original si se desea un buen desempeño del sistema de protección.

El empleo de fusibles diseñados para AC en DC es solo posible en sistemas con tensión de trabajo no mayor a una tercera parte de la tensión de diseño del fusible.

Esta relación de tensiones debe aún incrementarse cuando el circuito de continua es fuertemente inductivo (constantes de tiempo mayores a 20 ms).

La situación se ve aún empeorada cuando el fusible opera frente a sobrecargas en DC, donde la no-existencia de los pasajes naturales por cero hacen la interrupción definitiva prácticamente imposible.

21.1.4. Reemplazo del fusible por otro dispositivo interruptor

Para el reemplazo de un fusible por otro dispositivo interruptor, deben considerarse los siguientes aspectos.

- Velocidad de operación
- Capacidad de ruptura
- Nivel de limitación de la energía específica
- Nivel de control de los picos de corriente
- Forma de las curvas características
- Pérdidas y elevación de temperatura

21.2. DISYUNTORES DE BAJA TENSIÓN

Para los disyuntores de baja tensión se definen las siguientes tensiones:

- Tensión nominal de operación
- Tensión a la cual se refieren sus capacidades de interrupción
- Tensión nominal de aislamiento

Un mismo disyuntor puede poseer más de una tensión nominal de operación.

Para los circuitos polifásicos, se toma la tensión entre fases.

La capacidad de interrupción nominal en cortocircuito (I_{cn}) de un disyuntor, se considera como el valor de corriente presunta de interrupción (valor eficaz de la componente periódica) que el dispositivo puede interrumpir, para la tensión nominal de operación a la frecuencia nominal y para un determinado factor de potencia. Estos valores se muestran en la tabla 47.

La capacidad de establecimiento (o cierre) nominal en cortocircuito de un disyuntor, se considera como el valor de la corriente presunta de establecimiento que el dispositivo puede establecer, para la tensión nominal de

operación, a frecuencia nominal y para un determinado factor de potencia, se fija el valor en términos del valor de cresta de la corriente presunta simétrica y no debe ser inferior al producto de la capacidad de interrupción nominal en cortocircuito por el factor indicado en la tabla 47.

Para los disyuntores equipados con disparadores en serie, no se fija una corriente soportable nominal de corta duración. Se admite que esos disyuntores serán capaces de soportar una corriente igual a su capacidad de interrupción nominal en cortocircuito, durante el tiempo total de interrupción, con el disparador serie ajustado en su retardo máximo.

Los disyuntores de baja tensión se caracterizan también por la capacidad de corriente de estructura (frame size), que es el valor de corriente que su estructura puede conducir, por tiempo indeterminado, sin daños o elevaciones de temperatura superiores a los admisibles para sus componentes.

La corriente de operación del elemento protector o disparador, es cualquier valor de corriente que cause la operación del disparador.

La corriente de ajuste es el valor de corriente para el cual el disparo es ajustado, constituye un término difícil de definir. En el caso de un elemento térmico ajustable, representa, por decir así, un valor de corriente que puede llevar o no al disparador a operar en un tiempo relativamente largo.

La corriente térmica nominal (rated thermal current), es la corriente máxima que el disyuntor puede conducir durante 8 horas de funcionamiento, sin que la elevación de temperatura, de sus diversas partes, exceda límites especificados.

21.3. DISPOSITIVOS A CORRIENTE DIFERENCIAL-RESIDUAL

Los dispositivos de protección a corriente diferencial-residual designados FI, son dispositivos interruptores y por tanto, de baja capacidad de interrupción, sus características nominales se muestran en la tabla 48.

Los disyuntores de protección contra choque eléctrico, combinan las funciones de un disyuntor termomagnético con las de un dispositivo a corriente diferencial-residual. Generalmente son dispositivos unipolares de corrientes nominales de 15 A a 30 A y capacidad de interrupción de 10 kA, usados en la protección de circuitos derivados.

Los interruptores diferenciales protegen solamente las partes de la instalación que están aguas abajo de sus bornes de salida. Si se desea incluir en el circuito de protección las partes metálicas en que van montados los disyuntores hay que aplicar otra medida de protección para las partes de la instalación antepuestas. Para ello resulta muy apropiado el aislamiento de protección.

Si se montan varios interruptores diferenciales en una instalación, hay que prever para cada uno de ellos un neutro separado.

El conductor de neutro no debe tener ningún punto de contacto con tierra aguas arriba del interruptor.

Los interruptores diferenciales se caracterizan por tener diferentes sensibilidades.

La sensibilidad es el valor que aparece en catálogo y que identifica al modelo, este diferencia el valor de la corriente a la que opera el diferencial, es decir, valor de corriente que si se alcanza en la instalación, ésta se desconectará. Las diferentes sensibilidades son:

- Muy alta sensibilidad: 10 mA
- Alta sensibilidad: 30 mA
- Sensibilidad normal: 100 y 300 mA
- Baja sensibilidad: 0.5 y 1 A

El tipo de interruptor diferencial que se usa en las viviendas es de alta sensibilidad (30 mA) o de muy alta sensibilidad (10 mA) cuando los cables de instalación son cortos, ya que estos valores están por debajo del límite considerado peligroso para el cuerpo humano.

21.4. DISPOSITIVO INTERRUPTOR DE CIRCUITO POR FALLA DE ARCO

NOTA: En el interruptor diferencial existe un pulsador de prueba (botón indicado con una T), que simula un defecto en la instalación y por lo tanto al ser pulsado, la instalación deberá desconectar. Es recomendable accionar el pulsador periódicamente (por ejemplo una vez al mes).

Un interruptor de circuito por falla de arco es un dispositivo destinado a brindar protección de los efectos de falla de arco, mediante el reconocimiento de las características únicas de la formación del arco y mediante su funcionamiento para desenergizar cuando se detecta la falla.

Estos dispositivos están previstos para mitigar los efectos de las fallas de arco que pueden presentar peligro de incendio bajo ciertas condiciones, si el arco persiste.

Tabla 47

Capacidad de interrupción nominal en cc. I_{cn} (kA)	Factor de potencia	Valor mínimo de capacidad de establecimiento nominal en cc $n \times I_{cn}$
$I_{cn} \leq 10$	0.45 – 0.50	$1.7 \times I_{cn}$
$10 \leq I_{cn} \leq 20$	0.25 – 0.30	$2.0 \times I_{cn}$
$20 \leq I_{cn} \leq 50$	0.20 – 0.25	$2.1 \times I_{cn}$
$50 \leq I_{cn}$	0.15 – 0.20	$2.2 \times I_{cn}$

Tabla 48.- Características típicas de un dispositivo F1

Corriente nominal (A)	Corriente diferencial residual (mA)	Tensión nominal (V)	Capacidad de interrupción (A)
40	30	380	1500
40	500	500	1500
63	30	380	1500
125	500	380	1500

22. AISLACIONES DE MATERIALES ELÉCTRICOS

22.1. GENERALIDADES

Los materiales eléctricos (y electrónicos), se clasifican en cuanto a la protección contra los choques eléctricos. Tal clasificación se aplica a los equipos (no a sus componentes) previstos para ser alimentados por fuente externa en tensiones sobre 400 V, entre fases, o 250 V, entre fase y neutro y destinados a uso público en residencias, oficinas, escuelas, consultorios, gabinetes para práctica médica u odontológica.

Aislación básica, es la aplicada a las partes vivas para asegurar una protección básica contra choques eléctricos. Aislación suplementaria, es una aislación adicional y distinta, aplicada sobre la básica, para aumentar la protección contra choques eléctricos. Una aislación que comprenda la básica y suplementaria se llama aislación doble.

Se llama aislación reforzada, al sistema de aislación única, aplicada a las partes vivas, que asegura un grado de protección equivalente a la aislación doble. El término "sistema de aislación único" no implica que la aislación deba ser un todo homogéneo, pudiendo comprender varias capas que, por tanto, no pueden ensayarse separadamente como aislación básica y aislación suplementaria.

La impedancia de seguridad, es una impedancia colocada entre partes vivas y masas, cuyo valor es tal que la corriente, en uso normal o en condiciones previsibles de falla en el equipo, está limitada a un valor seguro.

22.2. CLASIFICACIÓN DE MATERIALES

Los materiales eléctricos y electrónicos se clasifican en cuatro tipos, clases 0, I, II, III.

En un equipo clase 0, la protección contra los choques eléctricos depende exclusivamente de la aislación básica, no preveyéndose medios para conectar las masas al conductor de protección de la instalación, dependiendo la protección, en caso de falla de la aislación básica, exclusivamente del medio ambiente.

En un equipo de clase I, la protección contra choques eléctricos no depende exclusivamente de la aislación básica, e incluye una precaución adicional sobre la forma de medios de conexión de las masas al conductor de protección de la instalación. Los cables o cordones flexibles de conexión de estos equipos, deben poseer un conductor de protección.

En un equipo clase II, la protección contra choques eléctricos no depende exclusivamente de la aislación básica, e incluye precauciones adicionales, tales como aislación doble o reforzada, no habiendo medios de puesta a tierra de protección y no dependiendo de las condiciones de instalación.

- a) En ciertos casos particulares, por ejemplo para todos los terminales de señales de materiales eléctricos, puede utilizarse una impedancia de seguridad, si la norma del material lo permite, esa técnica puede ser utilizada sin disminución del nivel de seguridad.
- b) Estos materiales pueden poseer medios para garantizar la continuidad de los circuitos de protección, a condición de que esos medios sean parte del material eléctrico y aislado de acuerdo con las prescripciones de la clase II.
- c) En ciertos casos puede ser necesario hacer distinción entre materiales clase II totalmente aislados y con cubierta metálica, los con cubierta metálica solo podrán poseer medios para la conexión de un conductor de equipotencialidad, si esto es específicamente exigido por la norma del material.
- d) Los materiales eléctricos de este tipo solo podrán poseer medios para una puesta a tierra funcional (diferente de la puesta a tierra de protección), si estos fueran exigidos especialmente por la norma del material.

En un material eléctrico clase III, la protección contra choques eléctricos se basa en la conexión del material eléctrico a una instalación de muy baja tensión de seguridad.

- a) Estos materiales no deben poseer terminales para la conexión de conductores de protección.
- b) Un material de esta clase, con cubierta metálica, solo podrá poseer medios para la conexión de un conductor de equipotencialidad a la cubierta, cuando éste es específicamente exigido por la norma del material.
- c) Los materiales de esta clase solo podrán poseer medios para una puesta a tierra con fines funcionales, si estos fueran específicamente exigidos por la norma del material.
- La tabla 49 señala las principales características de los materiales eléctricos, en función de su clasificación e indica las precauciones necesarias de seguridad en caso de falla de la aislación básica.

Tabla 49

	Clase 0	Clase I	Clase II	Clase III
Características principales del material	Sin medios de protección por aterramiento	Protección por aterramiento previsto	Aislación suplementaria sin medios de protección por aterramiento	Provisto para alimentación a través de instalación en muy baja tensión de seguridad
Precauciones de seguridad	Medio ambiente sin tierra	Conexión al aterramiento de protección	No es necesaria cualquier protección	Conexión a instalación de muy baja tensión de seguridad

23. GRADOS DE PROTECCION DE CUBIERTAS DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

23.1. GENERALIDADES

Las cubiertas de equipos eléctricos, de acuerdo con las características del local en el que serán instaladas y de su accesibilidad, deben ofrecer un determinado grado de protección, tanto para el equipamiento en si, como para las personas, que sean o no sus operadores.

