

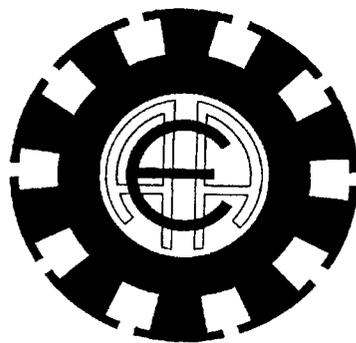
Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364

Parte 7 - Reglas Particulares para las
Instalaciones en Lugares y Locales Especiales
Sección 771: Viviendas, oficinas y locales (unitarios)
Edición: Marzo 2006

Ejemplar N°



ASOCIACION ELECTROTECNICA ARGENTINA



ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA

1913-2006



Comité de Estudio CE 10

Instalaciones Eléctricas en Inmuebles

Integrantes

Presidente:	Ing. Carlos GARCÍA DEL CORRO (AEA)
Miembros Permanentes:	Ing. Federico ANDRIBET (ADELCO)
	Ing. Guillermo BAUMANN (SIEMENS S.A.)
	Ing. Carlos A. GALIZIA (CONSULTOR)
	Ing. Luis A. GRINNER (ESTUDIO GRINNER)
	Ing. Magdalena KNELL (ABB S.A.)
	Ing. Carlos M. MANILI (INSPT-UTN)
	Ing. Eduardo MIRAVALLES (GCABA)
	Ing. Héctor J. RUIZ (SCHNEIDER ELECTRIC ARGENTINA S.A.)

Comisión de Normalización

Integrantes

Presidente:	Ing. Norberto O. BROVEGLIO
Secretario	Ing. Natalio FISCHER
Miembros Permanentes:	Ing. Carlos A. GALIZIA
	Ing. Alberto IACONIS
	Ing. Víctor OSETE
	Ing. Jorge PUJOLAR



Especialistas invitados:

Ing. Gabriel Blanco (IMSA S.A.)
Ing. Rubén Cueno (CIMET S.A.)
Ing. Edgardo Kliewer (CEARCA S.A.)
Ing. Ricardo Ostrovsky (PRYSMIAN Energía Cables y Sistemas de Arg. S.A.)
Ing. Manuel Lázzaro (PLÁSTICOS LAMY S.A.)
Ing. Alonso M. López (PVC TECNOCOM S.A.)
Ing. Carlos Imposti (SOLVAY-INDUPA S.A.I.C.)
Sr. José Luis Tosto (HUFERJO S.A.)

**Lista de Ministerios, Secretarías, Subsecretarías, Direcciones, Entes y Reparticiones oficiales,
invitados a participar de la Discusión Pública**

Asociación de Entes Reguladores Eléctricos de la República Argentina (ADERE)
Comisión Nacional de Comunicaciones (CNC)
Dirección de Obras Públicas de la Provincia de Chubut
Dirección de Obras Públicas de la Provincia de La Rioja
Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE)
Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Dirección General de Fiscalización de Obras y Catastro
Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, D.G.F.O.C - Depto. de Instalaciones Sector Eléctricas Domiciliarias
Ministerio de Economía y Obras Públicas de la Provincia de Santa Cruz
Ministerio de Infraestructura de la Provincia de San Luis
Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Santa Fe
Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Santiago del Estero
Ministerio de Producción, Infraestructura y Medio Ambiente de la Provincia de Jujuy
Ministerio de Ambiente y Obras Públicas de la Provincia de Mendoza
Municipalidad de la Ciudad de Paraná de la Provincia de Entre Ríos
Secretaría de Transporte, Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Chaco
Secretaría de Energía de la Nación
Secretaría de Estado de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Tucumán
Secretaría de Obras Públicas de la Provincia de Córdoba
Secretaría de Obras Públicas de la Provincia de Tierra del Fuego
Secretaría de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Formosa
Secretaría de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de La Pampa
Subsecretaría de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Entre Ríos
Subsecretaría de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires
Subsecretaría de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires - Dirección Provincial Unidad de Ejecución de Obras del Gran Buenos Aires
Subsecretaría de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Corrientes
Superintendencia de Riesgos del Trabajo
Superintendencia de Seguros de la Nación
Superintendencia Federal de Bomberos - PFA



Lista de empresas e instituciones invitadas a participar de la Discusión Pública

Altécnica Lockwood Greene S.A.I.C.
Armando Pettorossi e Hijos S.A.
Asea Brown Boveri ABB S.A.
Asociación Argentina de Técnicos Industriales (AATI)
Asociación Argentina para el Uso Racional de la Energía (AAPURE)
Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina (ADEERA)
Asociación de Profesionales Electricistas (APE)
Asociación Electrotécnica de la Provincia de Buenos Aires (AEPBA)
Asociación para la Promoción de la Seguridad Eléctrica (APSE)
Asociación Provincial de Electricistas Matriculados (APEM)
Cámara Argentina de Distribuidores de Materiales Eléctricos (CADIME)
Cámara Argentina de Distribuidores de Materiales Eléctricos no Ferrosos (CAMENOFE)
Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL)
Cámara Argentina de Instaladores Electricistas (ACYEDE)
Cámara Argentina de la Construcción
Cambre S.A.
CEESPLL
Centro Argentino de Ingenieros (CAI)
Centro de Ingenieros de San Juan
Colegio de Arquitectos de la Provincia de Buenos Aires (CAPBA)
Colegio de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires
Colegio de Ingenieros Especialistas de Córdoba (CIEC)
Colegio de Técnicos de la Provincia de Buenos Aires
Consejo Profesional de Agrimensores, Ingenieros y Profesiones afines de la Provincia de Salta (COPAIPA)
Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo
Consejo Profesional de Ingeniería Civil (CPIC)
Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista (COPIME)
Consejo Profesional de Ingeniería y Agrimensura de San Juan
Comisión Especialista de Ingeniería Electromecánica, Electricista y afines de San Juan
Consejo Profesional de Ingenieros
Consejo Profesional de Telecomunicaciones, Electrónica y Computación (COPITEC)
CONSULBAIRES Ingenieros Consultores S.A.
EMDERSA
Empresa de Energía de Mendoza S.A. (EDEMESA)
Empresa Distribuidora de Energía Atlántica (EDEA S.A.)
Empresa Distribuidora de Energía de Santiago del Estero (EDESE S.A.)
Empresa Distribuidora de Energía La Plata (EDELAP)
Empresa Distribuidora y Comercializadora Norte S.A. (EDENOR S.A.)
Empresa Distribuidora de Energía Sur S.A. (EDESUR S.A.)
Empresa Jujehña de Energía S.A. (EJESA)
Empresa Provincial de Energía de Santa Fé (EPE)
Empresa Provincial de la Energía de Córdoba (EPEC)
Empresa Provincial de la Energía de Neuquén (EPEN)
Energía de San Juan S.A.
Escuela de Educación Técnica N° 1



Estudio Grinner

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo - UBA

Fundación CEDIE

IITREE - Universidad Nacional La Plata

Industria Metalúrgica Sud Americana (IMSA)

Industrias Erpla S.A.

Industrias Sica S.A.I.C.

Instituto Argentino de Normalización (IRAM)

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)

Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA)

LatinoConsult S.A.

Liga de Acción del Consumidor (ADELCO)

Mac Kinley y Vignaroli S.A.

Marlew S.A.

Moeller Electric S.A.

Prysmian Energía Cables y Sistemas de Argentina S.A.

Schneider Electric Argentina S.A.

Siemens S.A.

Sociedad Central de Arquitectos

Techint S.A.

Tecnocom S.A.

Universidad Católica Argentina - Facultad de Ingeniería

Universidad de Buenos Aires - Facultad de Ingeniería (FIUBA)

Universidad de Mendoza - Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Río Cuarto - Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de Tucumán - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - IIE

Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires (FRBA)

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Haedo (FRH)

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán (FRT)

Universidad Tecnológica Nacional - Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico (UTN-INSPT)

Zoloda S.A.

Colaboraciones recibidas durante la Discusión Pública

Como resultado de la Discusión Pública, se han analizado los aportes y comentarios recibidos de los siguientes Organismos, Entes, Reparticiones, Instituciones y Empresas:

Cámara Argentina de Instaladores Electricistas (ACYEDE)

Asociación Electrotécnica de la Provincia de Buenos Aires (AEPBA)

Asea Brown Boveri ABB S.A.

Asociación para la Promoción de la Seguridad Eléctrica (APSE)

Banco Credicoop Ltda.

Cámara Argentina de Industria Plástica (CAIP)

Cearca S.A.

Cimet S.A.

Colegio de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires

Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista (COPIME)



EDENOR S.A.
EDESUR S.A.
EDET S.A.
Estudio Grinner
Huferjo Industrias Plásticas, de José Luis Tosto
Instituto Argentino de Normalización (IRAM)
Livher, de Livio Giuricin
Municipalidad de Guaymallén
OVRA
Plásticos Lamy S.A.
Plastil S.R.L.
Prysmian Energía Cables y Sistemas de Argentina S.A.
Schneider Electric S.A.
Siemens S.A.
Solvay Indupa S.A.I.C
Superintendencia de Riesgos del Trabajo
Tableplast S.R.L.
Tecnocom S.A.
Universidad Nacional de Mar del Plata - Facultad de Ingeniería
Universidad Tecnológica Nacional - Instituto Nacional Superior del Profesorado Técnico (UTN-INSPT)
Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán
Zoloda S.A.

Durante la Discusión Pública también se han recibido los aportes y comentarios de los siguientes profesionales:

Ing. José Alfonso
Prof. Carlos A. Aon
Ing. Juan C. Arcioni
Ing. Miguel Bergliaffa
Ing. Pedro Besenyi
Ing. Osvaldo Corona
Ing. Noé Mattanó
Ing. Aldo Messineo
Ing. Alberto Mikalaiunas
Ing. Alberto Poteraychke



Prólogo

En su sesión del 14 de abril de 1924, la entonces Comisión Directiva aprobaba y ponía en vigencia la primera edición de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. En ese mismo acto, nuestros precursores resolvieron otorgar carácter permanente a la Comisión de Reglamentaciones, a fin de que ella recomiende las modificaciones que corresponda introducir conforme a la evolución de los requisitos de seguridad eléctrica y a las nuevas prácticas tecnológicas.

Este mandato se ha venido cumpliendo en el transcurso del tiempo y ahora, el Comité de Estudios CE 10 "Instalaciones Eléctricas en Inmuebles", ha elaborado la presente edición de la Sección 771 "Viviendas, oficinas y locales (unitarios)" correspondiente a la Parte 7 "Reglas Particulares" de la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles. Conforme a los lineamientos normativos establecidos por la Comisión de Normalización de la Asociación Electrotécnica Argentina, esta Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles puede denominarse indistintamente por su equivalente alfanumérico AEA 90364.

La presente edición anula y reemplaza a la edición 1987 de la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles y a la edición de agosto de 2002 de la Sección 771 de la Parte 7, de la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles.

El presente texto fue aprobado por la Comisión Directiva en su sesión del 22 de marzo de 2006, entrando en vigencia a partir de su fecha de edición.

Consideraciones generales

A pesar de los esfuerzos de las autoridades de aplicación, de los organismos de control y de la tarea de difusión por parte de la Comisión de Capacitación de la AEA, de instituciones educativas universitarias, terciarias y secundarias y de empresas relacionadas con la fabricación y comercialización de productos del área eléctrica, los accidentes originados en fallas en las instalaciones eléctricas en inmuebles, continúan en un número inaceptable para el estado actual de la tecnología.

Estos hechos redoblan la necesidad de contar con un instrumento reglamentario actualizado y, en cierta forma, didáctico que establezca un piso de requisitos para la ejecución de instalaciones eléctricas seguras en los inmuebles.

El Comité de Estudios CE 10 "Instalaciones Eléctricas en Inmuebles", en vista de estas realidades y considerando:

- que ha desarrollado la totalidad de las Partes 1 a 6 (en proceso de Discusión Pública) de AEA 90364, en las cuales se establecieron conceptos vinculantes con la seguridad en las instalaciones eléctricas en inmuebles, que necesariamente debían incorporarse a las reglas particulares prescriptas en la Sección 771;
- que el Decreto 351/1979, reglamentario de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, establece en su Anexo VI, Capítulo 14, punto 3 "Condiciones de Seguridad de las Instalaciones Eléctricas", la obligatoriedad de cumplir con la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles,
- que en dicha Ley se incluyen las viviendas, en las que pueden desarrollarse trabajos esporádicos o temporarios, conclusión ésta que se desprende, por ejemplo, de la lectura de la Tabla 2, Capítulo 12 del Anexo IV y del inciso "f", del punto 3.1.2 del Capítulo 18 del Anexo VII;
- que el Decreto 911/1996, reglamentario de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, para la industria de la Construcción establece en su Anexo, Capítulo 6, Sección Instalaciones Eléctricas, Artículo 86 que "Toda instalación deberá proyectarse como instalación permanente, siguiendo las disposiciones de la Asociación Electrotécnica Argentina, ..." y que "en los lugares de almacenamiento de explosivos o inflamables, al igual que en los locales húmedos o mojados, o con sustancias corrosivas, las medidas de seguridad adoptadas deberán respetar lo estipulado en el Reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina.

- que, la exigencia de la Ley Nacional mencionada o la adopción, a través de Leyes Provinciales, Ordenanzas Municipales o Resoluciones de Entes competentes, de la Edición 2002 de la Reglamentación AEA en diversas regiones de nuestro país ¹, ha motivado su uso habitual en el proyecto y ejecución de las instalaciones eléctricas, de manera tal que resulta imprescindible considerar diversas problemáticas locales que surgieron de ese empleo continuo;
- que las actividades de difusión y capacitación relacionadas con la Reglamentación, han permitido conocer diferentes inquietudes de los actores de este campo de aplicación destinado a viviendas, oficinas y locales (unitarios), con lo que también resultaba imprescindible tener en cuenta sus expectativas y
- que, a efectos de una correcta interpretación de sus prescripciones, era necesario corregir errores dactilográficos y de sintaxis que se habían deslizado involuntariamente en la Edición 2002,

ha revisado la Edición 2002 de la Sección 771, perteneciente a la Parte 7 de la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles (AEA 90364), manteniendo sus características de sección autónoma, es decir que para su utilización no resulta imprescindible el empleo de otras partes o secciones, las que no obstante pueden ser consultadas para ampliar los conceptos enunciados.

Los principales puntos mejorados o agregados en la presente edición son, en forma enunciativa y no taxativa ni limitativa, los siguientes:

Con excepción de las tablas de corrientes admisibles para cables, se han eliminado todas las referencias a IEC 60364, orientando la lectura, cuando se requiera una profundización de conceptos, a AEA 90364. Si bien AEA 90364 se encuentra en proceso de Discusión Pública, se estima que a la fecha de vigencia de la presente Sección la obra completa de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles estará en etapa de impresión.

Cláusula 771.2: Aunque ya se exigía en la edición 2002 se agregó una subcláusula específica de verificación de conformidad durante el montaje.

Cláusula 771.3: Se modificó el orden de las cláusulas y se agregó una subcláusula resumen de los esquemas de conexión a tierra exigidos en inmuebles alimentados desde la red pública. Se agregó la descripción del esquema de conexión a tierra IT. En la subcláusula 771.3.3.1 se modificó el valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de protección llevando dicho valor de 10 a 40 ohm. En la misma subcláusula se agregó una tabla con los valores de resistencia de puesta a tierra de protección permitidos para diferentes valores de corriente diferencial.

Cláusula 771.4: Se agregó una nota reafirmando el hecho que cada vivienda, oficina o local (unitarios) tendrá una única alimentación normal desde la red pública. Se pasó al Anexo D lo referente a la alimentación de reserva.

Cláusula 771.5: Se adaptaron las referencias al nuevo texto y ordenamiento general.

Cláusula 771.6: Se amplió el dibujo correspondiente a los esquemas típicos de distribución de energía eléctrica en los inmuebles.

Cláusula 771.7: Se agregan, dentro de los circuitos para uso específico aquellos de iluminación trifásica específica (ITE), especialmente dedicados a oficinas o locales con presencia de personal instruido o calificado en temas eléctricos. Se aumenta el número máximo de bocas para los circuitos de tomacorrientes de usos especiales e iluminación de usos especiales y se aumenta el calibre máximo de la protección para circuitos de tomacorrientes de uso general, tomacorrientes de uso especial e iluminación de uso especial, en función de las corrientes admisibles de los conductores.

Cláusula 771.8: Se definen el concepto y la necesidad de los grados de electrificación, se dan ejemplos de aplicación a distintos tipos de inmuebles y para inmuebles formados por locales con diferente destino. Se modifican los límites de demanda de potencia máxima calculada para las viviendas y para los grados "elevado" y "superior" se reduce el número de tomacorrientes de usos especiales requeridos obligatoriamente. Para las oficinas se modifican los límites de demanda de potencia máxima simultánea calculada. Se agregan los conceptos de grados de electrificación para locales destinados al depósito de sustancias no inflamables, locales de otras características y espacios comunes integrantes de un inmueble. Se actualizan las subcláusulas destinadas a establecimientos educacionales, como así también los criterios generales.

¹ Resolución N° 560/98 del ex - EPRE (Buenos Aires), Resolución 30/05 del OCEBA (Buenos Aires), Resolución 207/95 del ENRE (Nacional), Resolución N° 129/01 del EPRE (Entre Ríos), Ordenanza 4820/2002 (San Martín de los Andes - Neuquén), Ordenanza 7021/03 (Salta), entre otras.



Se agrega una subcláusula dedicada a la ubicación de los tomacorrientes y los interruptores de efecto y en esa misma subcláusula se incorpora la obligación de emplear en las viviendas tomacorrientes con pantalla de protección a la inserción de cuerpos extraños en los tomacorrientes instalados a nivel de zócalo o hasta una altura de 0,9 m del nivel del solado terminado, dado que a partir de esta edición a las viviendas se las considerará como BA1 y BA2 en lugar de BA1.

Cláusula 771.9: Se modifican los coeficientes de simultaneidad para viviendas, oficinas y locales (unitarios) y se incorporan los coeficientes de simultaneidad para conjuntos de viviendas, oficinas o locales.