Se definen los grados de protección de los equipos eléctricos con la letra "IP" seguidas de una combinación de tres cifras. La primera cifra indica el grado de protección contra la penetración de cuerpos sólidos extraños y contactos accidentales, en tanto la segunda cifra indica el grado de protección contra la penetración de líquidos y por ultimo la tercera cifra indica el grado de protección mecánica. Las tablas 50, 51, 53 y 52 especifican el significado de las cifras utilizadas.

Así por ejemplo, un dispositivo de maniobra con grado de protección IP 653 posee protección total contra polvo y contactos accidentales, también contra gotas de agua y una protección mecánica de Energía de choque 0.500 joules. Muchas veces se indica solo el primer número de código, representando el segundo y tercero por la letra X esto es, no especificando la protección contra la penetración de líquidos ni la protección mecánica. Así el grado IP 2XX, asegura la protección contra el contacto de dedos con partes internas sobre la tensión o en movimiento y contra penetración de cuerpos sólidos de tamaño medio.

NOTA: Debido a la incorporación reciente del tercer número de código, los grados de protección especificados en esta norma solo especifican las primeras dos cifras, para incorporar la tercera cifra en las especificaciones para los grados de protección IP para los diferentes casos, este se lo dejara a criterio del proyectista.

Tabla 50.- Protección contra los cuerpos sólidos y protección contra contactos con partes energizadas (Primera cifra)

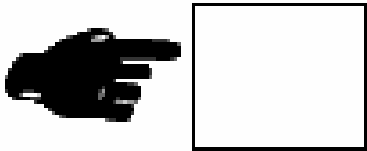
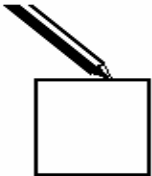
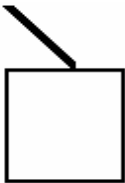
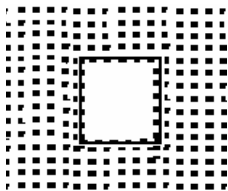
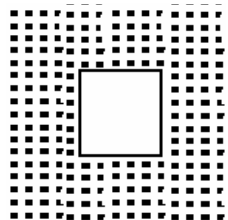
PRIMERA CIFRA Protección contra los cuerpos sólidos		
0		No hay protección
1		Protegidos contra los cuerpos sólidos superiores a 50 mm
2		Protegidos contra los cuerpos sólidos superiores a 12 mm
3		Protegidos contra los cuerpos sólidos superiores a 2.5 mm
4		Protegidos contra los cuerpos sólidos superiores a 1 mm
5		Protegidos contra el polvo.(no hay deposito dañoso)
6		Totalmente protegido contra el polvo

Tabla 51.- Protección contra penetración de agua (segunda cifra)

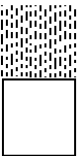
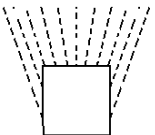
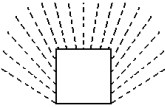
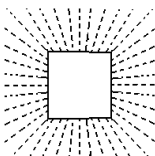
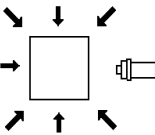
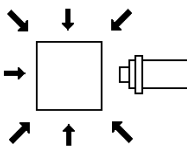
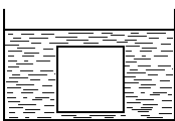
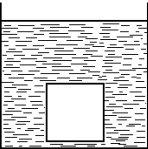
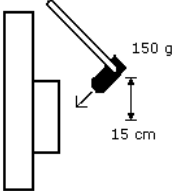
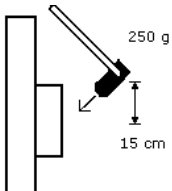
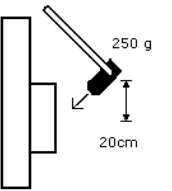
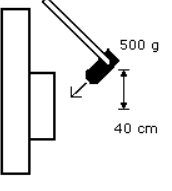
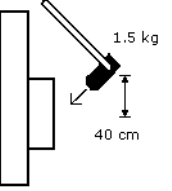
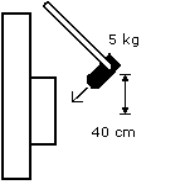
SEGUNDA CIFRA Protección contra los líquidos		
0		No hay protección
1		Protegidos contra las caídas verticales de gotas de agua
2		Protegidos contra las caídas de agua con una inclinación máx. de 15°
3		Protegidos contra el agua en forma de lluvia
4		Protegidos contra las proyecciones de agua
5		Protegido contra los chorros de agua
6		Protegido contra los embates del mar.
7		Protegido contra los efectos de la inmersión.
8		Protegido contra la inmersión prolongada.

Tabla 52.- Protección mecánica (tercera cifra)

TERCERA CIFRA Protección mecánica		
0		No hay protección
1		Energía de choque 0.225 joules
2		Energía de choque 0.375 joules
3		Energía de choque 0.500 joules
5		Energía de choque 2.00 joules
7		Energía de choque 6.00 joules
9		Energía de choque 20.00 joules

Los grados de protección para envoltorios de materiales eléctricos de baja y media tensión (hasta 1000 V) están definidos por la norma UNE 20324 – 89

Tabla 53. - Grados de protección usuales de motores eléctricos

Motor		1ra. cifra		2da. Cifra
		Protección contra contactos	Protección contra cuerpos extraños	Protección contra agua
MOTORES ABIERTOS	IP00	No tiene	No tiene	No tiene
	IP02	No tiene	No tiene	Gotas de agua hasta una inclinación de 15° con la vertical
	IP11	Toque accidental con la mano	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 50 mm	Gotas de agua verticales
	IP12	Toque accidental con la mano	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 50 mm	Gotas de agua hasta una inclinación de 15° con la vertical
	IP13	Toque accidental con la mano	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 50 mm	Gotas de agua hasta una inclinación de 60° con la vertical
	IP21	Toque con los dedos	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 12 mm	Gotas de agua verticales
	IP22	Toque con los dedos	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 12 mm	Gotas de agua hasta una inclinación de 15° con la vertical
	IP23	Toque con los dedos	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 12 mm	Gotas de agua hasta una inclinación de 60° con la vertical
MOTORES CERRADOS	IP44	Toque con herramientas	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 1 mm	Proyecciones en todas las direcciones
	IP54	Protección completa contra toque	Protección contra acumulaciones de polvo	Proyecciones en todas las direcciones
	IP55	Protección completa contra toque	Protección contra acumulaciones de polvo	Chorros de agua en todas las direcciones
	IP56	Protección completa contra toque	Protección contra acumulaciones de polvo	Numeración temporaria
	IP65	Protección completa contra toque	Protección contra polvaredas	Chorros de agua en todas las direcciones

ANEXO A

NIVELES DE ILUMINACION

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Vivienda	
Baño:	
Iluminación general	25
Iluminación localizada	100(+)
Dormitorio:	
Iluminación general	50
Iluminación localizada: cama, espejo	100
Cocina:	
Iluminación sobre la zona de trabajo, cocina, pileta, mesón	100
Estar:	
Iluminación general	50
Iluminación localizada	100
Lectura intermitente, escritura, costura	150
Sala de espectáculos:	
Hall	100
Circulaciones	150
Sala de teatro, concierto, etc.:	
a) Durante el entreacto.	50
b) Antes y después de la función.	150
c) Durante la función.	Iluminación especial
Boletería	150
Sala de fiestas:	
General	150
Eventos especiales	300

(+) Iluminación sobre plano vertical

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Centros comerciales importantes	
Iluminación general	1000 (++)
Deposito de mercaderías	20-80
Vidrieras:	
Sobre la calle comercial	2000
Sobre la calle secundaria	1500
Centros comerciales de mediana importancia	
Iluminación general	500
Vidrieras	1000
Cafés – Restaurantes	
Cocinas - Iluminación general	200 (+++)
Comedores de restaurantes, salones de té, salones de café	100 (+++)
Hoteles	
Baños:	
Iluminación general	100
Iluminación localizada	200
Habitaciones:	
Iluminación general	100
Iluminación localizada	150
Sala de espera y visitas:	
Circulaciones:	
Pasillos, palier y ascensores	100
Hall de entrada	200
Escaleras	100

(++) Se preverá iluminación localizada suplementaria sobre determinadas zonas de exhibición
 (+++) Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color.

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Local para ropa blanca:	
Iluminación general	200
Costura	200
Lavandería	100
Vestuarios	100
Sala de lectura y escritura	200
Sótano, bodega	70
Deposito	100
Transporte	
Estación de ómnibus y ferroviaria, aeropuertos:	
Circulaciones	100
Recepción, aduanas, inmigración	400
Sala de espera	200
Zonas de boleterías:	
Iluminación localizada	400
Local de equipaje	200
Local de embarque	100
Andenes	100
Depósitos	100
Baños: iluminación general	200
Playa de estacionamiento exterior	20
Zona de carga	100
Hangares: Iluminación general	200
Reparaciones: Iluminación general	1000
Estación marítima	
Pasajeros	200
Cargas	100
Garajes estaciones de servicio	
Iluminación general	100
Gomería	100
Estacionamiento	50
Fosas	250 (+)
Salón de eventos	400
Almacenaje	100
Accesos	150
Surtidores	200
Reparaciones:	
Iluminación general	200
Iluminación localizada	400
Lavado: Iluminación general	200 (++)

(+) Iluminación localizada sobre el plano de trabajo (chasis de vehículo).

(++) Esta iluminación debe ser igual tanto en plano horizontal como en plano vertical.

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Hospitales clínicas	
Sala de anestesia	300
Autopsia y morgue:	
Deposito de la morgue	150
Sala de autopsia	1000
Museo histológico	500
Sala central de esterilización:	
Iluminación general	250
Mesa de trabajo	400
Local para inyecciones	400
Deposito	200
Despacho de elementos o artículos de esterilizaciones	200
Corredores de acceso a zonas de internación:	
Iluminación general	
Durante la actividad diurna	100
Durante la actividad nocturna	30
Zonas de quirófanos: Recuperación, laboratorios y servicios	300
Sala de cistoscopia:	
Iluminación general	600
Mesa de cistoscopia	2000
Servicio de ortodoncia:	
Sala de operaciones	
Iluminación general	400
Iluminación de la cavidad bucal, localizada	2000
Laboratorio de prótesis	600
Sala de recuperación:	
Iluminación general	50
Iluminación localizada para observación	150
Servicio de electromiografía:	
Iluminación general	200
Iluminación para inserción de agujas	700
Servicio de encefalogramas:	
Oficinas	400

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Locales de trabajo:	
Iluminación general	400
Iluminación localizada	700
Almacenaje, archivo y registro grafico	400
Sala de primeros auxilios:	
Iluminación general	500
Iluminación localizada	1500
Consultorios externos:	
Iluminación general	400
Iluminación localizada	700 (+)
Servicio de oftalmología:	
Consultorio	
Iluminación general	400
Iluminación localizada	Propia de instrumental
Servicio de oftalmología:	
Consultorio, sector de examinación	300
Cuarto oscuro, iluminación regulable	0-100
Servicio de traumatología:	
Iluminación general	400
Laboratorios:	
Iluminación general	600
Deposito de ropa blanca:	
Iluminación general	200
Sala de costura	400
Lavandería y planchado	200

(+) En las especificaciones que así lo requieran

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Zona de recepción y registros:	
Durante la actividad diurna	400
Oficinas	400
Vestuario personal:	
Iluminación general	100
Espejo	200 (+)
Enfermería:	
Iluminación general	300
Mesa de tratamiento y revisión	600
Departamento de obstetricia	
Sala de pre – partos:	
Iluminación general	400
Sala de partos:	
Iluminación general	700
Iluminación localizada	La indicada por el medico especialista
Sala de internación:	
Iluminación general	100
Iluminación localizada, lecturas	200
Observaciones clínicas	400
Iluminación nocturna	30
División de pediatría:	
Internación:	
Iluminación general sala de internación	100
Lecturas	200
Sala de juegos	300 (++)