Cláusula 771.10: Se definen las influencias externas y su nomenclatura principal.

Cláusula 771.11: Se establecen las condiciones ambientales y condiciones de utilización que fueron tomadas en cuenta para la aplicación de la Sección 771 sin hacer uso de especiales correcciones. A las viviendas se las considera como habitadas también por niños por lo que la capacidad de las personas en estos locales es ahora BA1 y BA2, clasificación que impacta sobre el proyecto de las instalaciones.

Cláusula 771.12: Se reordena y actualizan los tipos de canalizaciones y conductores permitidos y no permitidos. Se incorpora la posibilidad de utilizar cañerías de material sintético de características curvables o flexibles cumpliendo estrictas reglas de instalación (771.12.3.3.4). Se incluyeron radios de curvatura para cañerías de material sintético. Se unificó el tratamiento de las bandejas portacables. Se agregaron los perfiles registrables (perfiles "C") y los canales de cables, que no estaban tratados en la edición anterior. Se establecen nuevos requisitos para los conductos para uso eléctrico para ser enterrados formando cañeros.

Cláusula 771.13: Se disminuye a 1,5 mm² la sección mínima para los conductores de los circuitos de iluminación de usos generales. 

Cláusula 771.14: Establece consideraciones adicionales sobre las canalizaciones para hacerlas resistentes a la corrosión, a las variaciones de temperatura y a las corrientes inducidas en el caso de las metálicas.

Cláusula 771.15: Establece consideraciones adicionales sobre cables y conductores, como la instalación de cables en cámaras de aire y huecos o plenos, el ingreso de los cables a cajas o tableros y los radios de curvatura mínimos para la instalación y operación.

Cláusula 771.16: Se actualizaron las tablas de intensidades de corriente admisibles para los conductores aislados y los cables incorporando las últimas modificaciones de la Norma Internacional IEC 60364-5-52, mejorándose los dibujos representativos de los distintos métodos de instalación considerados. Si bien no se permiten en instalaciones fijas, debido a su profusa utilización para la conexión de artefactos de iluminación y equipos portátiles, se agregó una tabla de intensidades admisibles para cables y cordones flexibles. Por último se incluyeron tablas correspondientes a barras de cobre, desnudas y pintadas para su utilización en tableros.

Cláusula 771.17: Se establecen las medidas de protección obligatorias y otras altamente recomendables. Se removieron las definiciones de dispositivos de protección que se pasaron al glosario.

Cláusula 771.18: Se incluye la "Regla fundamental de protección contra los choques eléctricos" descrita en AEA 91140 y a partir de allí se actualizan las protecciones contra los contactos directos e indirectos. Las protecciones contra los contactos directos por alejamiento o por obstáculos se las considera de carácter parcial y con un esquema de conexión a tierra TT, **no se permite la protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación mediante el uso de dispositivos de protección contra las sobrecorrientes.**

Cláusula 771.19: Se actualizó la nomenclatura de las magnitudes que se utilizan en los cálculos para protección de las instalaciones y la marcha del cálculo. También se amplió la información correspondiente a la protección contra sobretensiones transitorias.

Cláusula 771.20: Se elimina el concepto de tablero unificado y se incorpora el de tablero seccional general. Se incluyen requisitos para los gabinetes de material sintético utilizados en la construcción de tableros. Se especifica claramente el espacio de reserva que se debe dejar en todo tablero. No se admite el fusible como dispositivo de protección en viviendas y oficinas, permitiéndoselo en cambio en los locales con presencia permanente de personal instruido o calificado en temas eléctricos. Se establece claramente la necesidad de corte bipolar, tripolar o tetrapolar según el tipo de circuito protegido. Se han ampliado significativamente los requisitos a tener en cuenta en la forma constructiva de los tableros.

Cláusulas 771.21 y 771.22: Sin modificaciones.



Cláusula 771.23: Se actualizaron las referencias.

Anexo 771-A: Se agregaron longitudes máximas de los cables flexibles de conexión a luminarias eléctricas.

Anexo 771-B: Se eliminaron las subcláusulas correspondientes a bandejas portables y se agregaron subcláusulas para tratar los locales con riesgo de corrosión, locales BE3 (con riesgo de explosión), las instalaciones donde existan baterías de acumuladores, los obradores y las instalaciones de iluminación exterior.

Anexo 771-C: Actualizado y con modificaciones, tales como la supresión de exigencia de empleo, como mínimo, de una jabalina de 3000 mm o de dos jabalinas de 1500 mm acopladas, para la ejecución de un sistema de puesta a tierra.

Anexo 771-D: Nuevo: Este anexo contiene lo referente a la "alimentación de reserva" y reemplaza al anterior que cambió de ubicación.

Anexo 771-E: Nuevo: "Sistemas de calefacción por cables eléctricos y folios radiantes empotrados en techos y pisos"

Anexo 771-F: Antiguo Anexo 771-D: Documentación técnica.

Anexo 771-G: Antiguo Anexo 771-H: Glosario. Fue actualizado, ampliado y ordenado alfabéticamente.

Anexo 771-H: Antiguo Anexo 771-E: Guía práctica para cálculos en instalaciones. Fue actualizado.

Anexo 771-I: Antiguo Anexo 771-F: Consideraciones acerca de los conductores según IRAM NM 247-3

Anexo 771-J: Antiguo Anexo 771-G: Transcripción parcial de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

Anexo 771-K: Antiguo Anexo 771-I: Símbolos usuales. Se actualizó.

Anexo 771-L: Antiguo Anexo 771-J: Uso eficiente de la energía eléctrica.

Anexo 771-M: Nuevo: "Referencias normativas"

Como puede apreciarse, debido a la magnitud de la revisión resulta impracticable la publicación de una adenda que pudiera utilizarse en conjunto con la edición anterior.

El cumplimiento de las disposiciones de la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles (AEA 90364) de la Asociación Electrotécnica Argentina, en cuanto al proyecto y la ejecución de las instalaciones, y la utilización de materiales normalizados y certificados (cuando corresponda según la Resolución 92/98 de la ex Secretaría de Industria, Comercio y Minería), todo bajo la responsabilidad de profesionales con incumbencias o competencias específicas, con la categoría que determine para cada caso la autoridad de aplicación correspondiente, da garantía que la instalación eléctrica cuenta con un nivel adecuado de seguridad.



PARTE 7

REGLAS PARTICULARES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES

SECCIÓN 771:

VIVIENDAS, OFICINAS Y LOCALES (UNITARIOS)



PARTE 7

REGLAS PARTICULARES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES

SECCIÓN 771¹: VIVIENDAS, OFICINAS Y LOCALES (UNITARIOS)

ÍNDICE GENERAL

Cláusula	Subcláusula	Contenido	Página
771.1		Dominio de aplicación	7
771.2		Proyecto eléctrico y verificación de conformidad durante el montaje	7
	<u>771.2.1</u>	Proyecto eléctrico	7
	<u>771.2.2</u>	Verificación de conformidad durante el montaje	8
771.3		Esquemas de conexión a tierra	8
	<u>771.3.1</u>	Definición	8
	<u>771.3.2</u>	Esquema de conexión a tierra (ECT) exigido en las instalaciones eléctricas en inmuebles alimentados desde la red pública de BT	8
	<u>771.3.3</u>	Descripción de los esquema de conexión a tierra	9
771.4		Características de la alimentación	17
	<u>771.4.1</u>	Ámbito de aplicación	17
	<u>771.4.2</u>	Naturaleza de la corriente	17
	<u>771.4.3</u>	Naturaleza de los conductores	17
	<u>771.4.4</u>	Valores característicos	17
	<u>771.4.5</u>	Requisitos particulares de la empresa distribuidora de energía eléctrica	18
	<u>771.4.6</u>	Alimentación de reserva	18
771.5		Desviaciones del tipo de esquema de conexión a tierra exigido	18
	<u>771.5.1</u>	Transformación del esquema de conexión a tierra de TT a TN-S por proximidad de las tomas de tierra (distancia inferior a diez [10] radios equivalentes)	18
	<u>771.5.2</u>	Centro de transformación de la empresa distribuidora dentro del inmueble	19
	<u>771.5.3</u>	Imposibilidad o incertidumbre de lograr un esquema TT	19
771.6		Esquemas de distribución eléctrica en inmuebles	20
771.7		Clasificación de las líneas y de los circuitos	21
	<u>771.7.1</u>	Cantidad mínima de conductores	21
	<u>771.7.2</u>	Línea de alimentación	21
	<u>771.7.3</u>	Línea principal	21
	<u>771.7.4</u>	Circuito seccional o de distribución	21
	<u>771.7.5</u>	Circuito terminal	21
	<u>771.7.6</u>	Clasificación de los circuitos terminales	21
771.8		Grados de electrificación, número mínimo de circuitos y número mínimo de puntos de utilización	26
	<u>771.8.1</u>	Definiciones	26
	<u>771.8.2</u>	Viviendas	27
	<u>771.8.3</u>	Oficinas y locales	31
	<u>771.8.4</u>	Establecimientos educacionales	40
	<u>771.8.5</u>	Criterios generales	42
	<u>771.8.6</u>	Ubicaciones para los tomacorrientes y para los interruptores de efecto	44
771.9		Carga total correspondiente a un inmueble	45
	<u>771.9.1</u>	Demanda de potencia máxima simultánea para la determinación del grado de electrificación	45
	<u>771.9.2</u>	Demanda de potencia máxima simultánea de los circuitos dedicados a cargas específicas	45
	<u>771.9.3</u>	Determinación de la carga total correspondiente a viviendas, oficinas o locales (unitarios)	46
	<u>771.9.4</u>	Determinación de la carga total para inmuebles constituidos por viviendas, oficinas o locales (unitarios)	46
771.10		Influencias externas	47
771.11		Condiciones ambientales y condiciones de utilización	48
	<u>771.11.1</u>	Condiciones ambientales	48
	<u>771.11.2</u>	Condiciones de utilización	48
771.12		Tipos de canalizaciones, conductores, cables y formas de instalación	49
	<u>771.12.1</u>	Canalizaciones, conductores y cables no permitidos	50
	<u>771.12.2</u>	Canalizaciones, conductores y cables permitidos	51
	<u>771.12.3</u>	Canalizaciones embutidas, ocultas y a la vista y sus accesorios	54
	<u>771.12.4</u>	Cables y canalizaciones subterráneas	85
	<u>771.12.5</u>	Cables y conductores para líneas aéreas exteriores	88
	<u>771.12.6</u>	Sistemas de rieles electrificados para alimentación eléctrica de luminarias	88
	<u>771.12.7</u>	Canalizaciones eléctricas prefabricadas	88

¹ Esta Sección contiene la información técnica necesaria para ejecutar las instalaciones eléctricas de acuerdo con el Dominio de Aplicación.



Cláusula	Subcláusula	Contenido	Página
771.13		Sección nominal de los conductores	89
771.14		Consideraciones adicionales sobre canalizaciones	90
	<u>771.14.1</u>	Protección contra la corrosión	90
	<u>771.14.2</u>	Canalizaciones expuestas a variaciones de temperatura	90
	<u>771.14.3</u>	Corrientes inducidas en envolventes o canalizaciones metálicas	90
	<u>771.14.4</u>	Pasaje de paredes o superficies no metálicas con cables unipolares	90
	<u>771.14.5</u>	Sujeciones y apoyos	91
771.15		Consideraciones adicionales sobre cables y conductores	91
	<u>771.15.1</u>	Cables en conductos, cámaras de aire y otros huecos	91
	<u>771.15.2</u>	Ingreso de cables a cajas o tableros	91
	<u>771.15.3</u>	Radios de curvatura de los cables formados por conductores aislados y envoltura de protección según normas IRAM 2178, 2268 y 62266	91
771.16		Determinación de la sección	92
	<u>771.16.1</u>	Exigencias generales	92
	<u>771.16.2</u>	Intensidad de corriente admisible	92
771.17		Dispositivos de maniobra y protección	115
	<u>771.17.1</u>	Generalidades	115
	<u>771.17.2</u>	Definiciones	115
	<u>771.17.3</u>	Dispositivos de maniobra y protección para motores eléctricos de instalación fija	115
771.18		Protección de las personas, animales domésticos y de cría contra los choques eléctricos	116
	<u>771.18.1</u>	Generalidades	117
	<u>771.18.2</u>	Protección simultánea contra los contactos directos e indirectos	118
	<u>771.18.3</u>	Protección contra los contactos directos	120
	<u>771.18.4</u>	Protección contra los contactos indirectos	123
	<u>771.18.5</u>	Características del sistema de puesta a tierra	127
771.19		Protección de las instalaciones	133
	<u>771.19.1</u>	Elección de los elementos de conducción, maniobra y protección. Montaje, competencia y responsabilidad	133
	<u>771.19.2</u>	Protección de los conductores y cables contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito	133
	<u>771.19.3</u>	Pasos a seguir para la protección contra las sobrecargas y cortocircuitos	137
	<u>771.19.4</u>	Protección contra las sobretensiones transitorias	139
	<u>771.19.5</u>	Protección contra las sobretensiones permanentes	140
	<u>771.19.6</u>	Protección contra las subtensiones o cero tensión	141
	<u>771.19.7</u>	Caídas de tensión	141
771.20		Tableros eléctricos	143
	<u>771.20.1</u>	Generalidades	143
	<u>771.20.2</u>	Condiciones de instalación de los tableros	145
	<u>771.20.3</u>	Ubicación de los tableros	146
	<u>771.20.4</u>	Forma constructiva de los tableros	147
	<u>771.20.5</u>	Materiales o aparatos de maniobra y protección en los tableros	159
771.21		Prevención de influencias mutuas entre instalaciones eléctricas y no eléctricas	162
771.22		Accesibilidad de los materiales y equipos eléctricos	162
771.23		Inspección y mantenimiento de las instalaciones	163
	<u>771.23.1</u>	Conceptos generales	163
	<u>771.23.2</u>	Inspecciones previas	163
	<u>771.23.3</u>	Inspección inicial	163
	<u>771.23.4</u>	Inspección periódica	164
	<u>771.23.5</u>	Pruebas	164
	<u>771.23.6</u>	Mantenimiento de las instalaciones	165
Anexos		Contenido	Página
771-A (Reglamentario)		Luminarias e instalaciones de iluminación	167
	<u>771-A.1</u>	Requerimientos generales para la instalación	167
	<u>771-A.2</u>	Protección contra los efectos térmicos	167
	<u>771-A.3</u>	Sistemas de cableado	167
	<u>771-A.4</u>	Equipos auxiliares	167
	<u>771-A.5</u>	Efecto estroboscópico	168
	<u>771-A.6</u>	Cordones o cables para conexión de luminarias	168
771-B (Reglamentario)		Requisitos suplementarios para instalaciones en lugares y locales especiales	169
	<u>771-B.1</u>	Canalizaciones e instalaciones en locales húmedos	169
	<u>771-B.2</u>	Canalizaciones e instalaciones en locales mojados	169
	<u>771-B.3</u>	Canalizaciones e instalaciones a la intemperie	169
	<u>771-B.4</u>	Canalizaciones e instalaciones en locales con riesgo de corrosión	170
	<u>771-B.5</u>	Canalizaciones e instalaciones en lugares o locales con riesgo de explosión (lugares o locales BE3)	170
	<u>771-B.6</u>	Instalaciones en locales donde existen baterías de acumuladores	172
	<u>771-B.7</u>	Instalaciones en lugares de construcción, obras, demoliciones, obradores y lugares análogos	173
	<u>771-B.8</u>	Instalaciones de iluminación exterior	176
	<u>771-B.9</u>	Cercas electrificadas	185



Anexos	Contenido	Página
771-C (Reglamentario)	Instalaciones de puesta a tierra	187
771-C.1	Generalidades	187
771-C.2	Conexiones a tierra	187
771-C.3	Conductores de protección	190
771-C.4	Conductores PEN	194
771-C.5	Puesta a tierra combinada por razones funcionales de servicio y de protección	195
771-C.6	Disposición de los conductores de protección	195
771-C.7	Conductores de protección reforzados para corrientes en el conductor de protección que excedan los 10 mA	195
771-C.8	Conductores equipotenciales de protección	195
771-C.9	Características de los terrenos	195
771-C.10	Resistencia de puesta a tierra (de dispersión a tierra) de distintos electrodos	198
771-D (Reglamentario)	Alimentación de reserva	201
771-D.1	Fuentes para los grupos generadores	201
771-D.2	Características eléctricas de los grupos generadores	201
771-D.3	Empleo de los grupos generadores	201
771-D.4	Medios de excitación y conmutación	201
771-D.5	Corriente presunta de cortocircuito y corriente presunta de falla a tierra	202
771-D.6	Grupo generador destinado a alimentar una instalación sin conexión a la red pública o a proveer una alimentación como fuente alternativa o en reemplazo de la red de distribución pública	202
771-D.7	Protección simultánea contra los contactos directos e indirectos	202
771-D.8	Protección contra los contactos indirectos	202
771-D.9	Protección contra las sobreintensidades	204
771-D.10	Requisitos adicionales o suplementarios para las instalaciones en las que los grupos generadores constituyen una alimentación alternativa a la red de distribución pública (sistemas en espera o stand-by)	204
771-D.11	Requisitos adicionales o suplementarios para las instalaciones en las que el grupo generador puede funcionar en paralelo con la red de distribución pública	204
771-D.12	Requisitos a tener en cuenta en el diseño de los locales para los grupos electrógenos instalados en forma fija y permanente	205
771-D.13	Circuitos de tomacorrientes, de iluminación normal y de iluminación de emergencia	205
771-E (Reglamentario)	Sistemas de calefacción por cables eléctricos y folios radiantes empotrados en techos y pisos	207
771-E.1	Objeto y campo de aplicación	207
771-E.2	Definiciones	207
771-E.3	Limitaciones de empleo	207
771-E.4	Instalación	207
771-E.5	Particularidades para instalaciones en el suelo de los cables calefactores	209
771-E.6	Particularidades para instalaciones de cables calefactores en el techo	209
771-E.7	Control	209
771-E.8	Identificación	210
771-E.9	Manual del usuario del sistema de calefacción	210
771-F (Reglamentario)	Documentación técnica	213
771-F.1	Contenidos mínimos	213
771-G (Reglamentario)	Glosario	215
771-H (Informativo)	Guía práctica para cálculos en instalaciones	223
771-H.1	Tabla resumen para determinar la sección de conductores	223
771-H.2	Consideraciones acerca de las corrientes de cortocircuito	224
771-H.3	Guía de orientación para dimensionar térmicamente tableros armados por Montadores Responsables	234
771-H.4	Ejemplos de cálculo de circuitos con corrientes armónicas	239
771-H.5	Consideraciones particulares de los esquemas de conexión a tierra IT	240
771-I (Informativo)	Consideraciones acerca de los conductores conforme a Norma IRAM NM 247-3	241
771-I.1	Intensidades de corriente admisible para conductores de 4 mm ² y 6 mm ² según Norma IRAM NM 247-3	243
771-J (Informativo)	Transcripción parcial de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo	245
771-J.1	Transcripción de los puntos 1 y 2 del Capítulo 14, del Anexo VI, del Decreto Reglamentario N° 351/79, de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo	245
771-K (Informativo)	Símbolos usuales	249
771-L (Informativo)	Uso eficiente de la energía eléctrica	251
771-L.1	Concepto de uso eficiente de la energía eléctrica	251
771-L.2	Oportunidades de ahorro de energía por características de las instalaciones en viviendas, oficinas y locales (unitarios)	251
771-L.3	Oportunidades de ahorro de energía por elección de aparatos utilizadores eficientes en viviendas, oficinas y locales (unitarios)	251
771-M (Informativo)	Referencias normativas	253

SECCIÓN 771

VIVIENDAS, OFICINAS Y LOCALES (UNITARIOS)

771.1: Dominio de aplicación

La Parte 7 a la que pertenece esta Sección trata de las reglas particulares para la ejecución de las instalaciones eléctricas en los destinos mencionados en el Capítulo 11 de la Parte 1 de la Reglamentación para la Ejecución de las Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA 90364); sin embargo en ausencia de la Sección específica, deberán satisfacerse como mínimo las prescripciones de esta Sección de la Reglamentación en lo que les sea aplicable.