(+) Sobre el plano vertical

(++) Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Sala de terapia:	
Iluminación general	400
Iluminación localizada	700
Farmacias:	
Laboratorio bioquímico	400
Almacenaje, deposito	100
Almacenaje en estanterías verticales	100 (+)
Expendio y verificación	400
Departamento de cirugía:	
Local instrumental y esterilización	300
Sala de operaciones:	
Iluminación general	700
Campo operatorio	15000 (++)
Sala de recuperación	
Iluminación regulable:	
General	200
Localización para observación	400
Sala de anestesia	400
Servicio de quinesiología:	
Iluminación general	150
Iluminación localizada para observaciones	400
Local para ejercicios	200

(+) Sobre el plano vertical

(++) Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Oficinas	
Hall para el público	200
Cartografía, proyecto, dibujos detallados	1000
Contaduría, tabulaciones, teneduría de libros, operacionales bursátiles, lectura de reproducciones, bosquejos rápidos	500
Trabajo general de oficina, lectura de buenas reproducciones, lectura, transcripción de escritura a mano en papel y lápiz ordinario, archivo, índices de referencia, distribución de correspondencia, etc.	500
Trabajos especiales de oficina, por ejemplo,	
Sistema de computación de datos	750
Sala de conferencia	300
Circulaciones	200
Bancos	
Iluminación general	300
Sobre zonas de escritura y cajas	400
Cajas de caudales	400
Peluquería y salones de belleza	
Sobre sillones	300 (+)
Iluminación general	200
Bibliotecas	
Sala de lectura	400
Pabellones:	
De reparación y encuadernación	200
De ficheros	400
De libros	100 (++)
Mostrador de control de entrada y salida de libros	400

(+) En el caso mas desfavorable del plano vertical que interesa

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Correos	
Salón principal	300
Sobre las mesas, salida y estampillado de la correspondencia	400
Escuelas	
Aulas comunes	400
Sobre pizarrón:	
Iluminación suplementaria	7000
Oficinas	300
Bibliotecas	500
Aulas especiales	500
Gimnasios	300
Piscinas:	
Iluminación general	300
Vestuarios y baños:	
Iluminación general	80
Iluminación localizada	100 (+)
Circulaciones	150
Construcciones agrícolas (++)	
Hangares y bóvedas	50
Preparación de alimento del ganado	100
Lavaderos y duchas para el ganado	100
Accesos	20
Establos	50
Tambo	100
Establo con divisiones	100
Granjas, graneros, deposito para cosechas:	
Iluminación general	50
Clasificación de granos	100
Gallineros y conejeras	50
Galpón:	
Iluminación general	50
Iluminación localizada	100
Inspección y atención veterinaria	300

(+) Iluminación sobre el plano vertical

(++) La iluminación necesaria para la cría de determinadas especies se fijara con zootecnistas y agrónomos.

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Galería de arte	
Iluminación general	100
Sobre objeto expuesto:	
Iluminación suplementaria	(+)
Industria alimenticia	
Mataderos municipales:	
Recepción	50
Corrales inspección	300
Permanencia	50
Matanza	100
Deshollado	100
Escaldado	100
Esviceración	300 (++)
Inspección	300 (++)
Mostradores de ventas	
Frigoríficos:	
Cámaras frías	50
Sala de maquinas	150
Conservadoras de carne:	
Corte, deshuesado, elección	300 (++)
Cocción	100
Reparación de patés, envasado	150
Esterilización	150
Inspección	300
Preparación de embutidos	300

(+) Valor a adaptarse de acuerdo al tipo de elemento a exponer y el efecto deseado

(++) Las fuentes de luz tendrán una buena reproducción de color

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Conservas de pescado:	
Recepción	300 (+)
Lavado y preparación	100
Cocción	100
Envasado	300
Esterilización	100
Inspección	300
Embalaje	200
Preparación del pescado ahumado	300
Secado	300
Cámara de secado	50
Conservas verduras y frutas:	
Recepción y selección	300
Preparación mecanizada	150
Envasado	150
Cámara de procesado	50
Inspección	300
Embalaje	200
Esterilización	150
Molinos harineros:	
Deposito de granos	100
Limpieza	150
Molienda y tamizado	100
Clasificación de harinas	100
Colocación de bolsas	300
Silos:	
Zona de recepción	100
Circulaciones	100
Sala de comando	300
Panaderías:	
Deposito de harina	100
Amasado sobre artesas	200
Cocción:	
Iluminación general	200
Delante de hornos	300

(+) Las fuentes de luz tendrán una buena reproducción de color

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Fabrica de biscochos:	
Deposito de harina	100
Local de elaboración	200
Inspección	300
Depósito del producto elaborado	100
Pastas alimenticias:	
Deposito de harina	100
Local de elaboración	200
Secado	50
Inspección y empaquetado	300
Torrefacción de café:	
Deposito	100
Torrefacción	200
Inspección y empaquetado	300
Fabrica de chocolates:	
Deposito	100
Preparación del chocolate	200
Preparación de cocoa en polvo	200
Inspección y empaquetado	300
Usinas pasteurizadas:	
Recepción y control de materias primas	200
Pasteurización	300
Envasado	300
Encajonado	200
Laboratorio	600
Fabrica de derivados lácteos:	
Elaboración	300
Cámara fría	50
Salas de maquinas	150
Deposito de quesos	100
Envasado	300
Vino y bebidas alcohólicas:	
Recepción de materias primas	100
Local de elaboración	200
Local de cubas: Circulaciones	200
Curado y embotellado	300
Embalaje	150

(+) Iluminación localizada sobre los lugares de carga y descarga de la maquina

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Cervezas y materias:	
Deposito	100
Preparación de la malta	100
Trituración y colocado de la malta en bolsa	200
Elaboración	300
Locales de fermentación	100
Embotellado:	
Lavado y llenado	150
Embalaje	150
Fabrica de azúcar:	
Recepción de materia prima	100
Elaboración de azúcar: Iluminación general	200
Turbina de trituración	300
Almacenamiento de azúcar	100
Embolsado	200
Hornos	Iluminación general
Sala de maquinas	150
Tablero de distribución y laboratorios	300
Refinerías:	
Iluminación general	100
Amasado sobre cada turbina	300
Aparato para cocción	Iluminación general
Molinera sobre la maquina	300
Empaque	200
Fabrica de productos de confitería:	
Cocción y preparación de pastas:	
Iluminación general	200
Iluminación local	400
Elaboración y terminación:	
Iluminación general	200
Iluminación localizada	400
Depósitos	100

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Industria metalúrgica	
Fundiciones:	
Depósitos de barras y lingotes	100
Arena:	
Transporte tamizado y mezcla, manipulación automática por transportadores, elevadores, trituradores y tamices:	100
Iluminación localizada de moldes profundos	Iluminación especial
Deposito de placas modelo	100
Zona de pesado de cargas	100
Taller de moldeo:	
Iluminación general	250
Iluminación localizada en moldes	500
Llenado de moldes	200
Desmolde	100
Acerías:	
Deposito de minerales y carbón	100
Alimentación de altos hornos	Iluminación especial
Zona de colado	100
Trenes de laminación	200
Fragüe:	
Fabrica de alambre	300
Laminación en frío	200
Laminación en caliente	200
Deposito de productos terminados	100
Mecánica general, inspección y control de calidad:	
Deposito de materiales	100
Trabajo grueso, contar, control grueso de objetos de depósitos etc.	300
Trabajo fino, dispositivo de calibración, mecánica de precisión instrumentos.	1200
Trabajo muy fino, calibración de inspección de piezas de montaje pequeñas	2000
Trabajo minucioso:	
Instrumentos muy pequeños	3000

(+) Generalmente se requiere lentes de aumento

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Talleres de montaje	
Trabajo grueso, montaje de maquinas muy pesadas	200
Trabajo mediano, montaje de maquinas de chasis de vehículos	400
Trabajo fino, iluminación local	1200
Trabajo muy fino instrumento y mecanismos pequeños de precisión, iluminación local	2000
Trabajo minucioso, iluminación local	3000
Deposito de piezas sueltas y productos terminados:	
Iluminación general	100
Áreas específicas, mesas, ventanillas, etc.	300
Elaboración de metales en laminas:	
Trabajo de banco y maquinas especiales	500
Maquinas, herramientas y banco de trabajo:	
Iluminación general	300
Iluminación local para trabajos delicados en banco o maquina, verificación de medidas y rectificación de piezas de precisión.	1000
Trabajo de piezas pequeñas en banco o maquina, rectificación de piezas medianas, fabricación de herramientas, ajuste de maquinas.	500
Soldadura:	
Iluminación general	300
Tratamiento superficial de metales	300
Pintura:	
Preparación de elementos	400
Preparación, dosaje y mezcla de colores	1400
Cabina de pulverización	400
Pulido y terminación	600
Inspección y retoque	600

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Del calzado	
Clasificación marcado y corte	400
Costura	600
Inspección	1000
Centrales eléctricas	
Estaciones de transformación:	
Circulación	100
Locales de maquinas rotativas	200
Locales de equipos auxiliares:	
Maquinas estáticas, interruptores, etc.	200
Tableros de aparatos de control y medición:	
Iluminación general	200
Sobre el plano de lectura (local)	400
Subestaciones transformadoras:	
Interior, iluminación general	100
Cerámica	
Preparación de arcilla amasado, molde, prensas, hornos y secadores	200
Barnizado decoración:	
Trabajos finos	800 (+)
Trabajos medianos	400 (+)
Inspección:	
Iluminación local	1000

(+) Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Del cuero	
Limpieza curtido, igualado del espesor de los cueros, sobado, barnizado, secadores terminación.	200
Inspección y trabajos especiales	600
Imprenta	
Taller de tipografía:	
Iluminación general	300
Compaginación, para pruebas	300
Mesa de correctores, pupitres para composición	600
Taller de linotipos:	
Iluminación general	300
Sobre maquinas en la salida de letras y sobre el teclado	400
Inspección de impresión en colores	1000 (+)
Rotativas:	
Tinteros y cilindros	300
Recepción	400
Grabado:	
Grabado a mano, iluminación local	1000
Litografía	700
Joyería y relojería	
Zona de trabajo:	
Iluminación general	400
Trabajos finos	900
Trabajos minuciosos	2000
Corte de gemas, pulido y engarce	1300

(+) Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Maderas	
Aserraderos:	
Iluminación general	100
Zonas de corte y clasificación	200
Carpintería:	
Iluminación general	100
Zona de bancos y maquinas	300
Trabajos de terminación e inspección	600
Manufactura de muebles:	
Selección del enchapado y su preparación	900
Armado y terminación	400
Marquetería	600
Inspección	600
Papelera	
Local de maquinas	100
Corte y terminación	300
Inspección	500
Manufactura de cajas:	
Encartonado fino	300
Cartones ordinarios, cajones	200

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Química	
Planta de procesamiento:	
Circulación general	100
Iluminación sobre pasarelas, escaleras	200
Sobre aparatos:	
Iluminación sobre el plano vertical	200
Iluminación sobre mesas y pupitres	400
Laboratorio sobre ensayo y control:	
Iluminación general	400 (+)
Iluminación sobre el plano de lectura de aparatos	600
Caucho:	
Preparación de la materia prima	200
Fabrica de neumáticos:	
Vulcanización y cámaras de aire	300
Inspección	Iluminación especial
Jabones:	
Iluminación general de las distintas operaciones	300
Panel de control	400
Pinturas:	
Procesos automáticos	200
Mezcla de pinturas	600
Combinación de colores	1000 (+)
Plásticos:	
Calandro, extrusión, inyección, compresión y moldeado por soplado	300
Fabricación de laminas, conformado maquinas, fresado, pulido, cementado y recortado	400
Deposito, almacenes y salas de empaque:	
Piezas grandes	100
Piezas pequeñas	200
Expedición de mercaderías	300

(+) Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Del tabaco	
Proceso completo.	400 (+)
Textil	
Tejido de algodón y lino:	
Mezclado, cardado, estirado	200
Hilado, torcido, peinado, husos	200
Urdimbre, sobre los peines	700
Tejidos:	
Telas claras y medianas	400
Telas oscuras	700
Inspección:	
Telas claras y medianas	600
Telas oscuras	900
Lana:	
Cardado, lavado, peinado, retorcido, tintura	200
Lavado, urdimbre	200
Tejidos:	
Telas claras y medianas	600
Telas oscuras	600
Maquinas de tejido de punto	900
Inspección:	
Telas claras y medianas	1200
Telas oscuras	1500
Seda natural sintética:	
Embebido, teñido, texturado	300
Urdimbre	700
Hilado	450
Tejido:	
Telas claras y medianas	600
Telas oscuras	900
Yute:	
Hilado, tejido con lanzaderas, devanado	200
Calandrado	200

(+) Las fuentes de luz a utilizar tendrán una buena reproducción de color

Tipo Edificio, local y tarea visual	Valor mínimo de servicio de iluminación (lux)
Del vestido	
Sombreros:	
Limpieza, tintura, terminación, forma, aislado, planchado	400
Costura	600
Vestimenta:	
Sobre maquinas	600
Manual	800
Fabrica de guantes:	
Prensa, tejidos, muestreo, corte	400
Costura	600
Control	1000
Del vidrio	
Sala de mezclado:	
Iluminación general	200
Zona de dosificación	400
Local del horno	100
Local de manufactura:	
Mecánica, iluminación sobre maquinas	200
Inspección:	Iluminación local especial
Manual, iluminación general	200
Corte, pulido biselado	400
Terminación general	200
Inspección:	
General	400
Minuciosa	Iluminación local especial

ANEXO B

Recintos no Conductivos

1. Aclaración al concepto establecido en el capítulo 14 punto 14.4.5 inciso h);
 - Protección a través de salas recubiertas con pisos y paredes de materiales no conductivos.
2. Se transcribe lo indicado en la Norma VDE 0100 (VDE = Asociación Electrotécnicas Alemana) Parte 410, 1983 — II, párrafos 6.3 y 6.4 como sigue:

A través de esta medida de protección se evita el contacto simultáneo con partes que tengan diferentes potenciales motivados por diferencias en sus niveles de aislaciones básicos.

Los cuerpos o carcasas de los aparatos deben estar dispuestos de tal manera, que las personas no puedan tocar simultáneamente:

- dos cuerpos o carcasas
- un cuerpo y una parte conductora externa del mismo

La aislación debe tener suficiente solidez mecánica y ser capaz de soportar una tensión de prueba mínima de 2000 V corriente alterna.

En estas condiciones y bajo condiciones normales, la corriente de falla no debe superar el valor de 1 mA.

La resistencia eléctrica de los pisos y paredes aislados no deben superar los siguientes valores:

- 50 k Ω , si la tensión nominal no sobrepasa los 500 V ca o los 750 V cc.
- 100 k Ω , si la tensión nominal sobrepasa los 500 V ca ó los 750 V cc.

Nota: La medición puede realizarse por sustitución, a través de una parte de la Norma DIN 57100/VDE 0100 según VDE 0100 /05.73, párrafo 24, que establece.

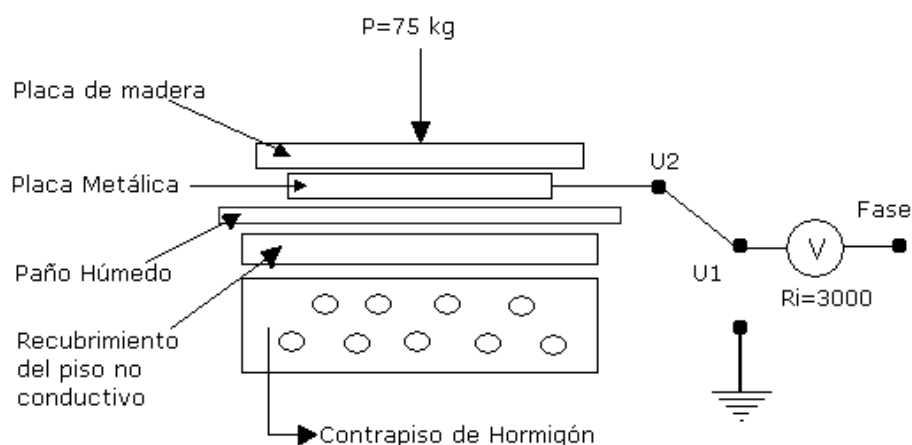
La prueba del estado de aislación de pisos, en el sentido de una medida de protección; para tensiones de 250V contra tierra, debe observar:

- a) En redes con un punto de la misma puesto a tierra, se debe verificar la tensión de la misma U₁, con un voltímetro.

En las redes que no disponen de un punto puesto a tierra, deberá utilizarse un conductor de fase como elemento auxiliar de medición a tierra.

- b) Sobre el piso, en el lugar predeterminado para realizar la medición se procederá a:
- Recubrir el lugar con un paño húmedo de aproximadamente 270 x 270 mm de lado.
 - Sobre el paño húmedo se coloca una placa metálica de aproximadamente 250 x 250 x 2 mm.
 - Sobre dicha placa se coloca una masa aproximada de 75 Kg.
 - Con un voltímetro dispuesto entre el conductor de fase y la placa metálica cargada descrita en el punto anterior, se medirá la tensión U2.
 - El voltímetro tendrá una resistencia interna $R_i = 3000 \Omega$

Fig. B1 Prueba del estado de aislamiento de un piso no conductivo



- c) La medición debe realizarse sobre tres puntos del piso, distintos y preestablecidos. La fórmula a aplicar será:

$$R_{ST} = R_i \left(\frac{U1}{U2} - 1 \right)$$

- d) La medición en cualquier lugar medido debe ser superior a los 50 k Ω

Nota: Está el peligro indicado que en los casos, en que las instalaciones eléctricas no se hallen bajo un control efectivo, bajo modificaciones y en una fase posterior alguien fortuitamente introduce otras partes conductoras (por ej. aparatos portátiles de la clase I, que, se utilizan fuera de los recintos aislados, o cañerías de agua de metal), que tornarían ineficaces las medidas especificadas.

Nota: Es importante asegurar que la aislación de pisos y paredes, bajo la influencia de la humedad no pueda ser disminuida.

- Protección sin tierra, con compensación o igualación de potencial local.

Igualación de potencial local:

La igualación de potencial local, evita la aparición de tensiones peligrosas de contacto.

Todos los cuerpos accesibles simultáneamente con partes conductoras externas, deben ser conectadas entre sí, a través de una igualación de potencial.

Está permitido vincular el sistema de igualación de potencial local sobre los cuerpos, o aún sobre partes conductivas, con la tierra.

Nota: En los casos en los cuales estos requerimientos no pueden ser cumplidos, se puede utilizar la protección a través de la desconexión automática a través de un interruptor diferencial.

Se debe contar con medidas para asegurar que las personas al entrar y pisar una sala libre de potencia a tierra, no puedan establecer ningún potencial de contacto peligroso, especialmente si, se vincula uno aislado de potencial a tierra — piso conductor — con aquellos vinculados con igualación de potencial.

ANEXO C

Categorías de empleo de aparatos según IEC 158-1

1. Aclaración al párrafo 14.7.8 "Dispositivos automáticos de conmutación"

En dicho párrafo se ha mencionado la categoría AC3 de uso en contactores. Se transcribe la siguiente tabla extractada de la norma de referencia, definiendo las categorías de empleo de aparatos de maniobra tanto en corriente alternada como en accionamientos con corriente continua.

La finalidad de empleo y las solicitudes a que se encuentran sometidos los contactores pueden fijarse indicando la categoría de empleo en combinación con la intensidad de corriente nominal de servicio I_e y la tensión nominal de servicio U_e .

En la tabla que sigue se establece una correspondencia entre las aplicaciones normales u ocasionales y las gamas de empleo.

Por aplicación normal se entiende la debida a las maniobras de conexión y desconexión bajo condiciones de servicio normales; se toma como base para determinar la vida útil de las piezas de contacto.

Por aplicación ocasional se entiende la debida a las maniobras de conexión y desconexión que se efectúan, eventualmente, bajo condiciones de servicio rudas; la aplicación ocasional influye decisivamente en la capacidad nominal de maniobra.

Categoría de empleo	Ejemplos de utilización de los aparatos de maniobra	Aplicación normal		Aplicación ocasional	
		Conexión ⁽¹⁾	Desconexión	Conexión ⁽¹⁾	Desconexión
		$I U \cos\phi$ ⁽²⁾	$I U_r \cos\phi$ ⁽²⁾	$I U \cos\phi$ ⁽²⁾	$I U_r \cos\phi$ ⁽²⁾
Corriente alterna	AC1 Cargas no inductivas o de poca inductancia, hornos de resistencia	I_e U_e 0.95	I_e U_e 0.95	I_e U_e 0.95	I_e U_e 0.95
	AC2 Arranque de motores con rotor de anillos rozantes sin frenado por contracorriente con frenado por contracorriente	$2.5 I_e$ U_e 0.65	$2.5 I_e$ U_e 0.65	$4 I_e$ U_e 0.65	$4 I_e$ $1.1 U_e$ 0.65
	AC3 Arranque de motores con rotor de jaula de ardilla, desconexión de motores durante la marcha	$6 I_e$ U_e 0.35	I_e U_e 0.35	$10 I_e$ ⁽⁴⁾ $1.1 U_e$ 0.35 $10 I_e$ ⁽⁵⁾	$8 I_e$ ⁽⁴⁾ $1.1 U_e$ 0.35 $6 I_e$ ⁽⁵⁾
	AC4 Arranque de motores con rotor de jaula de ardilla, pulsación, frenado por contracorriente inversión	$6 I_e$ U_e 0.35	$6 I_e$ U_e 0.35	$12 I_e$ ⁽⁴⁾ $1.1 U_e$ 0.35 $8 I_e$ ⁽⁵⁾	$10 I_e$ ⁽⁴⁾ $1.1 U_e$ 0.35 $8 I_e$ ⁽⁵⁾

Categoría de empleo		Ejemplos de utilización de los aparatos de maniobra	(3) I U L/R ms	(3) I U L/R ms	(3) I U L/R ms	(3) I U L/R ms
Corriente continua	DC1	Cargas no inductivas o de poca inductancia, hornos de resistencia	Ie Ue 1	Ie Ue 1	Ie Ue 1	Ie Ue 1
	DC2	Arranque, desconexión durante la marcha Motores con excitación en derivación	2.5 Ie Ue 2	2.5 Ie 0.10 Ue 7.5	2.5 Ie 1.1 Ue 2.5	2.5 Ie 1.1 Ue 2.5
	DC3	Arranque, pulsación, frenado por contracorriente, inversión. Motores con excitación en derivación	2.5 Ie Ue 2	2.5 Ie Ue 2	4 Ie 1.1 Ue 2.5	4 Ie 1.1 Ue 2.5
	DC4	Arranque, desconexión durante la marcha Motores con excitación en serie.	2.5 Ie Ue 7.5	2.5 Ie 0.30 Ue 10	4 Ie 1.1 Ue 15	4 Ie 1.1 Ue 15
	DC5	Arranque, pulsación, frenado por contracorriente, inversión. Motores con excitación en serie.	2.5 Ie Ue 7.5	2.5 Ie Ue 7.5	4 Ie 1.1 Ue 15	4 Ie 1.1 Ue 15
Ie = Intensidad nominal de servicio Ue = Tensión nominal de servicio			I = Intensidad de conexión o desconexión U = Tensión antes de maniobrar Ur = Tensión de restablecimiento			

- 1) Tratándose de corriente alterna, las condiciones de conexión se expresan en valores eficaces, pero dando por supuesto que el valor cresta de la corriente asimétrica, en función del factor de potencia $\cos \varphi$ del circuito de corriente, pueda tener un valor más elevado.
- 2) Tolerancia para $\cos \varphi \pm 0.05$
- 3) Tolerancia para L/R :15%

$$\frac{L \text{ Inductancia (en Henry)}}{R \text{ Resistencia (en Ohm)}} = \text{Constante de tiempo}$$

- 4) Para intensidades nominales de servicio Ie de hasta 100 A.
- 5) Para intensidades nominales de servicio Ie de más de 100 A

ANEXO D

Compensación del potencial o equipotencialidad de las instalaciones

D.1 Introducción

Además de lo exigido en el apartado 14.6.4 de la presente norma sobre: Conexiones equipotenciales suplementarias en las salas de aplicación 1 y 2, valen las siguientes exigencias generales para la compensación del potencial eléctrico o equipotencialidad en instalaciones eléctricas en inmuebles.