La presente Sección 771 establece los requisitos básicos necesarios para encarar el proyecto, la ejecución y la verificación de una instalación eléctrica de baja tensión en una vivienda, oficina o local, los cuales complementan, modifican o reemplazan a los establecidos en las Partes 1 a 6 de esta Reglamentación.

Se entiende por vivienda, oficina y local (unitarios) a toda vivienda individual, oficina individual y local individual.

A los efectos de esta Reglamentación el vocablo "local" incluye un recinto en el cual se realiza cualquier actividad humana fuera de las específicas de una vivienda o de una oficina. Las prescripciones de esta Sección serán aplicables a cualquier tipo de local, con excepción de los indicados en otras secciones específicas.

Esta Sección no contempla los requisitos que deben cumplir las acometidas (línea de alimentación) desde la red de distribución de energía eléctrica. Dichos requisitos serán previstos en la Reglamentación de Ejecución de Instalaciones Eléctricas de Suministro – Medición en Baja Tensión (en estudio); en tanto esta publicación no esté finalizada, serán válidas las prescripciones de la Reglamentación de Líneas Aéreas Exteriores de Baja Tensión y la Reglamentación de Líneas Subterráneas Exteriores de Energía y Telecomunicaciones de la Asociación Electrotécnica Argentina.

Estos requisitos se considerarán mínimos y podrán ser complementados por aquellos requeridos por las autoridades de aplicación respectivas.

Nota: A los efectos de continuar las líneas conceptuales que marcan las normas de la International Electrotechnical Commission (IEC), la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina puede ser también nombrada con su número específico (AEA 90364) otorgado por esta Asociación.

771.2: Proyecto eléctrico y verificación de conformidad durante el montaje

771.2.1: Proyecto eléctrico

Se deberán realizar instalaciones eléctricas con la existencia previa de un proyecto que constará de planos y memoria técnica, firmado por un profesional matriculado con incumbencias y/o competencias específicas.

Generalidades:

Para el proyecto de una instalación eléctrica, deben tenerse en cuenta la preservación de los factores siguientes:

- la protección de las personas, los animales domésticos y de cría y los bienes;
- el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica para el uso previsto.

Una instalación eléctrica se considera segura cuando se cumplen simultáneamente las directivas de la presente Reglamentación y las normas de producto aplicables a todos los componentes constitutivos de la instalación; por lo tanto es obligatoria la utilización de productos normalizados, y certificados si correspondiese, según normas IRAM o IEC que les sean aplicables, con las restricciones o limitaciones que se establezcan en la presente Reglamentación.

Nota: Si bien se deben emplear materiales normalizados, o certificados si correspondiese, según las prescripciones de la presente Reglamentación su aplicación puede ser restringida o limitada por razones de seguridad.

En el Anexo 771-F de la presente Sección puede encontrarse una guía de los contenidos mínimos considerados imprescindibles para la realización del proyecto eléctrico.



771.2.2: Verificación de conformidad durante el montaje

El Director de Obra o en su defecto el Instalador deberá solicitar a la Autoridad de Aplicación u Organismo de Control de su jurisdicción, en forma fehaciente, la fiscalización de la correcta elección e instalación de los distintos materiales que componen la instalación eléctrica en conformidad con los requisitos indicados en la presente Sección u otras de aplicación complementaria.

Esta fiscalización deberá ser solicitada y realizada como mínimo en dos momentos durante la ejecución de la instalación:

- a) Previo al tapado de las canalizaciones y elementos embutidos u ocultos (ver 771.23.2).
- b) Previo a la puesta en servicio de la instalación terminada (ver 771.23.3).

771.3: Esquemas de conexión a tierra

771.3.1: Definición

Los esquemas de conexión a tierra (ECT) definen la "Clasificación según la conexión a tierra de las redes de alimentación y de las masas eléctricas de las instalaciones eléctricas consumidoras" y se identifican de acuerdo con lo indicado en 312.2 de esta Reglamentación con dos letras: TT, TN e IT, admitiendo alguno de ellos una letra adicional que se incorpora a la definición principal separándola de la misma con un guión. Así se tienen los esquemas TN-C, TN-S y TN-C-S.

Nota 1: Adicionalmente, para identificar el ECT en los centros de transformación, algunos países (por ejemplo Francia) suelen incorporar una tercera letra a las dos letras principales (sin guión de separación) para indicar y distinguir como están conectadas a tierra las masas eléctricas del centro de transformación, independientemente de la conexión de las masas eléctricas del resto de la instalación consumidora de BT. En esos casos, para los centros de transformación se definen los ECT siguientes:

En los centros de transformación en los que sus masas eléctricas son conectadas a la vez a la toma de tierra del neutro de la instalación de BT (tierra de servicio) y a las masas de la instalación de BT, se designan los ECT por una tercera letra R (del francés "Relié", conectar), por ejemplo TNR o ITR.

En los centros de transformación en los que sus masas eléctricas son conectadas a la toma de tierra del neutro de la instalación de BT (tierra de servicio) pero no a las masas de la instalación de BT, se designan los ECT por una tercera letra N (del francés Neutre, neutro), por ejemplo TTN o ITN.

En los centros de transformación en los que sus masas eléctricas son conectadas a una toma de tierra eléctricamente separada de la toma de tierra del neutro de la instalación de BT (tierra de servicio) y de las masas de la instalación de BT, se designan los ECT por una tercera letra S (del francés Separeé, separada), por ejemplo TNS, TTS o ITS.

Estas denominaciones, que no deben confundirse con las mencionadas en el primer párrafo de esta cláusula, sólo se indican a título de información.

Nota 2: Se define masa o masa eléctrica o parte conductora accesible, a la parte conductora de un material o equipo eléctrico, susceptible de ser tocado y que normalmente no está bajo tensión pero que puede estarlo en caso de defecto o falla. Las masas eléctricas características son las paredes de los caños y conductos (aún estando embutidos), envolventes, tableros, las empuñaduras de mando, etc. La parte conductora de un equipo o material, que sólo puede ponerse bajo tensión en caso de falla a través de una masa eléctrica intermedia, no se considera masa eléctrica sino masa extraña.

Nota 3: Se define masa extraña o elemento conductor ajeno a la instalación eléctrica, al elemento que no forma parte de la misma y que es susceptible de introducir un potencial, generalmente el de tierra. Elementos conductores extraños pueden ser las cañerías metálicas de los sistemas de calefacción, de agua, de gas, los hierros de la estructura, los pisos no aislados, las paredes, etc.

771.3.2: Esquema de conexión a tierra (ECT) exigido en las instalaciones eléctricas en inmuebles alimentados desde la red pública de BT

Nota 1: Los esquemas de conexión a tierra de las instalaciones eléctricas de los inmuebles no deben confundirse con los esquemas de conexión a tierra de las redes de alimentación de las distribuidoras de energía eléctrica, las que por lo general adoptan el esquema TN-C.

En los inmuebles alimentados desde la red pública de baja tensión el esquema de conexión a tierra exigido será el TT (ver 771.3.3.1).

Nota 2: En los casos en que la alimentación se reciba en MT o AT desde la red pública, o cuando la alimentación se reciba desde un generador de propiedad del usuario (por ejemplo grupo electrógeno) se podrá optar por cualquiera de los tres ECT siguientes: TT, TN-S o IT, cumpliendo con las prescripciones que se indican para cada uno de esos ECT (ver 771.3.3.1, 771.3.3.2 y 771.3.3.3).

Nota 3: En los casos en que el inmueble se alimenta en BT desde la red pública (exigencia de emplear el ECT TT) y se requiera para parte de la instalación o para toda la instalación un ECT distinto al TT, se deberán instalar uno o más transformadores BT/BT cuyos secundarios junto con las masas de la instalación podrán configurarse para obtener el ECT deseado, distinto al TT (TN-S o IT), cumpliendo con las prescripciones que se indican para cada uno de esos esquemas (ver 771.3.3.1, 771.3.3.2 y 771.3.3.3).

771.3.3: Descripción de los esquemas de conexión a tierra

771.3.3.1: Esquema de conexión a tierra TT

El esquema TT tiene un punto del sistema de alimentación (generalmente el conductor neutro) conectado directamente a una toma de tierra (tierra de servicio), por el proveedor de la energía eléctrica y las masas eléctricas de la instalación consumidora conectadas a través de un conductor de protección llamado PE (del inglés protective earth) y de un conductor de puesta a tierra, a otra toma de tierra (tierra de protección) eléctricamente independiente de la toma de tierra de servicio.

Cabe aclarar que en los casos en que la compañía distribuidora de energía eléctrica efectúe una puesta a tierra suplementaria, adyacente al inmueble, como refuerzo de la puesta a tierra del neutro, esa puesta a tierra deberá tratarse como puesta a tierra de servicio, debiendo respetar la distancia mínima de 10 radios equivalentes (como ejemplo ver Tabla 771.3.II) con respecto a la puesta a tierra de protección.

Nota 1: El concepto "una toma de tierra" en el inmueble, no excluye la posibilidad de utilizar electrodos múltiples o puestas a tierra adicionales en dicho inmueble, estando todas ellas interconectadas por un conductor aislado o desnudo de vinculación.

La Tabla 771.3.I que se indica a continuación da, para los diferentes valores de corriente diferencial asignada $I_{\Delta n}$, de disparo de los dispositivos diferenciales, el valor máximo de resistencia de la toma de tierra de las masas para que el potencial de dichas masas no sea superior en forma permanente a $U_L = 50 V$ y a $U_L = 24 V$ (la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, a través de los Decretos Reglamentarios 351/79 y 911/96, establece la tensión límite de contacto U_L de 24 V, razón por la cual este valor es el adoptado por esta Reglamentación).

Como en la práctica, los valores a tomar en consideración para la resistencia de la toma de tierra de las masas deben ser menores, para tener en cuenta las posibles variaciones ocasionales, se establecen como valores máximos los indicados en la columna 3 de la Tabla 771.3.I. Se señala asimismo, a título informativo, en la columna 1, los valores para $U_L = 50 V$ (tensión límite convencional de contacto adoptada por IEC 60364 para ambientes secos y húmedos).

Para esta Sección de la Reglamentación se establece que el valor máximo permanente de la resistencia de puesta a tierra de protección debe ser menor o igual a 40 Ω .

Cuando, en el caso de locales sin riesgo de incendio y con personal BA4 o BA5, se empleen dispositivos diferenciales de $I_{\Delta n} > 300 mA$ para la protección contra los contactos indirectos, (ver 771.18.4.3 b.2) se deberán efectuar tomas de tierra cuyas resistencias alcancen valores iguales o menores a los indicados en la columna 3 de la Tabla 771.3.I.

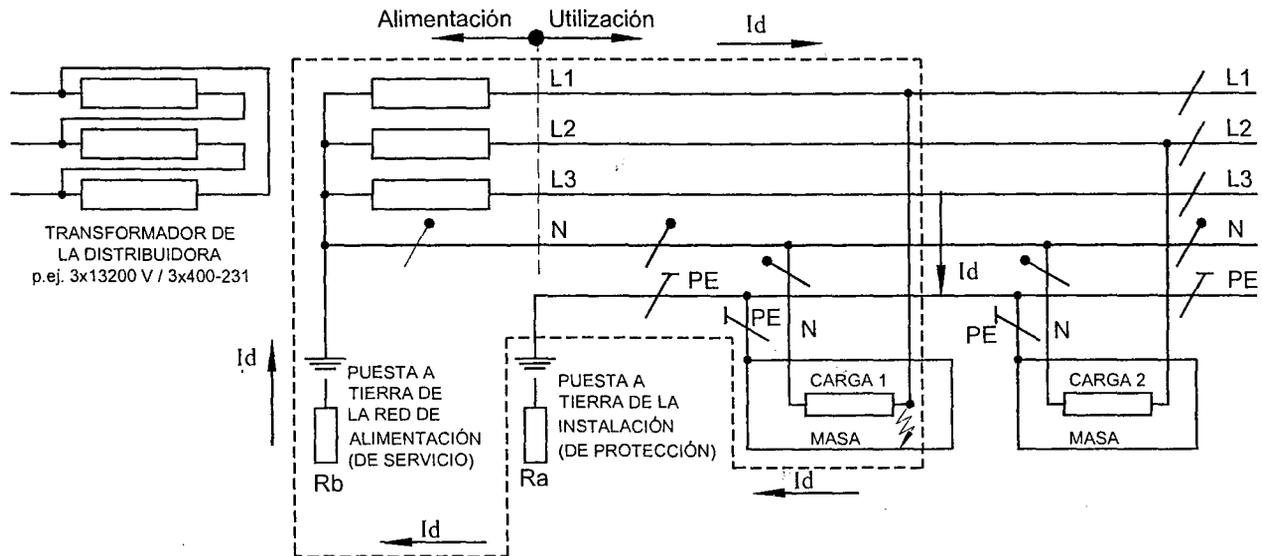
Tabla 771.3.I – Valores máximos de resistencia de puesta a tierra de protección

Corriente diferencial máxima asignada del dispositivo diferencial $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas Ra (Ω) para $U_L 50 V$	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas Ra (Ω) para $U_L 24 V$	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas Ra (Ω)
Sensibilidad baja	20 A	2,5	1,2	0,6
	10 A	5	2,4	1,2
	5 A	10	4,8	2,4
	3 A	17	8	4
Sensibilidad media	1 A	50	24	12
	500 mA	100	48	24
	300 mA	167	80	40
	100 mA	500	240	40
Sensibilidad alta	Hasta 30 mA inclusive	Hasta 1666	800	40

Nota 2: Corresponde a la Tabla 53 C de 531.2.4.2.2 de esta Reglamentación.

Generalmente en un esquema TT la corriente de defecto entre un conductor de línea y una masa tiene una intensidad inferior a la corriente de cortocircuito, ya que la impedancia del lazo de falla prácticamente está determinada por las resistencias de las tomas de tierra Ra y Rb; no obstante, esta corriente puede dar lugar a la aparición de tensiones peligrosas.

En la siguiente **Figura 771.3.A** se muestra el esquema TT, con el recorrido de una corriente de defecto a tierra a través del lazo de falla (ver simbología en **Anexo 771-K**):



Carga 1; carga 2: Diferentes cargas o consumos dentro del mismo inmueble.

PE: Conductor de protección de la instalación consumidora del inmueble, conectado a la puesta a tierra de protección, independiente de la puesta a tierra de servicio de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

Id: Intensidad de corriente de defecto o de falla, en este ejemplo entre la fase L1 y masa, que cierra el lazo de falla por el suelo o tierra.

Ra: Resistencia de la puesta a tierra de protección de la instalación consumidora.

Rb: Resistencia de la puesta a tierra de servicio de la red de alimentación.

Figura 771.3.A - Esquema TT

Neutro de la alimentación a (T)ierra – Masas de la instalación de utilización a una (T)ierra independiente

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

Nota 3: 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 los otros electrodos de tierra".
VEI: Vocabulario Electrotécnico Internacional según IEC 60050 "International Electrotechnical Vocabulary"

Tratándose de jabalinas cilíndricas IRAM 2309 y 2310, para cumplir con la característica de "tierra lejana", la toma de tierra de la instalación deberá situarse a una distancia, medida en cualquier dirección, mayor a diez (10) veces el radio equivalente de la jabalina de mayor longitud. La **Tabla 771.3.II** establece radios equivalentes para diferentes electrodos o jabalinas cilíndricas.

Nota 4: El radio equivalente es una distancia que indica una zona de influencia electromagnética del electrodo de puesta a tierra. Depende de la forma y dimensiones del electrodo. Para las jabalinas cilíndricas el radio equivalente en metros puede calcularse aproximadamente por medio de la siguiente expresión:

$$Re \cong \frac{l}{\ln\left(\frac{l}{d}\right)}$$

donde: Re [m] = radio equivalente
 l [m] = longitud de la jabalina
 d [m] = diámetro de la jabalina

Nota 5: En caso de optar por otro tipo de configuración para el sistema de puesta a tierra (malla, placas, cintas, etc.) el radio equivalente deberá calcularse en función de la disposición adoptada.