El alcance de cumplimiento de este tema lo fijan las normas aquí citadas, considerando este ANEXO D los aspectos importantes, pero no la totalidad del tema de la equipotencialidad o compensación del potencial, por lo cual se deberán tener en cuenta además, las normas mencionadas en los distintos apartados de este ANEXO D.

D.2 Equipotencialidad según VDE 0100, parte 410, o respectivamente VDE 0190 e IEC 60364 (IEC = Comité Electrotécnico Internacional)

La equipotencialidad se exige actualmente para todas las instalaciones eléctricas que alimentan aparatos y equipos.

La equipotencialidad llevada a cabo según las normas VDE 0100, VDE 0190 e IEC 60364 evita las tensiones de contacto peligrosas, existentes por ejemplo, entre el conductor de protección de la instalación de alimentación en baja tensión y las tuberías metálicas para las conducciones de agua, gas, y otras análogas e igualmente entre sí, entre estas tuberías.

Puede darse una clasificación de la equipotencialidad según se indica en los próximos apartados D.3, D.4 y D.5.

D.3 Compensación de potencial o conexión equipotencial principal (ver la Fig. D.1).

Todos los edificios deben estar equipados con un dispositivo de compensación de potencial o de Conexión Equipotencial principal.

Deberán formar parte de la compensación del potencial principal o de la conexión equipotencial principal:

- el conductor de protección principal
- el conductor principal de puesta a tierra
- las canalizaciones y redes de alimentación metálicas en el interior del edificio (Ej.: agua, gas, etc.)
- los elementos generales de las construcciones civiles y termomecánicas, tales como las canalizaciones metálicas de ventilación, calefacción y aire acondicionado.
- otros elementos, algunos indicados en la Fig. 1

Las siguientes normas VDE proporcionan más información y observaciones relativas a la equipotencialidad.

VDE 0100, parte 701 para cuartos de baño

VDE 0100, parte 702 para piscinas

VDE 0100, parte 707 / Proyecto para instalaciones de proceso de datos

VDE 0100, parte 720 para lugares de trabajo expuestos al riesgo de incendios

VDE 0100, parte 728 para instalaciones móviles de suministro de energía eléctrica de emergencia

VDE 0107 para locales destinados a utilización médica.

VDE 0108 para lugares de concurrencia pública

VDE 0165 para zonas con riesgo de explosión

VDE 0800, parte 2 para líneas de telecomunicaciones

D.4 Compensación de potencial auxiliar

La equipotencialidad o compensación de potencial auxiliar está aconsejada para aquellos casos en los que no se pueden cumplir las condiciones de desconexión prevista para medidas de protección del conductor de protección.

Ejemplo: puede darse el caso que a causa de que un dispositivo de protección, en el caso de una falla posible del aislamiento eléctrico a tierra de un aparato o equipo, no actúe dentro de lo previsto, haya que realizar una conexión equipotencial auxiliar en algún punto o algunos puntos de la instalación. Esta conexión equipotencial auxiliar será destinada a lograr un camino de menor impedancia para la corriente de falla a tierra y el dispositivo de protección podrá llegar a actuar en forma correcta debido a esta conexión equipotencial auxiliar y/o comportarse la instalación en mejores condiciones de seguridad.

D.5. Equipotencialidad para protección contra rayos según IEC 61024-1-2 IEC 610124-1, IEC 61312-1 y VDE 0185

Un edificio debe contar con las conexiones equipotenciales para que no se produzcan diferencias de potenciales peligrosas originadas por las corrientes del rayo y por los campos electromagnéticos, creados por estas corrientes.

La equipotencialidad que debe lograrse durante el intervalo en que tiene lugar la descarga atmosférica, exige otras medidas además de las dadas por las normas VDE 0100 DIN, VDE 0190 e IEC 60364.

Se deberán aplicar para lograr la equipotencialidad, en todo lo relacionado con las instalaciones de la protección externa contra el rayo, la protección interna contra las sobretensiones y los impulsos electromagnéticos las normas siguientes:

D.5.1 Norma IEC 61 024-1- 2. Protección de las estructuras contra rayos. Parte 1-2. Principios Generales. Guía B - Diseño instalación, mantenimiento e inspección de sistemas de protección contra rayos.

Asimismo la aplicación de esta norma está relacionada con la aplicación de las normas siguientes:

- IEC 61 024-1, 1990. Protección de las estructuras contra las descargas atmosféricas. Parte 1: Principios generales.
- IEC 61 024-1-1. Sección 1: Guía A Parte 1-1. Selección de niveles de protección para sistemas de protección contra rayos.
IEC 61 312-1 Parte 1 Principios generales. Protección contra impulsos electromagnéticos (LEMP)

E—DIN -VDE 0 675-6; 1989-11,6/A1; 1996-03 y 6 A2; 1996-03

- IEC 61 662 -1, 1995. Evaluación del riesgo de daño debido a rayos.
- IEC 61 000 -5 - 2, 1997. EMC Guía para la instalación y mitigación. Tomas de tierras y cables.
- IEC 61 000 -4 - 5, 1995. (VDE 0845, parte 5) EMC Técnicas de pruebas y mediciones. Sección 5: Prueba de inmunidad ante impulsos.

La instalación de pararrayos se unirá para ello con otras partes metálicas como por ejemplo, a armazones metálicos, vigas de acero, encofrados metálicos en hormigón, revestimientos de cables, tuberías, bien a través de cables de conexión o bien a través de limitadores de sobre tensión (explosores o vías de chispas de separación especiales).

Los conductores de líneas con tensión, en las instalaciones eléctricas, se conectarán asimismo mediante descargadores de protección contra corrientes de rayos y sobretensiones.

La norma IEC 61 024-1-2 en el apartado 4.1: equipotencialidad de partes conductivas internas determina que todas las partes conductivas de tamaño significativo, tales como carriles de ascensores, grúas, pisos metálicos, cañerías y servicios eléctricos deberían conectarse a la barra equipotencial más cercana por medio de un conductor corto, en el nivel de tierra y a otros niveles si la distancia de seguridad de acuerdo al apartado 3.2 de la norma 61024-1 no puede ser mantenida.

En el apartado 4.2 de la norma IEC 61 024-1-2 determina que las partes conductivas externas y las líneas de energía eléctrica y de comunicación deberían entrar preferentemente a la estructura a un lugar común, cerca del nivel de tierra.

La barra de equipotencialidad de este lugar común de entrada deberá ser conectada con conductor corto de equipotencialidad al sistema de puesta tierra. Para éste último se deberá tener también en cuenta el apartado 2.3 de la norma IEC 61 024-1.

Ver el ejemplo de la Fig. D.4.

D.5.2 Norma IEC 61 024-1, 1990. Protección de las estructuras contra las descargas atmosféricas. Parte 1: Principios generales.

La norma IEC 61 024-1, en el apartado 3.3, expresa que la conexión equipotencial constituye la medida más importante de protección contra el riesgo eléctrico (peligro de muerte).

La norma IEC 61 02.4-1 establece además en su apartado 3.1 Conexión equipotencial, 3.1.1 Generalidades, que la equipotencialidad constituye un medio muy importante para reducir el riesgo de incendio y de explosión y los riesgos de muerte por choque eléctrico en el espacio a proteger.

Se realizará la conexión equipotencial de las masas (elementos conductores externos) tan cerca como sea posible del punto de penetración a la estructura.

Se dispondrá una conexión equipotencial si no se instala una protección externa contra el rayo, pero igualmente se necesitará una protección contra los efectos del rayo en las acometidas.

La norma IEC 61 024-1 en el apartado 3.1.2. Conexión equipotencial para instalaciones metálicas expresa que se realizará una conexión equipotencial en los casos siguientes:

- a) En el subsuelo o cerca del nivel del suelo. Los conductores de la conexión equipotencial deberán conectarse a una barra de conexión equipotencial, realizada y montada de forma que sea fácil el acceso con fines de inspección. La barra de conexión equipotencial deberá conectarse al sistema de puesta a tierra. Para estructuras grandes se podrán montar varias barras de conexión equipotencial, interconectándolas.
- b) Encima del suelo, con separaciones verticales de 20 m como máximo, para estructuras de más de 20 m de altura; las barras de conexión equipotencial deberán conectarse a los conductores anulares horizontales que conectan las bajadas.
- c) En los lugares de la instalación donde no se respeten las exigencias de proximidad (ver apartado 3.2 de la norma IEC 61 024-1)

Otros requerimientos a cumplir se encuentran en los apartados 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 y 3.1.5 de la norma IEC 61 024-1.

D.5.3 Norma IEC 61 312-1 Parte 1 Principios generales. Protección contra impulsos electromagnéticos (LEMP)

Se deberá tener en cuenta el apartado 3.4 de la norma IEC 61312-1. Parte 1. Protección contra impulsos electromagnéticos, en lo relacionado a los requerimientos de la equipotencialidad.

La equipotencialidad deberá ser provista e instalada en las superficies que limitan las zonas de protección (LPZ) para partes metálicas y cruces de sistemas de energía y comunicaciones en dichas superficies, como también las partes metálicas y sistemas dentro de una zona protección contra rayos (LPZ).

Con relación a la equipotencialidad de las líneas de energía eléctrica instaladas entre la zona LPZ 0_A y la zona LPZ 0₁, deberá lograrse con descargadores de corriente de rayo de la onda 10/350 μ s, que respondan a las características técnicas dadas en las tablas 1, 2, y 3 de la norma IEC 61 312-1 y una distribución de corrientes de rayo entre servicios, de acuerdo a lo establecido en el apartado 3.4.1.1, último párrafo de dicha norma.

La equipotencialidad de las líneas de energía eléctrica de baja tensión de datos y telefónicas en los límites de las zonas LPZ₁/ LPZ₂ y LPZ₂/ LPZ₃ se logrará mediante descargadores de sobretensiones de la onda 8/20 μ s, cuando corresponda, debiendo existir una coordinación energética entre los descargadores de corriente de rayo y descargadores de sobretensiones. Como ejemplo se da la fig. D.5.

La norma IEC 61 312-1, en el apartado 4.2.2.1 "Equipotencialidad de partes internas" determina que la conexión equipotencial para todas las partes conductivas de dimensiones significantes, tales como carriles de ascensores, marcos metálicos de puertas, cañerías de servicios, bandejas portacables, será realizada a la barra equipotencial o punto equipotencial más cercanos por medio de la conexión más corta posible. La interconexión múltiple entre partes conductivas resulta ventajosa.

D.6. Partes de la instalación que han de incluirse en la compensación de potencial o conexión equipotencial

a) Una conexión deberá realizarse para:

- Tomas de tierra de cimientos y/ o toma de tierra de pararrayos
- Tuberías metálicas de conducción de agua
- Tuberías metálicas de desagüe
- Tuberías metálicas de ventilación, calefacción y aire acondicionado.
- Conducciones metálicas de gas.
- Tomas de tierra para antenas (según VDE 0 855, parte 1).
- Tomas de tierra para instalaciones telefónicas (según VDE 0 800, parte 2.)
- Revestimientos de los cables de alimentación en baja tensión hasta 1 000 y
- Conductor de protección de la instalación eléctrica según VDE 0 100 (Conductor PEN en las redes TN, y conductor PE en las redes TT, o IT)
- Puesta a tierra de instalaciones de alta tensión superiores a 1 kV según VDE 0 141, en caso de no existir el riesgo propagación a tierra de tensiones elevadas.
- Conducciones de toma de tierra de aparatos de protección contra corrientes de rayos y sobretensiones.

b) Sólo podrán conectarse a través de explosores o vías de chispas de separación especiales:

- Tomas de tierra en instalaciones de alta de tensión superiores a 1 kV según VDE 0 141, cuando se puedan propagar tensiones a la instalación de puesta a tierra indebidamente alta.
- Tomas de tierra auxiliar de los interruptores de protección contra tensión de error según VDE 0 100.
- Tomas de tierra de medida para laboratorios, siempre que estén tendidas separadas de los conductores de protección.
- Instalaciones con protección específica contra la corrosión y con medidas de protección contra corrientes parásitas de dispersión según VDE 0 150.

c) Sólo podrán conectarse a través de descargadores de corriente de rayo y sobretensiones:

- Conductores que se encuentran bajo tensión (conductores activos) de las instalaciones eléctricas de hasta 1 000 V.
- El neutro en las redes TT

D.7. Conexiones para la realización de la equipotencialidad

Las conexiones para la compensación de potencial deben garantizar un contacto bueno y duradero.

Por ello los bornes de conexión deben cumplir las disposiciones de la norma VDE 0 609.

Además las abrazaderas de los tubos de toma de tierra, deberán estar realizadas de acuerdo con VDE 0 190, VDE 0 100.

Las uniones a los bornes de equipotencialidad o respectivamente a los explosores o las vías de chispas de separación, deben cumplir las normas DIN 48 810 (Prueba de fiabilidad en caso de cargas por corriente de rayo).

D.8. Conductores de compensación del potencial

Los conductores de compensación de potencial pueden señalizarse, siempre que tengan funciones de protección, como los conductores de protección, es decir verde/amarillo.

Determinante para el dimensionado del conductor principal de compensación de potencial según VDE 0100, parte 450, es la sección del conductor principal de potencia (ver fig. D.2, y tabla D.1).

El conductor principal de potencia es aquel que procede de la fuente de energía eléctrica, o el conductor que sale de la caja de conexiones del edificio o respectivamente del distribuidor del edificio.

En cualquier caso, la sección mínima del conductor principal de compensación de potencial será, como mínimo 6 mm² Cu.

Como secciones mínimas para la compensación de potencial auxiliar, en caso de conductores con revestimiento de protección mecánica se dan 2,5 mm² Cu, y en caso de conductores sin revestimiento de protección mecánica 4 mm² Cu como valores exigibles. Para conductores de toma de tierra de las antenas (según VDE 0 855, parte 1 proyecto) se exige una sección mínima de 16 mm² Cu.

D.9. Barra de equipotencialidad o Bornera equipotencial

La barra de equipotencialidad debe apretar con seguridad de contacto todos los cables de conexión y secciones que puedan presentarse en la práctica.

Las barras de equipotencialidad pueden equiparse, según las necesidades, con los bornes necesarios en cualquier distribución para conductores redondos de 16 mm², de 16 a 95 mm², de $\phi = 10$ mm, como también para pletinas de acero en fleje de hasta 30 mm de ancho.

Una etiqueta autoadhesiva en la tapa, permitirá la caracterización de los diferentes bornes y de los conductores conectados.

La barra de equipotencialidad mediante utilización de una segunda barra acoplada, puede ampliarse hasta alcanzar un equipamiento doble.

D.10 Verificación y vigilancia de la compensación de potencial

Antes de la puesta en servicio de la instalación eléctrica, deberán verificarse todas las conexiones, para comprobar que han sido perfectamente realizadas, y que son realmente efectivas.

D.11 Ejecución de la equipotencialidad de toma de tierra de cimientos

Dado que la instalación eléctrica requiere determinados valores de resistencia de puesta a tierra, y que la toma de tierra de cimientos puede ofrecer valores aceptables bajos de resistencia de puesta a tierra, la citada toma de tierra de cimientos representa un complemento óptimo y efectivo de la compensación de potencial. Para la ejecución de la toma de tierra de cimientos, habrá que tener en consideración las disposiciones de la norma IEC 61 024-1, apartado 1.3 y la norma IEC 61 024-1-2.

Para lograr la equipotencialidad de la tierra de cimientos pueden utilizarse pletinas continuas, que generalmente se ofrecen en largos de aproximadamente 50 m, en bobinas; el material es de acero cincado en caliente según DIN 48 801, de 70 μm de espesor. La sección mínima de estas pletinas será de 30 mm x 3,5 mm (o aceros redondos de $\phi = 10$ mm). Como ejemplo ver la Fig. D.3

D.12 Instalación y colocación

La pletina de equipotencialidad de la tierra de cimientos se colocará en forma de anillo cerrado en los muros exteriores del edificio, por debajo de la capa aislante más profunda (ver la figura 63 de la IEC 61 024-1-2). Con el fin de conseguir una protección suficiente contra la corrosión, la pletina de equipotencialidad de la toma de tierra de cimientos deberá incrustarse en la capa del denominada hormigón de limpieza, como mínimo de 0.10 m de espesor.

D.13 Conductores de conexión

Desde la barra de equipotencialidad de la toma de tierra de cimientos deberán llevarse pletinas de conexión a las barras o borneras de equipotencialidad como asimismo, en caso de necesidad, también los conductores de conexión para los derivadores de la instalación de pararrayos.

Los conductores de conexión, inmediatamente después de su colocación deberán señalizarse de forma destacada (por ejemplo con cinta para marcar) con el fin de que, en la fase de construcción del edificio no sean cortados o dañados por descuido. Los conductores de conexión hacia dentro, deberán sacarse de la pared, como mínimo 0.30 m por encima del suelo (sótano cuando lo hubiere), debiendo presentar un extremo libre de por lo menos 1.60 m para conexión a la barra o bornera de equipotencialidad.

Los conductores de conexión que sean llevados hacia el exterior (para la instalación exterior de pararrayos) han de ser protegidos en los puntos de salida al exterior contra corrosión, por ejemplo por medio de cinta de protección anticorrosiva, o por otro medio.

Los conductores de conexión, o bien pueden conducirse dentro de las paredes de hormigón o bien llevarse hacia arriba en la mampostería del edificio, y sólo por encima de la superficie del suelo deberán ser llevadas hacia el exterior. Dentro de la mampostería han de protegerse por medio de una cinta de protección con aislamiento o bien con conductores de conexión de acero inoxidable.

D.14 Puntos de unión

Las uniones de la pletina de equipotencialidad de la tierra de cimientos dentro de los cimientos pueden realizarse mediante ensambladores de chaveta apropiados, mediante bornes, o bien mediante crucetas ajustadas con tornillos.

D.15 Juntas de dilatación

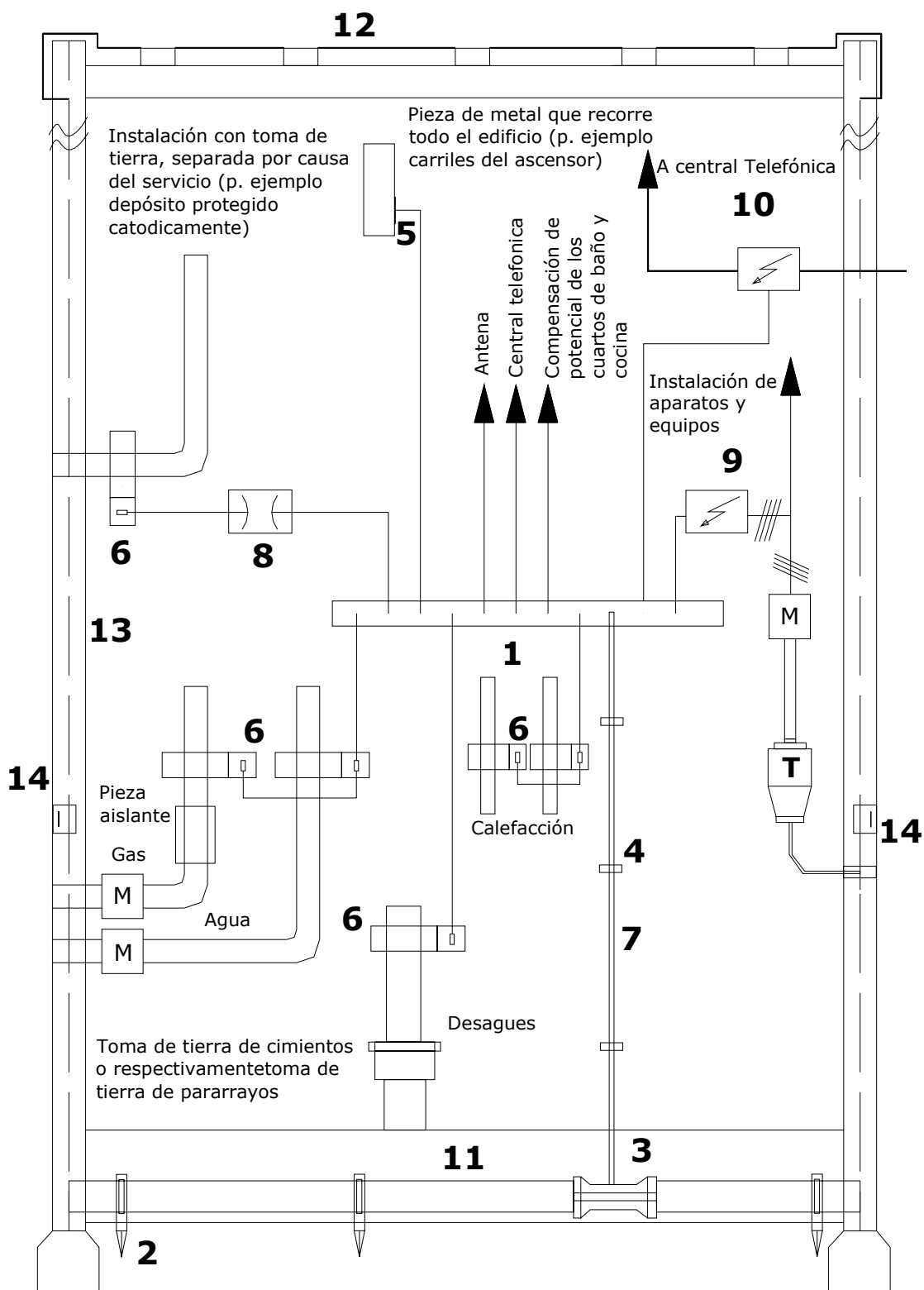
En caso de edificios de grandes dimensiones con juntas de dilatación, las barras de equipotencialidad de la toma de tierra de cimientos de ambos lados de la junta, dentro del edificio, y fuera del hormigón deberán puentearse por medio de bandas de dilatación, o por medio de conductores de dilatación.