Nota 6: La puesta a tierra de servicio suplementaria exigida por algunas empresas de distribución de energía eléctrica para ser unida al neutro a la entrada de la línea de alimentación, es un refuerzo de la puesta a tierra de servicio del transformador reductor de la empresa y no debe confundirse con la puesta a tierra de protección de la instalación que debe ser independiente y separada más de diez (10) radios equivalentes de la primera.



Tabla 771.3.II - Radios equivalentes para electrodos IRAM 2309 y 2310

Designación comercial	Diámetro exterior (mm)	Longitud (m)	10 Re (m)
1 / 2 "	12,6	1,5	3,2
		2,0	4,0
		3,0	5,4
		4,5	7,6
		6,0	9,8
5 / 8 "	14,6	1,5	3,2
		2,0	4,0
		3,0	5,6
		4,5	7,8
		6,0	10,0
3 / 4 "	16,2	1,5	3,4
		2,0	4,2
		3,0	5,8
		4,5	8,0
		6,0	10,2

771.3.3.2: Esquema de conexión a tierra TN

Los esquemas TN tienen un punto del sistema de alimentación (generalmente el conductor neutro) conectado directamente a tierra (tierra de servicio) por el proveedor de la energía eléctrica, y las masas eléctricas o partes conductoras accesibles de la instalación consumidora conectadas a ese punto por medio de conductores de protección llamados PE (TN-S) o PEN (TN-C).

En el esquema TN, un defecto franco (o falla de impedancia despreciable) entre un conductor de línea y masa produce una corriente de cortocircuito. En este esquema el lazo de falla está constituido exclusivamente por conductores activos y conductores de protección; no se incluye en dicho lazo ningún recorrido por masas extrañas ni por la tierra como en el esquema TT.

Se consideran, dentro de la instalación consumidora, tres variantes del esquema TN, según la disposición del conductor neutro y del conductor de protección, a saber TN-S, TN-C y TN-C-S. En los tres esquemas, cuyos principios se exponen a continuación, las cargas 1 y 2 son diferentes cargas dentro del mismo inmueble.

771.3.3.2.1: Esquema de conexión a tierra TN-S

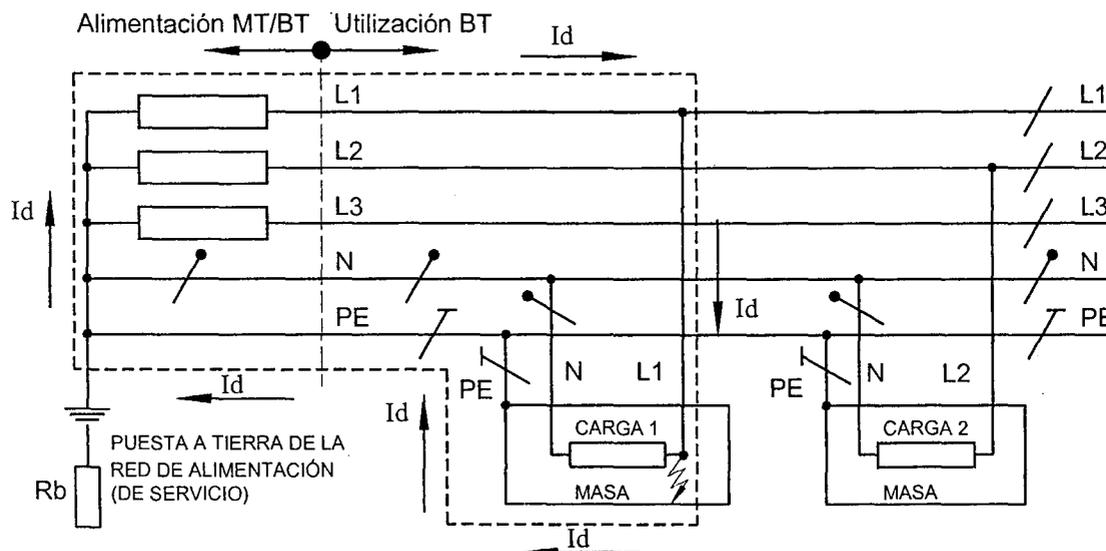
Es aquel en el que el conductor neutro (N) y el conductor de protección (PE) están separados en toda la instalación y están conectados entre sí en el origen de la alimentación (este origen no debe ser confundido con el origen de la instalación), y a tierra, como mínimo, en el origen de la alimentación, pudiendo estar además el PE conectado a tierra en varios otros puntos aguas abajo del origen (ver figuras 771.3.B, 771.3.C y 771.3.D). El esquema TN-S está prohibido para las instalaciones internas de los inmuebles alimentados desde la red pública de baja tensión, para los que sólo se permite el esquema de conexión a tierra TT. El esquema de conexión a tierra TN-S puede emplearse en los casos especiales indicados a continuación.

a) En inmuebles o locales alimentados en media tensión (MT) desde la red pública o con alimentación desde grupo electrógeno propio (o alimentación equivalente), podrá ser decisión del usuario o instalador el empleo del esquema TN-S. En los casos en que el inmueble reciba alguna alimentación en BT desde la red de distribución pública, además de la alimentación en MT indicada, se deberán tomar las debidas precauciones para evitar que las alimentaciones, incluido el neutro, entren en paralelo, debiéndose emplear el esquema TT para las instalaciones atendidas desde la red pública de BT.

b) En los casos en que por prescripciones de las empresas proveedoras de equipos de tecnología de la información (o por otras necesidades) se requiera el empleo del esquema TN-S, el usuario podrá solicitar el suministro en MT y adoptar el esquema TN-S en la instalación de BT a partir de su propio transformador (ver Figura 771.3.C). Si por disposiciones de la distribuidora de energía eléctrica, o de la autoridad de aplicación correspondiente, el usuario no puede disponer del suministro en MT, deberá tomar el suministro en BT, debiendo instalar para parte o para toda la instalación, un transformador BT/BT desde el cual podrá atender en esquema TN-S las instalaciones que lo requieran.

En ambos casos se deberán cumplir las condiciones que para este esquema se establecen en las Partes 1 a 6 de esta Reglamentación, como asimismo lo indicado en 771.18 4. Estas situaciones deberán quedar indicadas en los planos y memoria técnica del proyecto, los que deberán ser presentados ante la autoridad de aplicación o de control que así lo requieran.

Asimismo, y debido a las elevadas corrientes de falla a tierra que se pueden producir en los esquemas TN-S, entre un conductor de línea y el conductor de protección PE, o una masa, debe verificarse la adecuada protección de los interruptores diferenciales debido a su limitada capacidad de ruptura (ver 771.19.2.2.6).

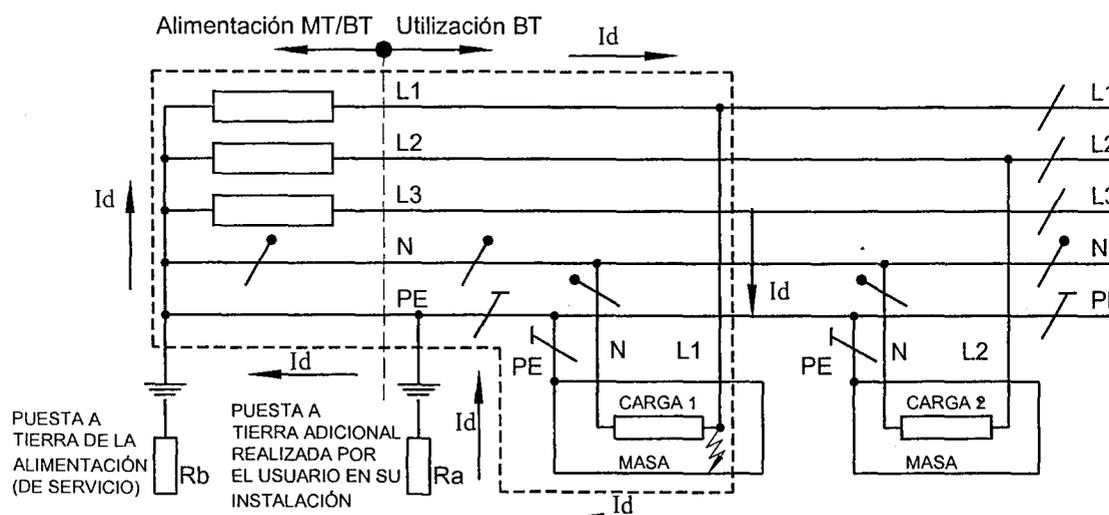


PE: Conductor de protección de la instalación consumidora dentro del inmueble, conectado a la puesta a tierra de la alimentación (puesta a tierra de servicio) del transformador del usuario o fuente, en general el centro de estrella del transformador o punto neutro.

Id: Intensidad de corriente de falla, en este ejemplo entre la fase L1 y masa, que cierra el lazo de falla por el conductor de protección PE.

Rb: Resistencia de la puesta a tierra de servicio del transformador del usuario o fuente.

**Figura 771.3.B - Esquema TN-S en una instalación con suministro en MT, sin tierra adicional
Neutro a (T)ierra – Masas a (N)eutro [Con conductores N y PE (S)eparados]**



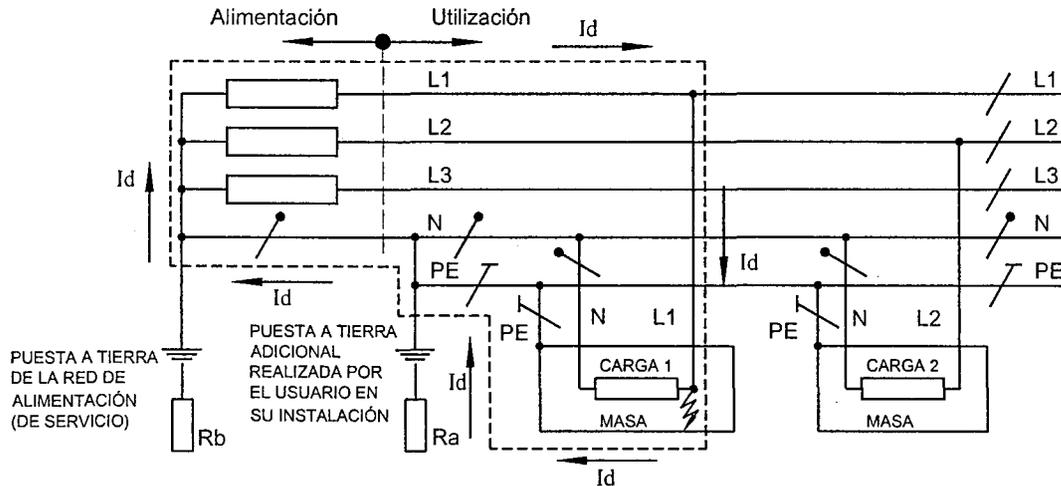
PE: Conductor de protección de la instalación dentro del inmueble, conectado a la puesta a tierra de la alimentación (puesta a tierra de servicio) del transformador del usuario, en general el centro de estrella del transformador o punto neutro y a una puesta a tierra adicional.

Id: Corriente de defecto, en este ejemplo entre la fase L1 y masa, que cierra el lazo de falla por el conductor de protección PE.

Ra: Resistencia de la puesta a tierra de protección y servicio de la instalación consumidora, adicional a la de la fuente.

Rb: Resistencia de la puesta a tierra de servicio del transformador del usuario o fuente.

**Figura 771.3.C - Esquema TN-S en una instalación con suministro en MT, con tierra adicional
Neutro a (T)ierra – Masas a (N)eutro [Con conductores N y PE (S)eparados]**



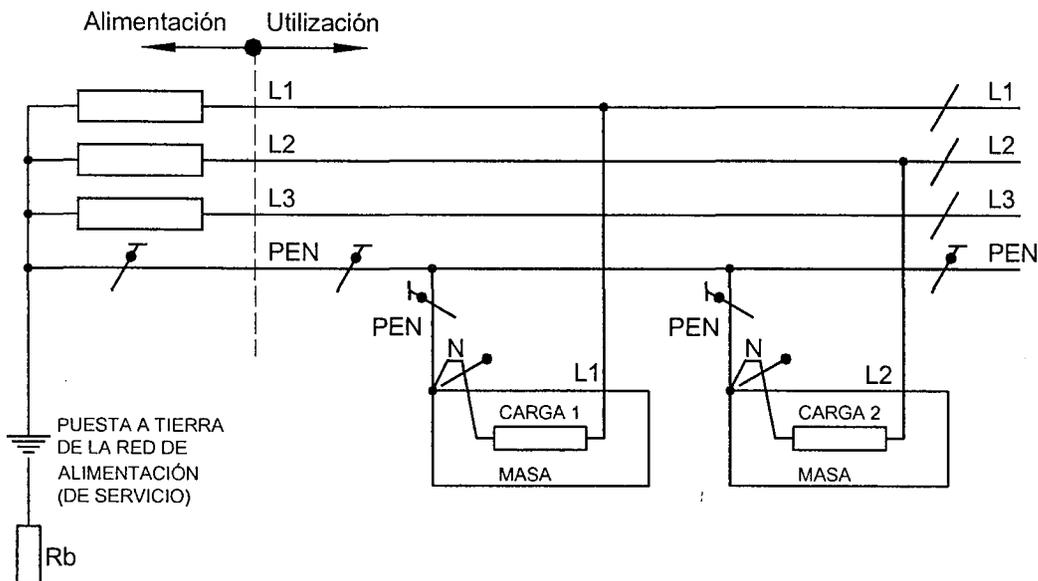
- PE: Conductor de protección de la instalación consumidora dentro del inmueble, conectado a la puesta a tierra de la alimentación (puesta a tierra de servicio) de la distribuidora, en general el centro de estrella del transformador o punto neutro.
 Id: Corriente de defecto o de falla, en este ejemplo entre L1 y masa, que cierra el lazo de falla por el conductor de protección PE.
 Ra: Resistencia de la puesta a tierra de protección y servicio de la instalación consumidora, adicional a la de la fuente.
 Rb: Resistencia de la puesta a tierra de servicio de la red de alimentación o fuente.

Figura 771.3.D - Esquema TN-S en una instalación con suministro en BT, con tierra adicional
Neutro a (T)ierra – Masas a (N)eutro [Con conductores N y PE (S)eparados]

771.3.3.2.2: Esquema de conexión a tierra TN-C

Es aquél en el que las funciones de neutro y de protección se combinan en un solo conductor (PEN) en toda la instalación y en el que dicho conductor común está puesto a tierra en la alimentación (ver Figura 771.3.E). **El esquema TN-C está prohibido para las instalaciones internas de los inmuebles.**

Excepción: En locales con alimentación en media tensión, podrá ser decisión del usuario o instalador el empleo del esquema TN-C, exclusivamente en la vinculación entre los bornes de BT del transformador de distribución del usuario y el interruptor principal del tablero principal de distribución. Para estos casos se deben cumplir las condiciones que para este esquema se establecen en las Partes 1 a 6 de esta Reglamentación. En los casos en que el inmueble reciba alguna alimentación en BT desde la red de pública, además de la alimentación en MT indicada, se deberán tomar las debidas medidas para evitar que las alimentaciones, incluido el neutro, entren en paralelo, debiéndose emplear el esquema TT para las instalaciones atendidas desde la red pública de BT.



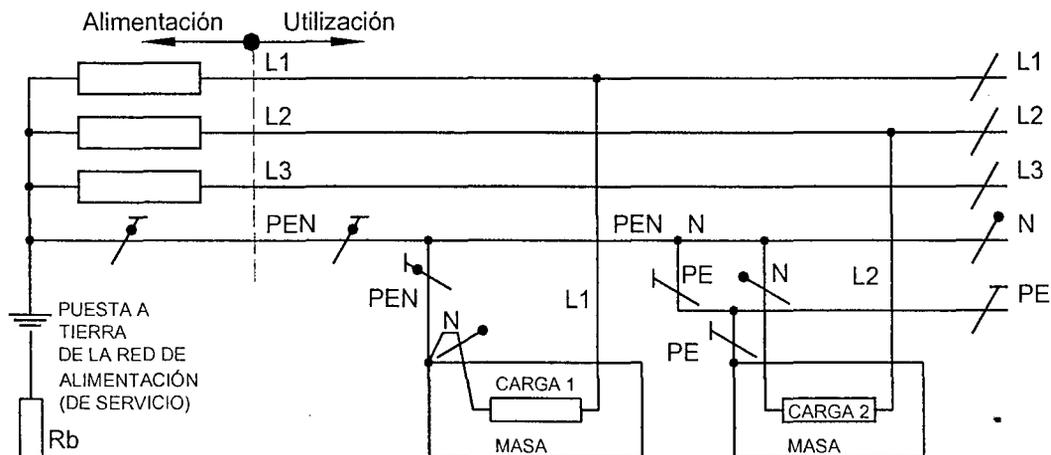
- EN: conductor que combina y asegura las funciones de conductor neutro y de protección de la instalación dentro del inmueble, conectado a la puesta a tierra de la alimentación (de servicio) de la distribuidora o fuente, en general el centro de estrella del transformador o punto neutro.

Figura 771.3.E - Esquema TN-C
Neutro a (T)ierra – Masas a (N)eutro [Con conductor (C)omún PEN]

771.3.3.2.3: Esquema de conexión a tierra TN-C-S

Es aquél en el que, en una parte de la instalación, las funciones de neutro y de protección se combinan en un solo conductor (PEN), puesto a tierra en la alimentación y en el que, a partir de un determinado punto, dicho conductor PEN se desdobra en un conductor neutro N y en un conductor de protección PE. O sea que es una combinación de los dos esquemas anteriores ya que en una parte la instalación responde al esquema TN-C y en la otra al TN-S. **El esquema TN-C-S, está prohibido para las instalaciones internas de los inmuebles, con la excepción que se indica a continuación.**

Excepción: En locales con alimentación en media tensión, podrá ser decisión del usuario o instalador el empleo del conductor PEN (parte C del esquema TN-C-S), exclusivamente para la vinculación entre los bornes de BT del transformador de distribución del usuario y el interruptor de principal del tablero principal de distribución, debiendo derivarse antes de los bornes de entrada del interruptor principal el conductor PE. A partir del tablero principal el esquema responde a la parte S del esquema TN-C-S original. Para estos casos se deben cumplir las condiciones que para este esquema se establecen en las Partes 1 a 6 de esta Reglamentación. En los casos en que el inmueble reciba alguna alimentación en BT desde la red de pública, además de la alimentación en MT indicada, se deberán tomar las debidas medidas para evitar que las alimentaciones, incluido el neutro, entren en paralelo, debiéndose emplear el esquema TT para las instalaciones atendidas desde la red pública de BT.



PEN: conductor que combina y asegura las funciones de conductor neutro y de protección de la instalación consumidora dentro del inmueble, conectado a la puesta a tierra de servicio de la alimentación de la compañía distribuidora de electricidad o fuente, en general el centro de estrella del transformador o punto neutro.

PE: conductor de protección de la instalación consumidora dentro del inmueble, derivado del conductor PEN de la alimentación y aguas abajo de éste, desdoblándose a partir de allí en conductor neutro (N) y en conductor de protección (PE).

Figura 771.3.F - Esquema TN-C-S

Neutro a (T)ierra – Masas a (N)eutro [Con conductor (C)omún PEN y conductores (S)eparados N y PE]

771.3.3.3: Esquema de conexión a tierra IT

Nota 1: Todas las menciones a diferentes cláusulas de la Sección 413, se tratan en la Parte 4 Capítulo 41 de esta Reglamentación, donde se dan prescripciones más detalladas de los esquemas IT. También son tratados los esquemas IT en el Anexo 771-H y en el Capítulo 53.

El esquema de conexión a tierra IT, por sus características particulares, debe adoptarse exclusivamente teniendo en cuenta, entre otras, las siguientes prescripciones:

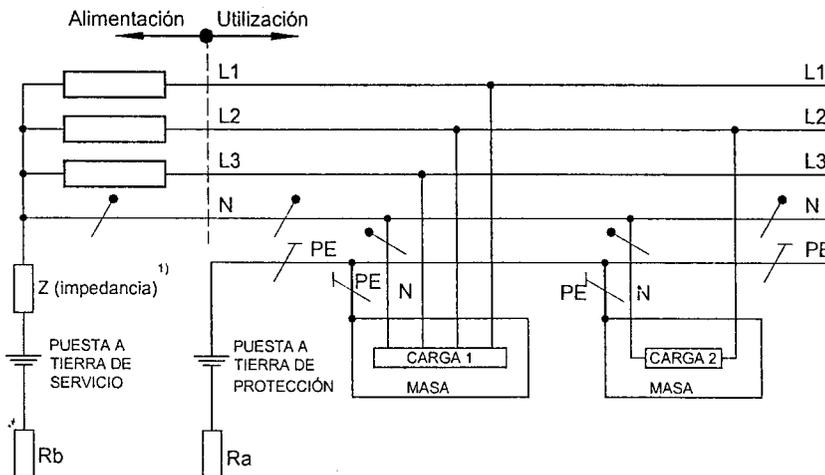
- Puede partir de un sistema de generación autónoma o derivarse de una instalación de MT a BT o de una BT a BT, por medio de transformadores separadores. En todos los casos debe contarse con un monitor permanente de aislación.
- El inmueble debe contar con presencia permanente de personal BA4 o BA5.
- Debe considerarse específicamente la protección contra sobretensiones.

Los esquemas tipo IT tienen todas las partes activas del sistema de alimentación aisladas de tierra o un punto de la alimentación conectado a tierra a través de una impedancia de elevado valor, y las masas eléctricas o partes conductoras accesibles de la instalación consumidora deben estar puestas a tierra ya sea individualmente, ya sea por grupos o colectivamente o sea:

- conectadas a tierras individuales e independientes, o
- conectadas colectivamente y a tierra, o
- conectadas colectivamente a la puesta a tierra del sistema (ver Anexo 771-H y cláusula 413.1.5 de la Parte 4 Capítulo 41).

Teniendo en cuenta la conveniencia y los beneficios de la equipotencialidad **se recomienda no emplear la primera de las opciones.**

Nota 2: En un esquema IT la corriente resultante de un solo defecto (primer defecto) fase-masa tiene un valor suficientemente bajo como para no provocar la aparición de una tensión de contacto peligrosa. La corriente del primer defecto se cierra a través de las capacidades distribuidas de la instalación y eventualmente por la impedancia insertada entre un punto de la alimentación (generalmente el neutro) y la tierra. La limitación de la corriente resultante del primer defecto se obtiene, o por ausencia de conexión a tierra de la alimentación, o por el valor de la impedancia insertada entre el neutro y la tierra.



Carga 1 y Carga 2: diferentes cargas o consumos dentro del mismo inmueble.

PE: conductor de protección de la instalación consumidora dentro del inmueble, conectado a una puesta a tierra independiente de la puesta a tierra de la alimentación. La puesta a tierra de la alimentación puede estar conectada a través de una impedancia Z de elevado valor. Dicha impedancia, de existir, es de aproximadamente 1500 Ω (ohm) para un sistema de tensiones 0,4 / 0,231 kV.

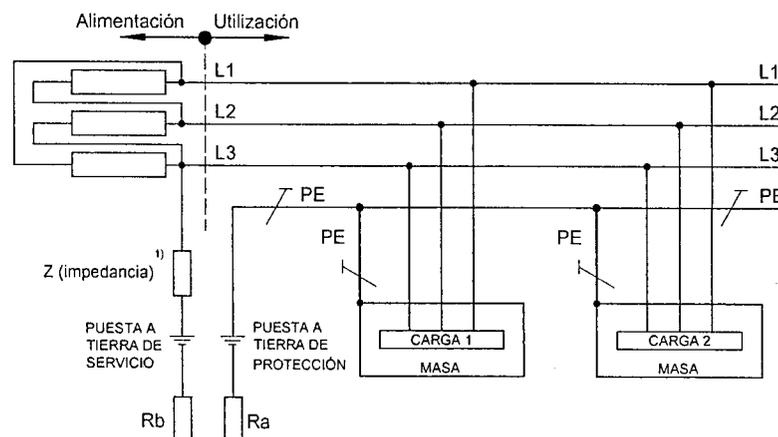
Ra: resistencia de la puesta a tierra de la instalación consumidora (resistencia de la puesta a tierra de protección).

Rb: resistencia de la puesta a tierra de la alimentación (resistencia de la puesta a tierra de servicio).

Z: impedancia.

¹⁾ El esquema IT debe estar aislado de tierra o conectado a tierra a través de una impedancia Z de elevado valor. El conductor neutro puede estar distribuido o no.

Figura 771.3.G - Esquema IT con neutro distribuido



Carga 1 y Carga 2: diferentes cargas o consumos dentro del mismo inmueble.

PE: conductor de protección de la instalación consumidora dentro del inmueble, conectado a una puesta a tierra independiente de la puesta a tierra de la alimentación. La puesta a tierra de la alimentación puede estar conectada a través de una impedancia Z de elevado valor. Dicha impedancia, de existir, es de aproximadamente 1500 Ω (ohm) para un sistema de tensiones de 0,4 / 0,231 kV.

Ra: resistencia de la puesta a tierra de la instalación consumidora (resistencia de la puesta a tierra de protección).

Rb: resistencia de la puesta a tierra de la alimentación (resistencia de la puesta a tierra de servicio).

Z: impedancia.

¹⁾ El esquema IT debe estar aislado de tierra o conectado a tierra a través de una impedancia Z de elevado valor. El conductor neutro puede estar distribuido o no.

Figura 771.3.H - Esquema IT sin neutro distribuido

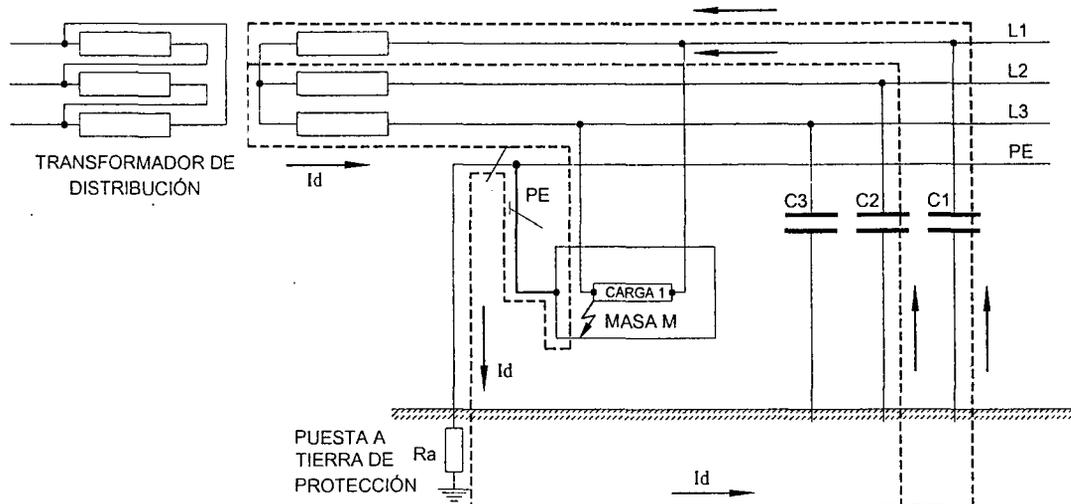


Figura 771.3.I - Esquema IT con punto neutro aislado de tierra

En un esquema IT aislado de tierra como el indicado en la **Figura 771.3.I** el lazo de falla en el que se establece la corriente de primer defecto, está constituido por el conductor de línea en el cual ocurre la falla, por el conductor de protección PE que conecta las masas eléctricas M con el electrodo de puesta a tierra de las masas R_a , el electrodo mismo, el suelo, las capacidades a tierra distribuidas de las otras dos líneas sanas y los conductores de esas dos líneas.

En la **Figura 771.3.J** siguiente se muestra la corriente de defecto en un esquema IT, en el que el punto neutro está conectado a tierra a través de una impedancia Z de elevado valor y en el que los electrodos de tierra de la alimentación (R_b) y de las masas eléctricas de la instalación (R_a) están separados.

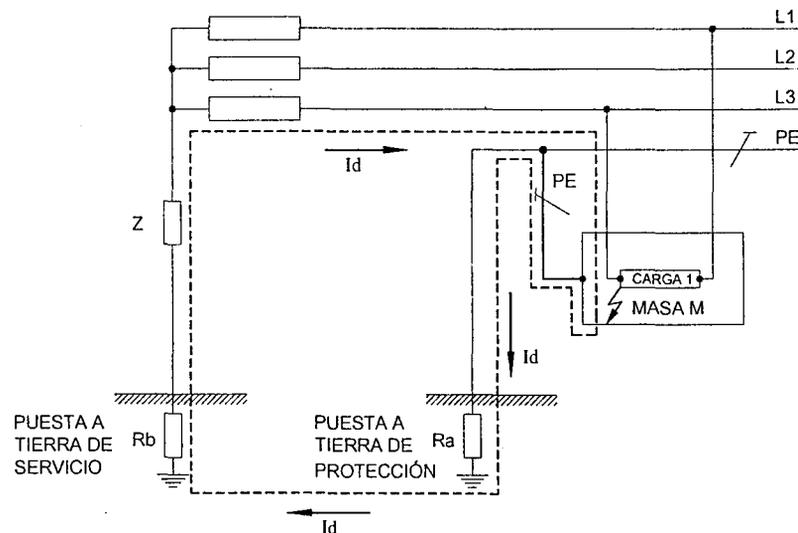


Fig. 771.3.J - Esquema IT en el que el punto neutro está conectado a tierra a través de una impedancia Z y en el que los electrodos de tierra de la alimentación (R_b) y de las masas eléctricas de la instalación (R_a) están separados

En el esquema IT, pueden ser utilizados los siguientes dispositivos de protección y control:

- Controladores o monitores permanentes de aislación (CPA)
- Dispositivos de protección contra las sobrecorrientes
- Dispositivos de protección de corriente diferencial
- Dispositivos de búsqueda de defectos

Nota 3: Dependiendo del valor de la carga, también puede existir un aporte de corriente correspondiente a L1.

Nota 4: En el esquema IT, el dispositivo de protección de corriente diferencial puede no funcionar, a menos que uno de los defectos a tierra se produzca aguas arriba del mismo.



771.4: Características de la alimentación

771.4.1: Ámbito de aplicación

Los requisitos y disposiciones de la presente Sección serán de aplicación a partir de los bornes de entrada del tablero principal de la instalación eléctrica de una vivienda, oficina o local (unitarios), abarcando la totalidad de los tableros y las líneas conectadas eléctricamente a los mismos.

Nota 1: La competencia y responsabilidad de la parte de la instalación eléctrica no comprendida por esta Reglamentación (por ejemplo, la línea principal) será determinada por los organismos nacionales, provinciales o municipales que tengan competencia en el tema; sin embargo, en caso de desarrollarse en la edificación integrante del inmueble, deberán satisfacerse las prescripciones de esta Reglamentación en lo que les sea aplicable.

Nota 2: Cada vivienda, oficina o local (unitarios) tendrá una sola alimentación normal desde la red pública. Solamente las autoridades de aplicación podrán disponer, por razones de seguridad o de funcionamiento, que un inmueble posea más de una alimentación desde la red pública (tal el caso de hospitales, escuelas, edificios gubernamentales, etc.). En estos últimos casos, cuando por necesidades operativas, de funcionamiento o de seguridad, concurren en un mismo recinto circuitos alimentados de diferentes fuentes de alimentación de la red pública, los dispositivos de comando funcional y los tomacorrientes presentes en esos recintos, deberán ser señalizados unívocamente con el origen de su alimentación.

Si por cualquier motivo la vivienda, oficina o local se subdividiera y se solicitase una alimentación desde la red pública para la vivienda, oficina o local nuevos, cada unidad funcional tendrá una instalación única con un único tablero principal y no se podrán compartir las instalaciones ni alimentar una misma vivienda, oficina o local, o parte de ella con dos alimentaciones "normales" ya sea simultánea o alternativamente. Para esta función existe la denominada "Alimentación de Reserva" (ver [Anexo 771-D](#)).

Esta misma restricción se aplica a los casos de unión o anexamiento de inmuebles.

771.4.2: Naturaleza de la corriente

- a) alterna, o
- b) continua.

771.4.3: Naturaleza de los conductores

- a) Para corriente alterna: conductor(es) de línea (L1, L2, L3, ...)
conductor neutro (N)
conductor de protección (PE)
- b) Para corriente continua: conductor(es) de línea (conductor o polo positivo L+ y conductor o polo negativo L-)
conductor medio (M)
conductor de protección (PE)

771.4.4: Valores característicos

- a) Tensiones y tolerancias: 220/380 Vca (230/400 Vca); (ver Nota)

Siendo 220 Vca la tensión entre un conductor de línea (fase) y neutro; y 380 Vca la tensión entre conductores de línea (fase).

Nota: Los valores de 230 y 400 Vca corresponden a los establecidos por la norma IRAM 2001 en su Tabla II y están comprendidos dentro de los valores aceptados por la norma IEC 60038, la que en su Nota 1 a la Tabla I dice: "La tensión nominal de los sistemas existentes de 220/380 V y 240/415 V evolucionará hacia los valores recomendados de 230/400 V. El período de transición será lo más corto posible y no debería exceder los 20 años a partir de la publicación de la presente Norma IEC. Durante este período y como primer paso, las autoridades de los países con tensiones de 220/380 V deberán suministrar tensiones en el rango 230/400 V + 6 % - 10 % y los países con tensiones de 240/415 V deberán suministrar tensiones en el rango 230/400 V + 10 % - 6 %. Al final de este período de transición, será alcanzada una tolerancia de 230/400 V ± 10 %. Una vez alcanzado este punto una ulterior reducción de la tolerancia será estudiada internacionalmente".

- b) Frecuencias y tolerancia:

Corriente alterna: 50 Hz ± 1 Hz.

- c) Intensidad de corriente máxima admisible:

- c1) En el origen de la instalación (I_{mo}):

Es el valor de corriente asignada del dispositivo de protección del aparato de maniobra ubicado en la cabecera del tablero principal.

Este valor deberá estar relacionado con la carga total del inmueble (ver [771.9.3](#)).

- c2) En cada circuito (I_{mci}):

$i = 1; 2; 3; \dots$

Es la intensidad de corriente máxima permanente del circuito considerado, estando ésta determinada por el material de menor intensidad de corriente admisible.

d) Intensidades de corriente presunta de cortocircuito en el origen de la instalación:

El instalador deberá solicitar a la empresa distribuidora de energía eléctrica el valor de la máxima corriente presunta de cortocircuito en el punto origen de la instalación.

771.4.5: Requisitos particulares de la empresa distribuidora de energía eléctrica

Durante el proyecto y para la ejecución de la instalación se deberá consultar a la empresa distribuidora de energía los requisitos de la instalación entre la línea de alimentación (acometida) y los bornes de entrada del tablero principal del inmueble (ver 771.4.1 a 771.4.4).

En todos los casos la empresa distribuidora establecerá condiciones respecto del espacio para alojar medidores, su canalización de vinculación a la red, y características de materiales, gabinetes y equipamiento comprendido hasta los bornes de entrada del tablero principal del inmueble conforme a sus disposiciones particulares y a los requisitos de esta Reglamentación.

771.4.6: Alimentación de reserva

Nota: Sistema de alimentación eléctrica de reserva: "Sistema de alimentación destinado a mantener, por razones diferentes a las de seguridad, el funcionamiento de una instalación o de una parte de ella, en caso de interrupción de la alimentación normal." (VEI 826-01-06).

En el Anexo 771-D (Reglamentario) se dan las prescripciones vinculadas con este tema.

771.5: Desviaciones del tipo de esquema de conexión a tierra exigido

Toda desviación del esquema de conexión a tierra exigido será considerada un caso particular. Este hecho deberá constar en la memoria técnica y en una lámina plastificada que contenga el esquema unifilar, la que deberá fijarse en el tablero principal o en el tablero seccional general.