Además, estos puntos donde se encuentran las juntas de dilatación, son apropiados para realizar mediciones eléctricas de la resistencia de toma de tierra.

Tabla D1.- Secciones de los conductores de compensación de potencial

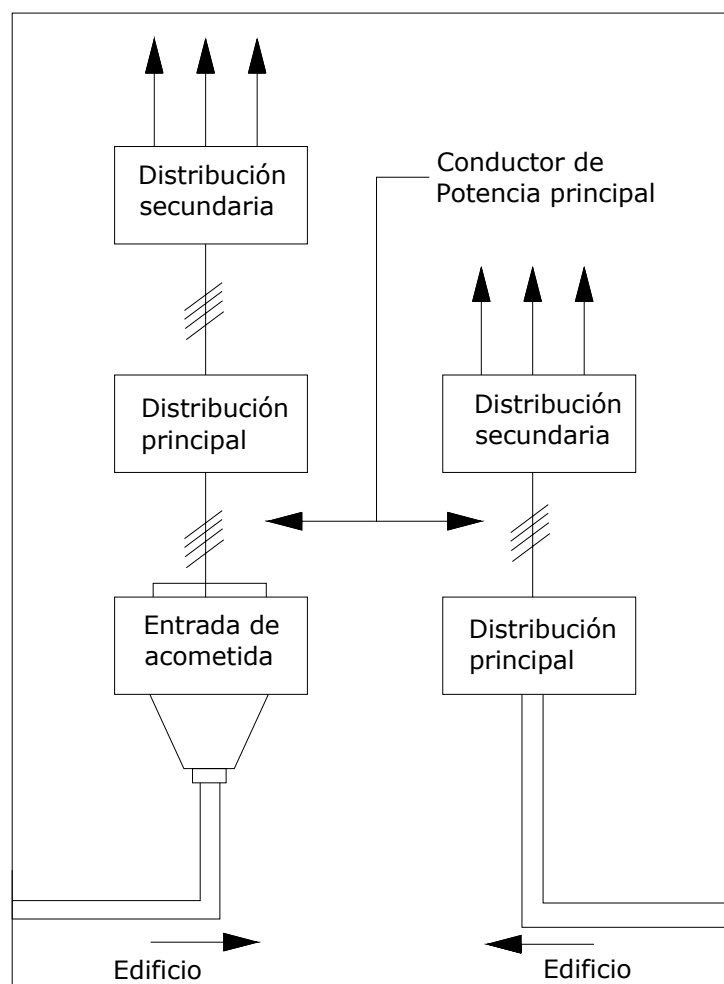
Compensación de potencial principal	Compensación de potencial auxiliar	
	Entre dos cuerpos	1 x sección del conductor principal de protección
0.5 x sección del conductor principal de protección	Entre un cuerpo y una pieza conductora ajena	0.5 x sección del conductor principal de protección
	Mínimo	
6 mm ²	Con protección mecánica	2.5 mm ² Cu
	Sin protección mecánica	4 mm ² Cu
Posible limitación		
25 mm ² Cu		

Figura D1.- Ejemplo de la realización de la equipotencialidad, según VDE 010. Parte 410, con inclusión de puesta a tierra de protección contra rayos según IEC 61024-1 e IEC 61312 (LEMP)



- | | |
|--|--|
| (1) Barra colectora de compensación de potencial | (9) Descargadores de corriente de rayo (10/350 μ s) para línea eléctrica entrante. |
| (2) Pieza distanciadora | (10) Descargadores de corriente de rayo (10/350 μ s) para líneas de telefonía entrantes. |
| (3) Conector del cable | (11) Puesta tierra en cimientos |
| (T) Acometida de energía eléctrica | (12) Malla captadora de rayos |
| (4) Soporte de cable | (13) Derivador de corriente de rayo (armaduras adicionales) |
| (5) Borne de conexión | (14) Caja de separación y medición de PAT |
| (6) Abrazadera de tubo | |
| (7) Conductor de conexión | |
| (8) Explosor o vías de chispas de separación | |

Figura. D.2.- conductores principales de protección, determinantes para el dimensionamiento del conductor principal con compensación de potencial



Izquierda: instalación con caja de acometida en el edificio
 Derecha: instalación sin caja de acometida

Figura D.3.- Ejemplo de equipotencialidad en el interior de la estructura del edificio de hormigón armado

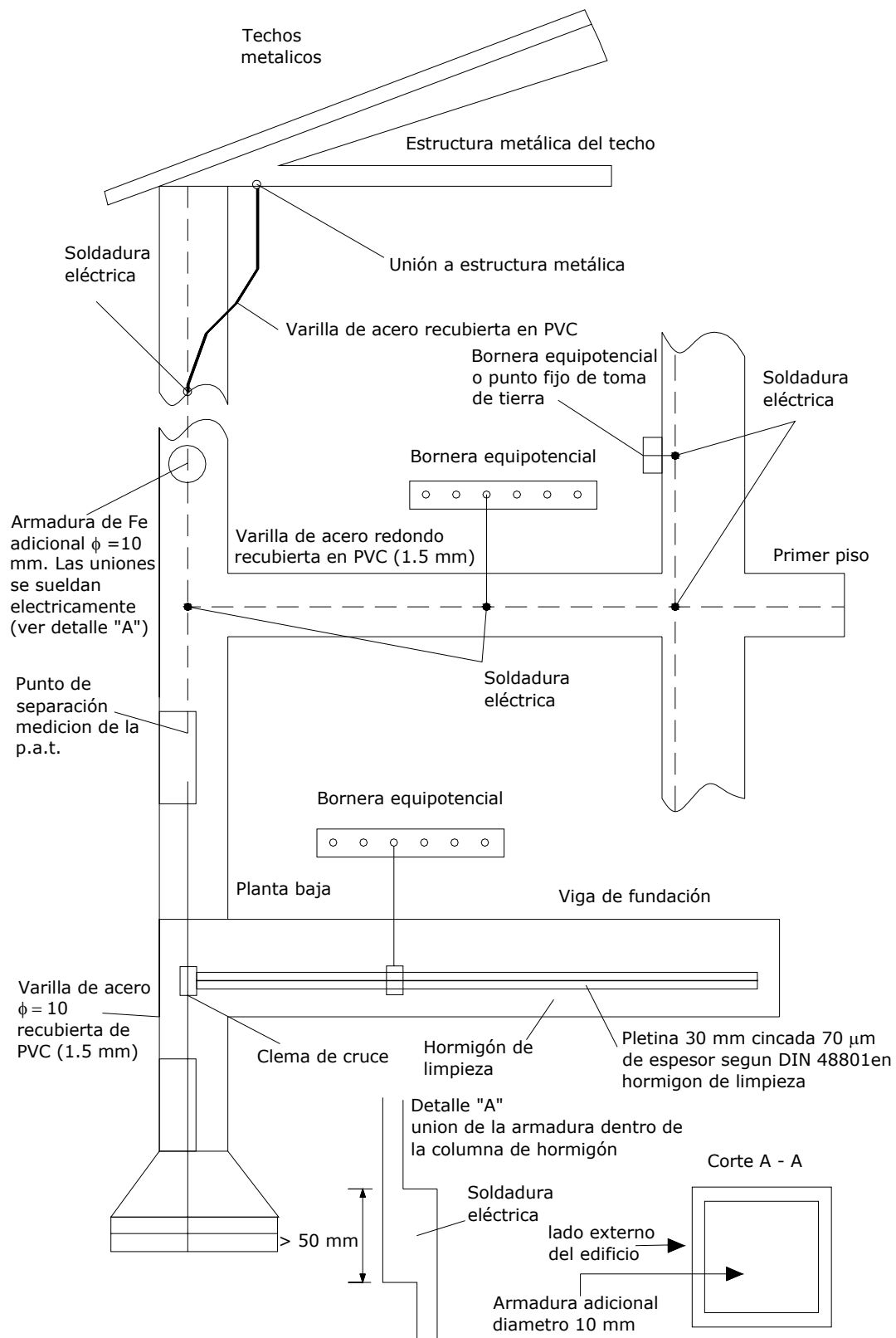
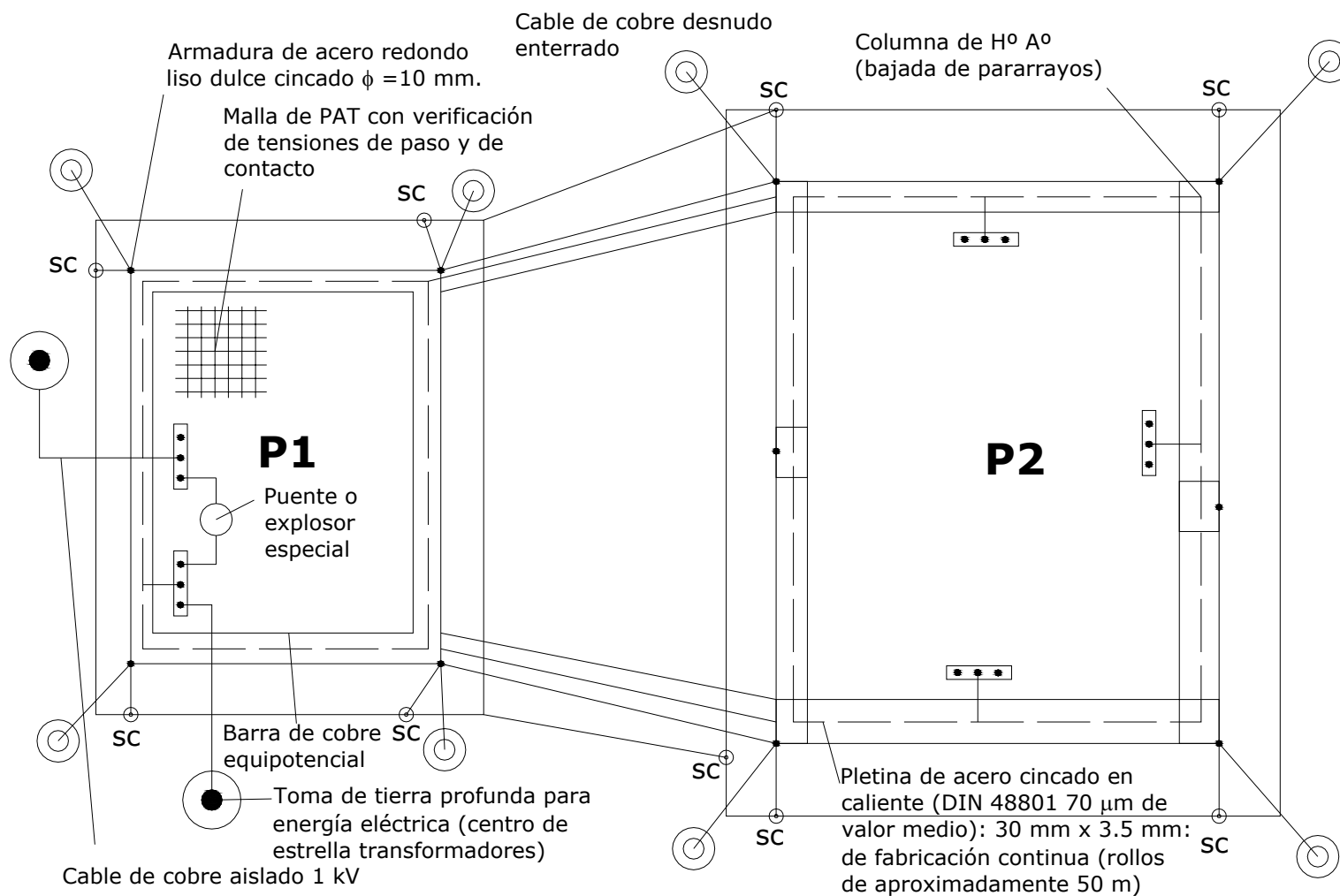