771.5.1: Transformación del esquema de conexión a tierra de TT a TN-S por proximidad de las tomas de tierra (distancia inferior a diez [10] radios equivalentes)

En este caso el responsable de la instalación eléctrica del inmueble arbitrará los medios para lograr una separación entre los electrodos superior a los diez (10) radios equivalentes. De no ser posible dentro de la propiedad del inmueble, deberá requerir la colaboración de la empresa distribuidora para lograr esta separación. La distancia entre electrodos se considera medida en cualquier dirección (ver figuras 771.5.A y 771.5.B).

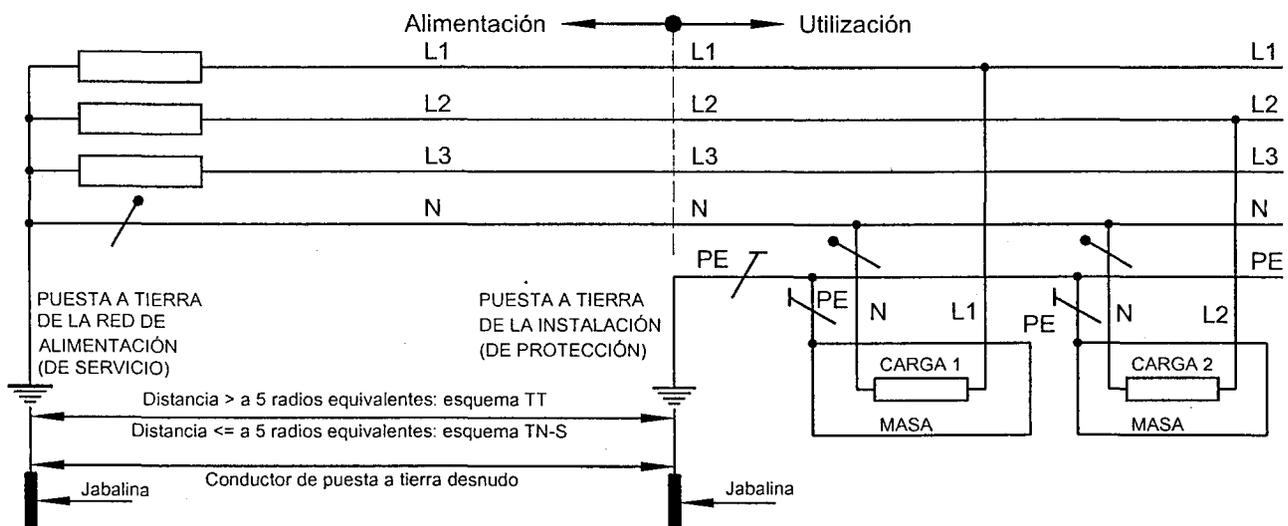


Figura 771.5.A – Separación entre sistemas de puesta a tierra (esquema 1)

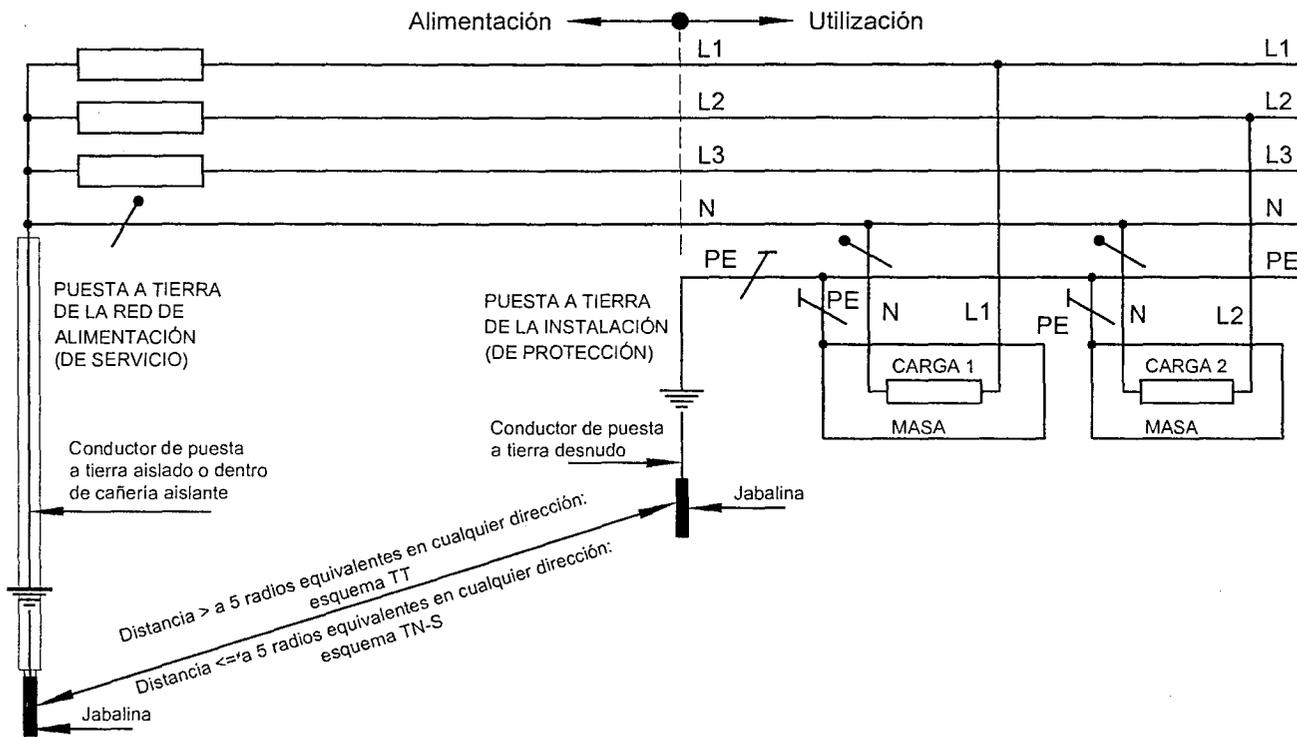


Figura 771.5.B - Separación entre sistemas de puesta a tierra (esquema 2)

771.5.2: Centro de transformación de la empresa distribuidora dentro del inmueble

Debido a la demanda máxima de potencia simultánea a contratar, o por necesidades de la red de distribución, en ciertos edificios de viviendas, oficinas o locales (unitarios) puede existir dentro del inmueble un centro de transformación de la distribuidora.

En ese caso la empresa distribuidora y el instalador, de común acuerdo tomarán las medidas necesarias para que el esquema de conexión a tierra de la instalación del inmueble continúe siendo TT por alejamiento de la toma de tierra de servicio de la toma de tierra de protección.

Si esto no fuera posible y el esquema resultante fuera TN-S de hecho, la instalación deberá seguir siendo considerada y proyectada como TT ante la eventualidad de que no se cumplan todas las reglas de un esquema TN-S. No obstante, se deberán proteger adecuadamente los interruptores diferenciales teniendo en cuenta los eventuales altos valores de corrientes de falla a tierra que se puedan presentar. Asimismo, la compañía distribuidora deberá tomar los recaudos para evitar la transferencia de potenciales peligrosos a la instalación del usuario (tensiones de contacto permanentes superiores a 24 V).

771.5.3: Imposibilidad o incertidumbre de lograr un esquema TT

En el caso en que subsista la imposibilidad de lograr un esquema TT (o exista incertidumbre) y el esquema pudiera resultar TN-S se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Cuando existan estas condiciones se deberá garantizar que la tensión límite permanente de contacto indirecto no sea mayor que 24 V, para locales secos, húmedos y mojados. En los lugares en donde el cuerpo esté sumergido, la alimentación de los equipos eléctricos instalados dentro del volumen 0 (ver la Sección 701 y la Sección 702, que actualmente está en estudio) deberá ser realizada con sistemas de muy baja tensión sin puesta a tierra (MBTS), con tensiones máximas de 12 V (ver 771.18.2), debiendo estar la fuente de MBTS ubicada fuera de la zona.
- Es obligatoria la protección complementaria contra los contactos directos con interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA para todos los circuitos indicados en la subcláusula 771.18.3.5.
- A raíz de los altos valores que pueden alcanzar las corrientes de defecto a tierra, se deberá verificar la protección contra cortocircuitos de los interruptores diferenciales (ver 771.19.2.2.6).
- En inmuebles de gran extensión deberá recurrirse obligatoriamente a la interconexión equipotencial suplementaria para evitar la aparición de tensiones de contacto peligrosas entre las masas conectadas al conductor de protección y las masas extrañas y, a la vez, disminuir la impedancia del lazo de falla.



Las abreviaturas tienen los siguientes significados:

RDD:	Red de Distribución de la Distribuidora
LAD:	Línea de Alimentación de la Distribuidora
DPLA:	Dispositivo de Protección de La Alimentación de la distribuidora
LAD:	Línea de Alimentación de la Distribuidora
M:	Medidor de energía
LP:	Línea Principal de la distribuidora
TP:	Tablero Principal
CS:	Circuito Seccional o de distribución
TSG:	Tablero Seccional General
TS o TSi:	Tablero Seccional o Tablero Seccional N° i
CT:	Circuito Terminal

771.7: Clasificación de las líneas y de los circuitos

771.7.1: Cantidad mínima de conductores

Los circuitos o líneas deberán ser por lo menos bifilares.

771.7.2: Línea de alimentación

Es la que vincula la red de la empresa de distribución de energía, con los bornes de entrada del medidor de energía o, en el caso de medición indirecta de corriente, es la que vincula la red de la empresa distribuidora con el primario (o entrada de barra pasante) de los transformadores de corriente para medición.

771.7.3: Línea principal

Es la que vincula los bornes de salida del medidor de energía o, en el caso de medición indirecta de corriente, es la que vincula la salida de barra pasante de los transformadores de corriente para medición, con los bornes o barras de entrada del tablero principal. Estos bornes o barras constituyen el punto origen de la instalación de la vivienda, oficina o local (unitario).

Nota: En el caso que no existan bornes o barras de entrada, se entenderá por éstos a los bornes de alimentación del interruptor automático principal.

771.7.4: Circuito seccional o de distribución

Es el que vincula los bornes de salida de un dispositivo de maniobra y protección de un tablero con los bornes de entrada del siguiente tablero.

771.7.5: Circuito terminal

Es el que vincula los bornes de salida de un dispositivo de maniobra y protección con los puntos de utilización.

771.7.6: Clasificación de los circuitos terminales

Nota 1: Se considera boca al punto de un circuito terminal, donde se conecta el aparato utilizador por medio de tomacorrientes o por medio de conexiones fijas (uniones o bomeras).

No se consideran bocas a las cajas de paso, a las cajas de derivación, a las cajas de paso y derivación ni a las cajas que contienen exclusivamente elementos de maniobra o protección (interruptores de efecto, atenuadores, etc.).

Se considera caja de paso a aquella caja a la que ingresan y egresan el mismo número de circuitos, sin que ninguno de ellos tenga derivación alguna.

Se considera caja de paso y derivación a aquella caja a la que ingresan y egresan el mismo número de circuitos, pudiendo tener alguno de ellos derivaciones.

Se considera caja de derivación a aquella caja a la que ingresan y egresan el mismo número de circuitos, teniendo todos por lo menos una derivación.

Una boca puede ser al mismo tiempo:

- Una caja de paso o una caja de derivación con un único circuito ó;
- Una caja de paso con más de un circuito, o una caja de derivación con más de un circuito o una caja de paso y derivación, si están ubicadas a una altura no inferior a 1,80 m.

Para cajas de paso, de derivación o de paso y derivación en losas, ver subcláusula [771.8.5](#).



Nota 2: Las canalizaciones, las cajas de paso o derivación y las bocas que se instalen a la intemperie, ya sea instaladas a la vista o parcialmente embutidas (cañería a la vista y caja embutida o viceversa), deberán ser de material sintético o resistentes a la corrosión, no permitiéndose, en estos casos, el uso de cajas de acero (Norma IRAM 2005 y Norma IRAM 2224) protegidas solamente con el esmalte original, con excepción de aquellas que hubieran recibido un tratamiento anticorrosivo de galvanizado o cincado por inmersión en caliente, u otro proceso de igual eficacia. Las cajas, con los dispositivos de conexión o maniobra incorporados en ellas, no expuestas a chorros de agua, deberán poseer un grado de protección IP44 o superior. Si en cambio se previera, tanto para instalaciones a la intemperie como semicubiertas, la utilización de chorros de agua, el grado de protección mínimo exigido será IP55. Para el caso de los tomacorrientes, estos grados de protección, se considerarán sin la ficha insertada. En los casos que se requiera mantener el grado de protección con la ficha conectada en el tomacorriente, el conjunto tomacorriente y ficha deberán cumplir con esa condición, por ejemplo conjuntos correspondientes a Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Cuando se utilicen conjuntos de tomacorriente y ficha de acuerdo con la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309 se deberán utilizar colores indicativos de las tensiones y número de hora correspondientes a la aplicación (por ejemplo: para tomacorrientes de 220Vca: color azul -6h; para tomacorrientes de 380Vca: color rojo -6h).

Nota 3: Cuando se haga referencia al grado de protección IP con dos dígitos (por ejemplo IP44) se podrán considerar las aplicaciones de las normas IRAM 2444 "Grado de protección mecánica proporcionada por las envolturas de equipos eléctricos" e IEC 60529 "Degrees of protection provided by enclosures (IP code)". En ambas normas el primer dígito tiene dos significados:

- a) establece como están protegidos los materiales, equipos o instalaciones contra el ingreso de objetos sólidos extraños y;
- b) establece como están protegidas las personas contra el acceso a partes peligrosas.

Además en ambas normas, el segundo dígito significa como están protegidos los materiales, equipos o instalaciones contra el ingreso de agua.

Cuando se haga referencia al grado de protección IP con dos dígitos y una letra (A, B, C y D por ejemplo IPXXB) se deberá considerar la aplicación de IEC 60529. Esa letra, que es opcional, establece como están protegidas las personas contra el acceso a partes peligrosas y sólo se emplea:

- c) si la protección efectiva contra el acceso a partes peligrosas es más alta que la indicada por la primera cifra característica o;
- d) si solamente se requiere mencionar la protección contra el acceso a partes peligrosas, siendo la primera cifra característica reemplazada por una X.

Cuando se haga referencia al grado de protección IP con tres dígitos, por ejemplo IP443 se deberá considerar la aplicación de la Norma IRAM 2444 ya que ese tercer dígito es el contemplado por esa norma como "Grado de protección contra los daños mecánicos".

Este último grado de protección, con la denominación IK está considerado en una forma más amplia en IEC 62262 "Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)", a la que también se podrá hacer referencia. Se destaca que, en general, el tercer dígito de IRAM 2444 no es coincidente con el valor de la energía de impacto de los grados IK de IEC 62262.

Nota 4: A efectos de esta Reglamentación se consideran:

- a) superficie cubierta: total de la suma de las superficies parciales de los locales, entresuelos, voladizos y pórticos de un edificio, incluyendo la sección horizontal de muros y tabiques de todas las plantas, hasta las líneas divisorias laterales de la parcela.
- b) superficie semicubierta: Es la que tiene cerramiento en el techo y en su contorno faltan una o varias paredes, o si las tiene ellas no producen un cierre total.

Los circuitos pueden ser:

a) **Circuitos para usos generales**

Son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para iluminación y bocas de salida para tomacorrientes. Se utilizan esencialmente en el interior de las superficies cubiertas, aunque pueden incorporar bocas en el exterior de éstas, siempre y cuando estén ubicadas en espacios semicubiertos.

Para este caso, bocas en espacios semicubiertos (porches, galerías, balcones, etc.), se deberán instalar artefactos con grado de protección como mínimo IP44; si la instalación se entrega sin los artefactos montados, entonces se deberá dejar indicado en la memoria técnica, y haciendo la referencia numérica correspondiente, que dichas bocas serán sólo para instalación de artefactos con grado de protección IP44 como mínimo.

- I. **Circuitos de iluminación para uso general (sigla IUG)**, en cuyas bocas de salida podrán conectarse artefactos de iluminación, de ventilación, combinaciones entre ellos, u otras cargas unitarias, cuya corriente de funcionamiento permanente no sea mayor que 10 A, sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A, conformes a la Norma IRAM 2071 o de 16 A según la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Estos circuitos contarán con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor de 16 A y el número máximo de bocas de salida será de quince (15).
- II. **Circuitos de tomacorrientes para uso general (sigla TUG)**, en cuyas bocas de salida podrán conectarse cargas unitarias de no más de 10 A, por medio de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A, conformes con la Norma IRAM 2071 o no más de 16 A con tomacorrientes que cumplan con la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Estos circuitos contarán con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor de 20 A y el número máximo de bocas de salida será de quince (15).



b) **Circuitos para usos especiales**

Son circuitos monofásicos que alimentan cargas que no se pueden manejar por medio de circuitos de uso general, sea porque se trata de consumos unitarios mayores que los admitidos, o de consumos a la intemperie (por ejemplo: parques, jardines, patios, terrazas, etc.). Véase también la definición de circuitos para usos específicos en el ítem "c" de esta subcláusula.

Los circuitos para usos especiales contarán con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor de 32 A y el número máximo de bocas de salida es de doce (12).

Los circuitos para uso especial pueden ser:

- I. Circuitos de iluminación de uso especial (sigla IUE), en cuyas bocas deben conectarse exclusivamente artefactos de iluminación, sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o por medio de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A o de 20 A, conformes a la Norma IRAM 2071, o de 16 A, conforme a la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Este tipo de circuitos debe ser empleado para la iluminación de lugares a la intemperie, aunque pueden incorporar bocas de iluminación de uso especial en espacios semicubiertos o en el interior del inmueble. Se recomienda, por razones funcionales, que los circuitos para la electrificación de lugares a la intemperie sean independientes.

Nota: Por razones de proyecto se podrá optar por la ejecución de circuitos de iluminación de usos especiales en reemplazo de los circuitos de iluminación de usos generales, manteniéndose la exigencia de cumplimiento de los requisitos establecidos para los puntos mínimos de utilización que se indican en 771.8.1, 771.8.2, 771.8.3 y 771.8.4.

- II. Circuitos de tomacorrientes de uso especial (sigla TUE), en cuyas bocas de salida pueden conectarse cargas unitarias, de hasta 20 A por medio de tomacorrientes tipo 2P+T de 20 A, conformes a la Norma IRAM 2071 o de hasta 16 A, por medio de tomacorrientes que cumplan con la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. En cada boca de salida con tomacorrientes de 20 A, se podrán instalar tomacorrientes adicionales de 10 A tipo 2P+T, conforme a la Norma IRAM 2071. Este tipo de circuitos debe ser empleado para la electrificación de lugares a la intemperie, aunque pueden incorporar bocas de tomas de usos especiales en espacios semicubiertos o en el interior del inmueble. Se recomienda, por razones funcionales, que los circuitos para la electrificación de lugares a la intemperie sean independientes.

c) **Circuitos para usos específicos**

Son circuitos monofásicos o trifásicos que alimentan cargas no comprendidas en las definiciones anteriores (ejemplos: circuitos de alimentación de fuentes de muy baja tensión, tales como las de comunicaciones internas del inmueble; circuitos de alimentación de unidades condensadoras de un sistema de climatización central; circuitos para cargas unitarias tales como bombas elevadoras de agua; circuitos de tensión estabilizada; etc.), sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o por medio de tomacorrientes previstos para esa única función.

La utilización de estos circuitos en viviendas, oficinas y locales (unitarios) es suplementaria y no exime del cumplimiento del número mínimo de circuitos (771.8.1.2) y de los puntos mínimos de utilización (771.8.1.3) para cada grado de electrificación.

Los circuitos para uso específico se dividen en dos grupos:

c1) **Circuitos para uso específico que alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento NO es directamente la de la red de alimentación.**

- I. Circuitos de muy baja tensión sin puesta a tierra con tensión máxima de 24 V (sigla MBTS), en cuyas bocas de salida pueden conectarse cargas predeterminadas, sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o de fichas y tomacorrientes para las tensiones respectivas, conforme a la norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309 utilizando el color y el código horario correspondiente a la tensión de funcionamiento. La alimentación de la fuente de MBTS se realizará por medio de un circuito de alimentación de carga única ACU con sus correspondientes protecciones (ver 771.18.3.5). Los circuitos MBTS no tienen limitaciones de número de bocas, potencia de salida de cada una, tipo de alimentación, ubicación, conexionado o dispositivos a la salida, ni de potencia total del circuito o de valor de la protección. Es responsabilidad del proyectista determinar esas características, cumpliendo lo establecido con carácter general en esta Reglamentación y en particular las prescripciones de la subcláusula 771.18.2.



- II. **Circuitos de alimentación de tensión estabilizada (sigla ATE), destinados a equipos o redes que requieran** para su funcionamiento, ya sea por prescripciones de diseño o necesidades del usuario, tensión estabilizada o sistemas de energía ininterrumpible (UPS). Los dispositivos de maniobra y protección del o de los circuitos ATE, interruptores automáticos e interruptores diferenciales, se colocarán a partir de la o las salidas de la fuente en un tablero destinado para tal fin (en locales con presencia permanente de personal BA4 o BA5, podrán emplearse interruptores manuales y fusibles o interruptores automáticos e interruptores diferenciales). En las bocas de salida pueden conectarse cargas monofásicas predeterminadas, sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A o de 20 A, conformes a la Norma IRAM 2071, o de 16 A, conforme a Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309.

Con el objeto de diferenciar los tomacorrientes de circuitos ATE y evitar errores operativos, se procederá a instalar los tomacorrientes de la siguiente manera:

- 1) Tomacorrientes según Norma IRAM 2071: se instalarán tomacorrientes de color rojo. Además podrán utilizarse tomacorrientes para esta función de un color distinto al rojo, que deberán llevar el logotipo que se indica en el ítem siguiente (el triángulo deberá ser de color rojo).
- 2) Tomacorrientes IRAM-IEC 60309 o IEC 60309: se respetará el color y el código horario según su tensión nominal (por ejemplo para 230 Vca Azul-6h) y deberá colocarse un autoadhesivo indeleble con la siguiente simbología y leyenda:

USO EQUIPAMIENTO
INFORMÁTICO



TOMACORRIENTE CON TENSIÓN
ESTABILIZADA / ININTERRUMPIDA

Los circuitos ATE deberán tener como máximo quince (15) bocas, sin limitación de potencia de salida de cada una, tipo de alimentación, ubicación, conexionado o dispositivos a la salida, ni de potencia total del circuito o de valor de la protección. Es responsabilidad del proyectista determinar esas características, cumpliendo lo establecido con carácter general en esta Reglamentación.

La alimentación a la fuente de tensión estabilizada o UPS se realizará por medio de un circuito de alimentación de carga única ACU con sus correspondientes protecciones (ver 771.18.3.5).

- c2) **Circuitos para uso específico que alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento es la correspondiente a la red de alimentación (220 – 380 V).**

Nota: Para iluminación de emergencia, en caso de edificios para viviendas, oficinas o locales, ver secciones 772 y 718, ambas en estudio. Hasta tanto dichas secciones no se encuentren editadas, ver la Ley 19587, Decreto Reglamentario 351/79 y exigencias de la autoridad de aplicación con competencia en el tema.

- I. **Circuitos de alimentación monofásica de pequeños motores (sigla APM), en cuyas bocas de salida pueden conectarse cargas destinadas a ventilación, convección forzada, accionamientos para puertas, portones, cortinas, heladeras comerciales, góndolas refrigeradas, lavarropas comerciales, fotocopiadoras, etc., u otras cargas unitarias de características similares, sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A, conforme a Norma IRAM 2071, o de 16 A, conforme a Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. El número máximo de bocas será de 15, la carga máxima por boca de 10 A y la protección del circuito no puede ser mayor que 25 A.**
- II. **Circuitos de alimentación monofásica o trifásica de carga única (sigla ACU), alimentan una carga unitaria que así lo requiere a partir de cualquier tipo de tablero, sin derivación alguna de la línea. No tiene limitaciones de potencia de carga, tipo de alimentación, ubicación, conexionado o dispositivos a la salida, o de valor de la protección. Es responsabilidad del proyectista determinar esas características, cumpliendo lo establecido con carácter general en esta Reglamentación (ver 771.18.3.5).**
- III. **Circuitos de alimentación monofásica de fuentes para consumos con muy baja tensión funcional (sigla MBTF). El número máximo de bocas (en 220 V) será de 15, la carga máxima por boca de 10 A y la protección del circuito no puede ser mayor que 20 A. Las conexiones podrán ser efectuadas por medio de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A, conformes a la Norma IRAM 2071, o de 16 A, conforme a Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309 o por medio de conexiones fijas (uniones o borneras).**

Nota: Los consumos que funcionan con MBTF pueden ser sistemas de portero eléctrico, centrales telefónicas, sistemas de seguridad, CCTV, etc., u otras cargas unitarias de características similares.



- IV. Circuitos de iluminación trifásica específica (sigla ITE). En oficinas y locales con presencia permanente de personal de mantenimiento u operación BA4 o BA5, se podrán emplear además de los IUG o los IUE, circuitos trifásicos específicos, de donde se deriven sistemas de iluminación. En las bocas de estos circuitos de iluminación trifásica específica (ITE), deben conectarse exclusivamente artefactos de iluminación, sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o por medio de tomacorrientes tipo 2P+T de 10 A o de 20 A, conformes a la Norma IRAM 2071, o de 16 A, conforme a la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Este tipo de circuitos puede ser empleado para la iluminación de lugares a la intemperie, en espacios semicubiertos o en el interior del inmueble. Cuando se emplean estos circuitos para la iluminación exterior sus protecciones deben ser exclusivas e independientes de cualquier otro circuito interior. El número máximo de bocas por fase o línea será de 12, la carga máxima por boca de 10 A y el dimensionamiento del circuito será responsabilidad del proyectista.

Cada uno de estos circuitos trifásicos para sistemas de iluminación deberá ser protegido por dispositivos omnipolares, con todos sus polos protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos (si existe distribución de conductor neutro, el dispositivo de protección será tetrapolar con el neutro protegido). Para el dimensionamiento de los conductores de línea y neutro se deberá tener en cuenta el contenido armónico de la carga. Asimismo debe realizarse una adecuada distribución de luminarias entre cada conductor de línea y neutro para lograr el mayor equilibrio de cargas sin perder de vista el efecto estroboscópico (ver lo indicado en el Anexo 771-A), siendo recomendable alternar las líneas o fases sobre la que se conectan las sucesivas cajas o luminarias. Cuando además del interruptor automático tetrapolar como dispositivo de protección del circuito, un circuito trifásico tetrapolar para iluminación disponga de interruptores unipolares de comando funcional, es recomendable señalar en forma visible en el lugar donde cada uno de dichos dispositivos esté instalado, que la alimentación proviene de un circuito trifásico.

- V. Otros circuitos específicos monofásicos o trifásicos (sigla OCE), alimentan cargas no comprendidas en las descripciones anteriores. Estos circuitos no tienen limitaciones de número de bocas, potencia de salida de cada una, tipo de alimentación, ubicación, conexionado o dispositivos a la salida, ni de potencia total del circuito o de valor de la protección. Es responsabilidad del proyectista determinar esas características, cumpliendo lo establecido con carácter general en esta Reglamentación.

Tabla 771.7.I - Resumen de tipos de circuitos

Tipo de circuito	Designación	Sigla	Máxima cantidad de bocas	Máximo calibre de la protección
Uso General	Iluminación uso general	IUG	15	16 A
	Tomacorriente uso general	TUG	15	20 A
Uso Especial	Iluminación uso especial	IUE	12	32 A
	Tomacorriente uso especial	TUE	12	32 A
Uso específico	Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional	MBTF	15	20 A
	Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional	---	Sin límite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación pequeños motores	APM	15	25 A
	Alimentación tensión estabilizada	ATE	15	Responsabilidad del proyectista
	Circuito de muy baja tensión sin puesta a tierra	MBTS	Sin límite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación carga única	ACU	No corresponde	Responsabilidad del proyectista
	Iluminación trifásica específica	ITE	12 por fase	Responsabilidad del proyectista
Otros circuitos específicos	OCE	Sin límite	Responsabilidad del Proyectista	



771.8: Grados de electrificación, número mínimo de circuitos y número mínimo de puntos de utilización

771.8.1: Definiciones

771.8.1.1: Grados de electrificación

Se establece el grado de electrificación de un inmueble a los efectos de determinar, en la instalación, el número de circuitos y los puntos de utilización que deberán considerarse como mínimo para usos no específicos, es decir, para usos generales o para usos especiales, donde su utilización no se encuentra definida "a priori" sino que surge de estimaciones estadísticas generales.

A ese efecto se define como demanda de potencia máxima simultánea calculada (sólo aplicable para determinar el grado de electrificación) a la determinada conforme al procedimiento indicado en 771.9.1 y con excepción de los circuitos para usos específicos, que se tratan por separado.

A los efectos de esta Reglamentación la superficie a considerar, también denominada límite de aplicación, será la superficie cubierta del inmueble más el cincuenta por ciento (50 %) de la superficie semicubierta.

La potencia a contratar debe ser acordada entre el usuario y la empresa distribuidora de energía eléctrica (ver 771.9.3.2).

771.8.1.2: Número mínimo de circuitos

Corresponde al número mínimo de circuitos compatibles con una instalación segura y con condiciones aceptables de funcionalidad y confort.

771.8.1.3: Número mínimo de puntos de utilización

Corresponde al número mínimo de bocas compatibles con una instalación segura y con condiciones aceptables de funcionalidad y confort.

771.8.1.4: Aplicación de los conceptos a los distintos tipos de inmuebles

Los conceptos de grados de electrificación, número mínimo de circuitos y número mínimo de punto de utilización, se aplicarán según el siguiente procedimiento:

Cuando el inmueble responda totalmente a la clasificación de vivienda, oficina o local específicamente mencionado en esta Sección, se aplicará la tabla correspondiente en forma íntegra. En este caso el inmueble tendrá el grado de electrificación que surja de los cálculos correspondientes y una carga total, calculada según 771.9.

Cuando los inmuebles pertenezcan simultáneamente a diferentes tipos, se efectuará una división en los mismos y se aplicará la tabla correspondiente para cada tipo, por ejemplo: un local de venta de automóviles que posea además un garaje para 15 clientes, un depósito para piezas de repuesto y una vivienda para el casero se dividirá en 4 tipos de inmuebles: a) Local comercial; b) garaje; c) depósito; d) vivienda; aplicándose en cada caso la tabla correspondiente. En este caso no existirá un único grado de electrificación para el inmueble, sino grados de electrificación para cada uno de los locales considerados; la carga total será única para todo el inmueble y se calculará, según 771.9, mediante la suma de las cargas totales de cada uno de los locales.

Cuando los inmuebles posean características mixtas entre los distintos tipos mencionados en esta Sección, existirá un tipo predominante, por ejemplo una vivienda que posea un garaje para 4 coches, será predominantemente una vivienda. Siendo imposible fijar todas las combinaciones en esta Reglamentación, la autoridad de aplicación con competencia en el tema determinará el tipo predominante, o bien se deberá aplicar el sentido común en el establecimiento de los tipos de inmueble de referencia.

771.8.1.5: Determinación de los grados de electrificación en los inmuebles

El grado de electrificación se determina según los pasos siguientes:

- a) con la superficie del inmueble (cubierta más el 50 % de la semicubierta), se predetermina el grado de electrificación según la tabla correspondiente.
- b) se identifican los puntos de utilización mínimos;
- c) se asignan dichos puntos al tipo y número de circuitos que corresponda, según el grado de electrificación predeterminado; y
- d) se calcula la demanda de potencia máxima simultánea, según se indica en 771.9.



Si el resultado es igual o menor que el límite de potencia indicado en la tabla de grados de electrificación para el tipo de inmueble considerado, el proceso ha finalizado. En caso contrario se itera el procedimiento anterior, predeterminando en a) el grado de electrificación inmediato superior.

771.8.2: Viviendas

771.8.2.1: Grado de electrificación de las viviendas

771.8.2.1.1: Grado de electrificación "Mínimo"

Corresponde a viviendas cuya superficie no es mayor que 60 m², en las que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 3,7 kVA.

771.8.2.1.2: Grado de electrificación "Medio"

Corresponde a viviendas cuya superficie es mayor a 60 m² y hasta 130 m², en las que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 7 kVA.

771.8.2.1.3: Grado de electrificación "Elevado"

Corresponde a viviendas cuya superficie es mayor a 130 m² y hasta 200 m², en las que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 11 kVA.

771.8.2.1.4: Grado de electrificación "Superior"

Corresponde a viviendas cuya superficie es mayor que 200 m², en las que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es mayor que 11 kVA.

Tabla 771.8.I – Resumen de los grados de electrificación de las viviendas

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)	Demanda de potencia máxima simultánea calculada (sólo para determinar el grado de electrificación)
Mínimo	hasta 60 m ²	hasta 3,7 kVA
Medio	más de 60 m ² hasta 130 m ²	hasta 7 kVA
Elevado	más de 130 m ² hasta 200 m ²	hasta 11 kVA
Superior	más de 200 m ²	más de 11 kVA

771.8.2.2: Número mínimo de circuitos en las viviendas

Nota: Para la clasificación de los circuitos y de las líneas, véase 771.7.

La instalación eléctrica del inmueble tendrá el tipo y número mínimo de circuitos de acuerdo con el grado de electrificación determinado, según se indica a continuación:

- Para el grado de electrificación "Mínimo": como mínimo dos circuitos, siendo uno de iluminación para uso general y el otro de tomacorrientes para uso general.
- Para el grado de electrificación "Medio": como mínimo tres circuitos, donde por lo menos uno será de iluminación y uno de tomacorrientes, ambos de uso general y el tercero será un circuito de iluminación o de tomacorrientes, de uso general o especial indistintamente.
- Para el grado de electrificación "Elevado": como mínimo cinco circuitos, dos de iluminación para uso general, dos de tomacorrientes para uso general y uno de tomacorrientes para uso especial.
- Para el grado de electrificación "Superior": como mínimo seis circuitos, siendo cuatro para uso general, (donde habrá dos de iluminación y dos de tomacorrientes) y uno de tomacorrientes para uso especial; el sexto circuito es de libre elección.



Tabla 771.8.II – Resumen de los números mínimos de circuitos de las viviendas

Grado de electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos					
		Variante	Iluminación uso general (IUG)	Tomacorriente uso general (TUG)	Iluminación uso especial (IUE)	Tomacorriente uso especial (TUE)	Circuito de libre elección
Mínimo	2	Única	1	1	---	---	---
Medio	3	a)	1	1	1	---	---
		b)	1	1	---	1	---
		c)	2	1	---	---	---
		d)	1	2	---	---	---
Elevado	5	Única	2	2	---	1	---
Superior	6	Única	2	2	---	1	1

*Nota: Se deberá adicionar el circuito de libre elección para completar el número mínimo requerido por el grado de electrificación determinado. La denominación de libre elección se refiere a la posibilidad del empleo de cualquiera de los circuitos tipificados en 771.7.6 a), b) y c) (IUG, TUG, IUE, TUE, MBTF, APM, ATE, MBTS, ACU, ITE y OCE).

771.8.2.3: Número mínimo de puntos de utilización en las viviendas

Nota 1: A efectos de esta Reglamentación se considera que las viviendas con superficies inferiores a 130 m², no poseen dormitorios de superficies mayores a 36 m². Si este caso fuese factible, los puntos mínimos de utilización deberán ser tomados del grado de electrificación "elevado".

Nota 2: Los grados de electrificación para las viviendas conocidas como "loft" deberán considerarse de acuerdo a su superficie total.