Figura D.3.- Ejemplo de aspectos de equipotencialidad y de puesta a tierra en un edificio hospitalario

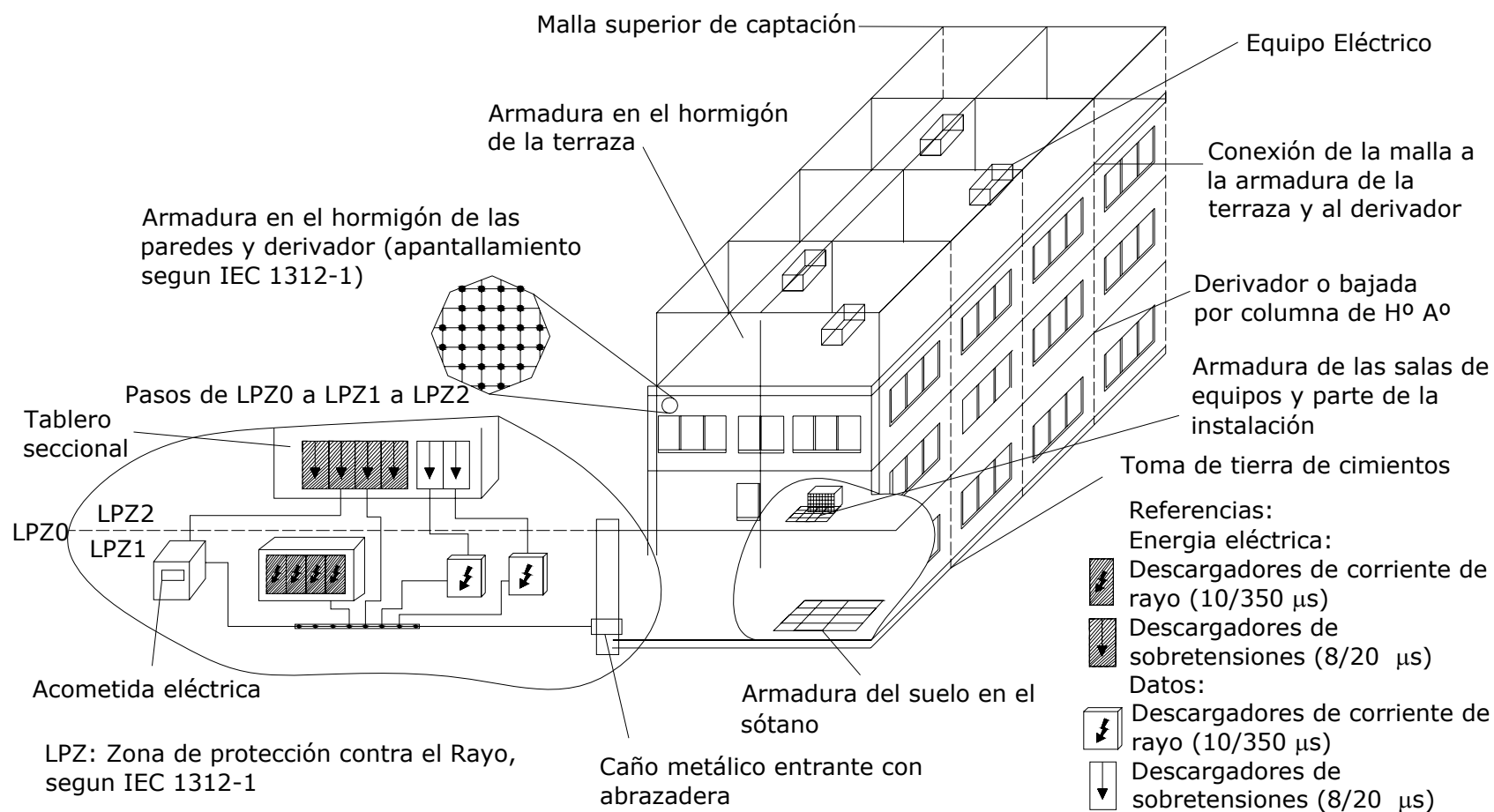


P1: Edificio de energía eléctrica (estación transformadora, grupo electrogeno)
 P2: Edificio hospitalario propiamente dicho

Referencias:
 sc: Soldadura cuproaluminotérmica
 ■■■ Barra Equipotencial

○ Jabalina

Figura D.3.- Ejemplo de aspectos de equipotencialidad y de puesta a tierra en un edificio hospitalario



ANEXO E**CONSIDERACIONES PARTICULARES DE LAS INSTALACIONES DE SISTEMAS IT HOSPITALARIOS**

La pérdida de aislación o expresado de otra manera, la referencia de un sistema aislado a tierra se da por la caída de la impedancia a tierra. Esta es la variable que realmente compromete al paciente en el quirófano.

Esta impedancia Z está compuesta por el paralelo de la reactancia capacitiva X_c y la resistencia de aislación R_i . Por lo tanto en la instalación interna a la red IT se debe minimizar el acoplamiento capacitivo a tierra. Esto se logra con las siguientes medidas prácticas:

1. Minimizar la longitud total de conductores activos secundarios, instalando los transformadores de aislación lo más cerca posible de las salas del grupo 2.
2. Efectuar el tendido de los conductores activos secundarios por cañerías no conductoras normalizadas.
3. Efectuar el tendido de los conductores de protección por cañerías independientes que de los conductores activos y separadas adecuadamente (10-15 cm).

Dado el valor elevado en equipamiento electrónico será obligatoria la protección interna contra sobretensiones transitorias según se establece en el Anexo D, Punto D5.3.

Estas sobretensiones transitorias comprenden las de origen atmosférico y las de conmutación de las redes eléctricas (exteriores y/o interiores al edificio en consideración).

La protección interna debe ser escalonada y coordinada energéticamente, de acuerdo a lo que establece la norma IEC 613-1.

ANEXO F

TIEMPOS DE CONMUTACIÓN DE LAS FUENTES DE EMERGENCIA

La alimentación general de energía eléctrica de emergencia, establece una gama de tiempos de conmutación desde 0 hasta más de 15s.

En las figuras 15, 16, 17 y 18 del capítulo 14 se establecen tiempos de conmutación

$\leq 15s$

$\geq 15 s$

y $\leq 0.5 s$.

Se debe interpretar cuando se expresa $\leq 0.5 s$, que el cero (0) de la tabla arriba citada está comprendido.

El cero significa sin tiempo de conmutación y puede requerirse que las fuentes sean capaces de actuar en forma continua desde una fuente de alimentación eléctrica adicional. El tiempo máximo de conmutación de este intervalo es 0.5 s.

Es función del proyectista, fijar los tiempos exactos de conmutación.

Nota En hospitales estos tiempos exactos de conmutación serán fijados por el proyectista, en acuerdo con los responsables médicos.

ANEXO G

Uso eficiente de la energía eléctrica

G.1. Por uso eficiente de la energía eléctrica se entiende tanto el ahorro de energía y la eliminación de pérdidas, como la sustitución de fuentes energéticas por otras, que permitan el logro de un desarrollo sustentable.

El Criterio de medición del uso eficiente de la energía será la disminución de la intensidad energética o consumo de energía por unidad de producto o de servicio generado.

El uso eficiente de la energía eléctrica es un concepto cuya aplicación beneficia por igual a:

- El usuario final, porque para iguales resultados necesita menores recursos,
- a las empresas generadoras y distribuidoras de energía eléctrica, porque al reducir los picos de la curva de demanda, permite incorporar mayor cantidad de usuarios con las instalaciones existentes y por lo tanto sin nueva inversión en un principio y con una inversión mejor aprovechable en el futuro,
- a los países por cuanto permiten un mejor aprovechamiento de sus recursos no renovables, si los poseen, o una menor erogación de divisas, si no los poseen y
- al planeta entero pues disminuye la contaminación global tanto en gases tóxicos como en aquellos que contribuyen al efecto invernadero.

Este concepto, sin parangón en cuanto a que es difícil encontrar algo cuya aplicación traiga únicamente beneficios es, sin embargo, poco conocido y menos utilizado.

Su aplicación requiere por parte del proyectista y del usuario una particular atención a las características técnico-económicas de las instalaciones y de los aparatos utilizadores.

Es muy importante el trabajo de difusión que solamente el proyectista y el instalador pueden realizar para con los usuarios finales, los que difícilmente tienen acceso a esta normativa.

G.2. Oportunidades de ahorro de energía por características de las instalaciones en viviendas, oficinas y locales (unitarios)

Son básicamente dos:

- Elección de los conductores de acuerdo con su sección económica
- Utilización de equipo de detección de presencia y de nivel de iluminación natural para control de iluminación

G.3. Oportunidades de ahorro de energía por elección de aparatos utilizadores eficientes en viviendas, oficinas y locales (unitarios)

- Lámparas y luminarias, colores ambientales
- Enfriamiento de alimentos y climatización de ambientes, aislamiento térmico

Ante la compra de una nueva heladera, freezer o equipo de aire acondicionado, es importante informarse y comparar distintos equipos en función de su consumo.

- Utilización de motores eficientes

Esta oportunidad de ahorro puede ser utilizada en la selección de motores para accionamiento de bombas elevadoras de agua, ventiladores para sistemas centralizados de aire acondicionado y calefacción, etc.

- Utilización de accionamientos eficientes

Esta oportunidad de ahorro puede ser ampliamente utilizada en la industria por la multiplicidad de aplicaciones electromecánicas existentes. En viviendas, oficinas y locales no industriales se presenta en forma limitada.

Las oportunidades se presentarán en la utilización de ventiladores y bombas para fluidos donde el control del caudal se realice por variación de la velocidad del motor eléctrico en lugar de recurrir a válvulas estranguladoras.

BIBLIOGRAFÍA

- "Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles"
 - o Parte 7 "Reglas particulares para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles". Sección 771 "Viviendas, oficinas y locales (unitarios)"
 - o Asociación Electrotécnica Argentina
 - o Edición 8/2002
- "Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles"
 - o Parte 7 "Requisitos para instalaciones en locales especiales". Sección 710 "Locales para usos médicos"
 - o Asociación Electrotécnica Argentina
 - o Edición 4/2000
- "Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles"
 - o Parte 7 "Reglas particulares para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles". Sección 701 "Cuartos de baño"
 - o Asociación Electrotécnica Argentina
 - o Edición 8/2002
- "Instalaciones de consumo en baja tensión"
 - o Norma Chilena NCH Elec. 4/2003 Electricidad"
 - o Superintendencia de electricidad y combustibles S. E. C.
 - o Edición 10/2003.
- "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión"
 - o Instrucciones técnicas complementarias
 - o Ministerio de trabajo y asuntos sociales España
 - o Edición 8/2002
- Manual NEC "Código Eléctrico Nacional".
 - o NFPA National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts
 - o Edición 1999
- Cuadernos Técnicos Schneider Electric.
- Iluminación " Luz Visión Comunicación " Tomo 1
 - o Asociación Argentina de luminotecnia
- Cajas y tableros en general-Cajas para medidores-Requisitos y métodos de ensayo
 - o NB 148001-02
 - o Instituto Boliviano de normalización y calidad "IBNORCA"
 - o Edición 7/2002
- Tableros de medición y protección individuales-Requisitos y métodos de ensayo
 - o NB 148002-02
 - o Instituto Boliviano de normalización y calidad "IBNORCA"
 - o Edición 7/2002
- Tableros de medición y protección individuales-Requisitos y métodos de ensayo
 - o NB 148003-02
 - o Instituto Boliviano de normalización y calidad "IBNORCA"
 - o Edición 7/2002