771.8.2.3.1: Grado de electrificación "Mínimo"

- Sala de estar y comedor: una boca para iluminación de uso general por cada 18 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 6 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas).
- Dormitorio de superficies menores a 10 m² (incluyendo placard): una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- Dormitorio de superficies iguales o mayores a 10 m² (incluyendo placard): una boca para iluminación de uso general y tres bocas para tomacorrientes de uso general.
- Cocina: una boca para iluminación de uso general y tres bocas para tomacorrientes de uso general más dos tomacorrientes, como mínimo, para artefactos electrodomésticos de ubicación fija; estos dos tomacorrientes pueden ser instalados en bocas distintas o en una misma boca (caja rectangular de 5 x 10). Ver criterios generales 771.8.5.
- Baño: una boca para iluminación de uso general y una boca para tomacorrientes de uso general. Para toilette ver 771.8.5 n).
- Vestíbulo: una boca para iluminación de uso general y una boca para tomacorrientes de uso general.
- Pasillo: una boca para iluminación de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca).
- Lavadero: una boca para iluminación de uso general y una boca para tomacorrientes de uso general.

771.8.2.3.2: Grado de electrificación "Medio"

- Sala de estar y comedor: una boca para iluminación de uso general por cada 18 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 6 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas).
- Dormitorio de superficies menores a 10 m² (incluyendo placard): una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- Dormitorio de superficies iguales o mayores a 10 m² (incluyendo placard): una boca para iluminación de uso general y tres bocas para tomacorrientes de uso general.



- d) Cocina: dos bocas para iluminación de uso general (pudiendo ser utilizadas para alumbrado general o localizado) y tres bocas para tomacorrientes de uso general; más dos tomacorrientes, como mínimo, para artefactos electrodomésticos de ubicación fija; estos dos tomacorrientes pueden ser instalados en bocas distintas o en una misma boca (caja rectangular de 5 x 10). Ver criterios generales 771.8.5.
- e) Baño: una boca para iluminación de uso general y una boca para tomacorrientes de uso general. Para toilette ver 771.8.5 n.
- f) Vestíbulo: una boca para iluminación de uso general y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 12 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca).
- g) Pasillo: una boca para iluminación de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca) y para pasillos de longitudes superiores a los 2 m, una boca para tomacorrientes de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca).
- h) Lavadero: una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.

771.8.2.3.3: Grados de electrificación "Elevado" y "Superior"

- a) Sala de estar y comedor: una boca para iluminación de uso general por cada 18 m², o fracción de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 6 m², o fracción de superficie (como mínimo dos bocas). Para superficies mayores a 36 m² se preverá una boca para tomacorrientes de uso especial. En el caso que este TUE se destine a la alimentación de un equipo de aire acondicionado, podrá estar ubicado en las paredes exteriores a la sala de estar o comedor, de acuerdo con las necesidades de la carga.
- b) Dormitorios de superficies menores a 10 m² (incluyendo placard): una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- c) Dormitorios de superficies iguales o mayores a 10 m² hasta 36 m² (incluyendo placard): una boca para iluminación de uso general y tres bocas para tomacorrientes de uso general.
- d) Dormitorios de superficies mayores a 36 m² (incluyendo placard): dos bocas para iluminación de uso general, tres bocas para tomacorrientes de uso general y una boca para tomacorrientes de uso especial. En el caso que el TUE se destine a la alimentación de un equipo de aire acondicionado, podrá estar ubicado en las paredes exteriores al dormitorio, de acuerdo con las necesidades de la carga.
- e) Cocina: dos bocas para iluminación de uso general (pudiendo ser utilizadas para alumbrado general o localizado); más:
 - e.1) Para electrificación "Elevada": tres bocas para tomacorrientes de uso general y una boca para tomacorrientes de uso especial, más tres tomacorrientes, como mínimo, de uso general para electrodomésticos de ubicación fija (pudiendo uno de ellos ser tomado de un circuito de tomacorrientes de uso especial).
 - e.2) Para electrificación "Superior": cuatro bocas para tomacorrientes de uso general y una boca para tomacorrientes de uso especial, más tres tomacorrientes, como mínimo, de uso general para electrodomésticos de ubicación fija (pudiendo dos de ellos ser tomados de un circuito de tomacorrientes de uso especial).
- f) Baño: una boca para iluminación de uso general (si el baño estuviese subdividido, deberá considerarse una boca por cada recinto) y una boca para tomacorrientes de uso general. Para toilette ver 771.8.5.n.
- g) Vestíbulo: una boca para iluminación de uso general y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 12 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca).
- h) Pasillo: una boca para iluminación de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca) y para pasillos de longitudes superiores a los 2 m, una boca para tomacorrientes de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca).
- i) Lavadero: una boca para iluminación de uso general, dos bocas para tomacorrientes de uso general y una boca para tomacorrientes de uso especial.



Tabla 771.8.III – Resumen de los puntos mínimos de utilización en viviendas y en locales u oficinas proyectados originalmente para vivienda (ver texto en 771.8.2.3.1, 771.8.2.3.2 y 771.8.2.3.3)

Ambiente	Grado de electrificación	Puntos mínimos de utilización		
		IUG	TUG	TUE
Sala de estar y comedor, escritorio, estudio, biblioteca o similares, en viviendas	Mínimo	Una boca cada 18 m ² de superficie o fracción (mínimo una)	Una boca cada 6 m ² de superficie o fracción (mínimo dos)	---
	Medio			---
	Elevado			Una boca si la superficie de los ambientes supera los 36 m ²
	Superior			
Dormitorio (Superficie menor a 10 m ²)	Mínimo	Una boca	Dos bocas	---
	Medio			
	Elevado			
	Superior			
Dormitorio (Superficie igual o mayor a 10 m ² hasta 36 m ²)	Mínimo	Una boca	Tres bocas	---
	Medio			
	Elevado			
	Superior			
Dormitorio (Superficie mayor a 36 m ²)	Elevado	Dos bocas	Tres bocas	Una boca
	Superior			
Cocina	Mínimo	Una boca	Tres bocas más dos tomacorrientes	---
	Medio	Dos bocas	Tres bocas más dos tomacorrientes	---
	Elevado		Tres bocas más tres tomacorrientes	Una boca
	Superior		Cuatro bocas más tres tomacorrientes	
Baño (para toilette ver 771.8.5 n)	Mínimo		Una boca	Una boca
	Medio			
	Elevado			
	Superior			
Vestíbulo, garaje, hall, galería, vestidor, comedor diario o similares	Mínimo	Una boca	Una boca	---
	Medio		Una boca cada 12 m ² de superficie o fracción (mínimo una boca)	
	Elevado			
	Superior			
Pasillo, balcones, atrios o similares	Mínimo	Una boca por cada 5 m de longitud o fracción	---	---
	Medio		Una boca por cada 5 m de longitud o fracción (para pasillos de L > 2m)	
	Elevado			
	Superior			
Lavadero	Mínimo	Una boca	Una boca	---
	Medio		Dos bocas	---
	Elevado			Una boca
	Superior			

Nota: Cuando se exige en forma adicional la instalación de tomacorrientes, debe interpretarse como la colocación del elemento tomacorriente, pudiendo estar éste ubicado en las bocas de tomacorrientes contempladas en los puntos mínimos de utilización. Si los tomacorrientes adicionales se instalan en cajas separadas, a los efectos computar la máxima cantidad de bocas que permite el circuito, se los considerará como una boca de tomacorriente que se sumará al resto de las bocas del circuito.



771.8.3: Oficinas y locales

Nota: Los números de bocas de iluminación mencionados en esta subcláusula son mínimos, por lo tanto, en todos estos casos se deberá efectuar un proyecto de iluminación previo que respete las condiciones, los valores mínimos de iluminación (en lux) y los niveles de uniformidad requeridos por la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y sus decretos reglamentarios o por la autoridad de aplicación correspondiente.

Todos los tipos de oficinas y locales deberán cumplir con los grados de electrificación, número mínimo de circuitos y puntos mínimos de utilización descriptos en las subcláusulas siguientes. Los locales, de acuerdo con su clasificación frente a determinadas influencias externas, por ejemplo su condición de evacuación, pueden requerir prescripciones adicionales, entre otras, en las canalizaciones, en el cableado y sistemas de emergencia específicos; estas reglas de ejecución se detallan en AEA 90364-7-718 Locales y Lugares de Pública Concurrencia (actualmente en estudio).

Todos aquellos locales no contemplados en las descripciones de las siguientes subcláusulas, como por ejemplo las iglesias, los templos, los museos, los gimnasios, etc., en los cuales pueden no ser exigibles los puntos mínimos de utilización, deberán cumplir indefectiblemente con las restantes prescripciones indicadas en esta Reglamentación (ver 771.8.3.6).

771.8.3.1: Oficinas comerciales o profesionales y locales comerciales o para actividades de servicio o similares, o para prácticas profesionales, establecidos en edificios proyectados originalmente para viviendas

771.8.3.1.1: Grados de electrificación

Serán los establecidos para las viviendas (subcláusula 771.8.2.1).

771.8.3.1.2: Número mínimo de circuitos

Serán los establecidos para las viviendas (subcláusula 771.8.2.2).

771.8.3.1.3: Número mínimo de puntos de utilización

Serán los establecidos para las viviendas (subcláusula 771.8.2.3), debido a que la sala de estar, el comedor y los dormitorios podrán ser utilizados como dependencias de la oficina, pero fueron construidos para un destino original de vivienda.

771.8.3.2: Oficinas comerciales o profesionales y locales comerciales o para actividades de servicio o similares, o para prácticas profesionales, establecidos en inmuebles proyectados originalmente para oficinas o locales, incluyendo las oficinas de establecimientos fabriles o los locales de venta anexos

A los efectos de esta Reglamentación la clasificación de locales comerciales o para actividades de servicio o similares es aplicable, entre otros, a locales destinados a la compra y venta de mercancías, bares, confiterías, cafeterías, escribanías, restaurantes, cantinas, inmobiliarias y locales con similares destinos.

771.8.3.2.1: Grados de electrificación de las oficinas y locales comerciales construidos originalmente para tal fin

771.8.3.2.1.1: Grado de electrificación "Mínimo"

Corresponde a oficinas y locales cuya superficie no es mayor que 30 m², en los que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 4,5 kVA.

771.8.3.2.1.2: Grado de electrificación "Medio"

Corresponde a oficinas y locales cuya superficie es mayor a 30 m² y hasta 75 m², en los que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 7,8 kVA.

771.8.3.2.1.3: Grado de electrificación "Elevado"

Corresponde a oficinas y locales cuya superficie es mayor a 75 m² y hasta 150 m², en los que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 12,2 kVA.

771.8.3.2.1.4: Grado de electrificación "Superior"

Corresponde a oficinas y locales cuya superficie es mayor que 150 m², en los que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es mayor que 12,2 kVA.



Tabla 771.8.IV – Resumen de los grados de electrificación de oficinas y locales comerciales proyectados originalmente para tal fin

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)	Demanda de potencia máxima simultánea calculada (sólo para determinar el grado de electrificación)
Mínimo	hasta 30 m ²	hasta 4,5 kVA
Medio	más de 30 m ² hasta 75 m ²	hasta 7,8 kVA
Elevado	más de 75 m ² hasta 150 m ²	hasta 12,2 kVA
Superior	más de 150 m ²	más de 12,2 kVA

771.8.3.2.2: Número mínimo de circuitos en las oficinas y locales comerciales construidos originalmente para tal fin

Nota: Para la clasificación de las líneas y de los circuitos, véase 771.7.

La instalación eléctrica del inmueble tendrá el tipo y número mínimo de circuitos de acuerdo con el grado de electrificación determinado, según se indica a continuación:

- Para el grado de electrificación "Mínimo": como mínimo dos circuitos, siendo uno de iluminación para uso general y el otro de tomacorrientes para uso general.
- Para el grado de electrificación "Medio": como mínimo tres circuitos, donde por lo menos uno será de iluminación y uno de tomacorrientes, ambos de uso general, y el tercero será un circuito de iluminación o de tomacorrientes, de uso general o especial indistintamente.
- Para el grado de electrificación "Elevado": como mínimo cinco circuitos, dos de iluminación para uso general, dos de tomacorrientes para uso general y uno de tomacorrientes para uso especial.
- Para el grado de electrificación "Superior": como mínimo seis circuitos, siendo cuatro para uso general, (donde habrá dos de iluminación y dos de tomacorrientes) y uno de tomacorrientes para uso especial; el sexto circuito es de libre elección.

Tabla 771.8.V – Resumen de los números mínimos de circuitos de las oficinas y locales comerciales construidos originalmente para tal fin

Grado de electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos					
		Variante	Iluminación uso general (IUG)	Tomacorriente uso general (TUG)	Iluminación uso especial (IUE)	Tomacorriente uso especial (TUE)	Circuito de libre elección
Mínimo	2	Única	1	1	---	---	---
Medio	3	a)	1	1	1	---	---
		b)	1	1	---	1	---
		c)	2	1	---	---	---
		d)	1	2	---	---	---
Elevado	5	Única	2	2	---	1	---
Superior	6	Única	2	2	---	1	1

*Nota: Se deberá adicionar el circuito de libre elección para completar el número mínimo requerido por el grado de electrificación determinado. La denominación de libre elección se refiere a la posibilidad del empleo de cualquiera de los circuitos tipificados en 771.7.6 a), b) y c) (IUG, TUG, IUE, TUE, MBTF, APM, ATE, MBTS, ACU, ITE y OCE).



771.8.3.2.3: Número mínimo de puntos de utilización en las oficinas y locales comerciales construidos originalmente para tal fin

771.8.3.2.3.1: Grados de electrificación "Mínimo" y "Medio"

Nota: Si en el grado de electrificación media, se optara por la inclusión de un circuito IUE o TUE, quedará a criterio del proyectista la ubicación de los puntos de utilización correspondientes.

- a) Salón general: una boca para iluminación de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas).
- b) Sala de reuniones: una boca para iluminación de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas).
- c) Despacho privado: una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- d) Cocina: una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- e) Baño: una boca para iluminación de uso general y una boca para tomacorrientes de uso general. Para toilette ver 771.8.5 n).
- f) Vestíbulo o recepción: una boca para iluminación de uso general cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general cada 18 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca).
- g) Pasillo: una boca para iluminación de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca) y para pasillos de longitudes superiores a los 2 m., una boca para tomacorrientes de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca).

771.8.3.2.3.2: Grado de electrificación "Elevado" y "Superior"

- a) Salones generales: una boca para iluminación de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas), más una boca para tomacorrientes de uso especial por cada 18 m, o fracción, de perímetro del salón general.
- b) Salas de reuniones, conferencias, microcine, o para usos similares: una boca para iluminación de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca); una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas) y una boca para tomacorrientes de uso especial.
- c) Despacho privado: una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- d) Cocina: dos bocas para iluminación de uso general y tres bocas para tomacorrientes de uso general. Si está prevista la instalación de artefactos electrodomésticos de ubicación fija se instalará un tomacorriente para cada uno de ellos, más una boca para tomacorrientes de uso especial que puede dedicarse a alimentar uno de estos electrodomésticos de ubicación fija.
- e) Baño: una boca para iluminación de uso general por cada 18 m² de superficie y dos bocas para tomacorrientes de uso general, una de ellas libre, pudiendo estar la otra dedicada a la alimentación de artefactos de ubicación fija. Para toilette ver 771.8.5 n).
- f) Vestíbulo o recepción: una boca para iluminación de uso general cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca), una boca para tomacorrientes de uso general cada 18 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso especial.
- g) Pasillo: una boca para iluminación de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción, de longitud (como mínimo una boca) y para pasillos de longitudes superiores a los 2 m., una boca para tomacorrientes de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción, (como mínimo una boca).



771.8.3.2.3: Número mínimo de puntos de utilización en las oficinas y locales comerciales construidos originalmente para tal fin

771.8.3.2.3.1: Grados de electrificación "Mínimo" y "Medio"

Nota: Si en el grado de electrificación media, se optara por la inclusión de un circuito IUE o TUE, quedará a criterio del proyectista la ubicación de los puntos de utilización correspondientes.

- a) Salón general: una boca para iluminación de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas).
- b) Sala de reuniones: una boca para iluminación de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas).
- c) Despacho privado: una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- d) Cocina: una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- e) Baño: una boca para iluminación de uso general y una boca para tomacorrientes de uso general. Para toilette ver 771.8.5 n.
- f) Vestíbulo o recepción: una boca para iluminación de uso general cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general cada 18 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca).
- g) Pasillo: una boca para iluminación de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca) y para pasillos de longitudes superiores a los 2 m., una boca para tomacorrientes de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción (como mínimo una boca).

771.8.3.2.3.2: Grado de electrificación "Elevado" y "Superior"

- a) Salones generales: una boca para iluminación de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas), más una boca para tomacorrientes de uso especial por cada 18 m, o fracción, de perímetro del salón general.
- b) Salas de reuniones, conferencias, microcine, o para usos similares: una boca para iluminación de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca); una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo dos bocas) y una boca para tomacorrientes de uso especial.
- c) Despacho privado: una boca para iluminación de uso general y dos bocas para tomacorrientes de uso general.
- d) Cocina: dos bocas para iluminación de uso general y tres bocas para tomacorrientes de uso general. Si está prevista la instalación de artefactos electrodomésticos de ubicación fija se instalará un tomacorriente para cada uno de ellos, más una boca para tomacorrientes de uso especial que puede dedicarse a alimentar uno de estos electrodomésticos de ubicación fija.
- e) Baño: una boca para iluminación de uso general por cada 18 m² de superficie y dos bocas para tomacorrientes de uso general, una de ellas libre, pudiendo estar la otra dedicada a la alimentación de artefactos de ubicación fija. Para toilette ver 771.8.5 n.
- f) Vestíbulo o recepción: una boca para iluminación de uso general cada 9 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca), una boca para tomacorrientes de uso general cada 18 m², o fracción, de superficie (como mínimo una boca) y una boca para tomacorrientes de uso especial.
- g) Pasillo: una boca para iluminación de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción, de longitud (como mínimo una boca) y para pasillos de longitudes superiores a los 2 m., una boca para tomacorrientes de uso general por cada 5 m de longitud, o fracción, (como mínimo una boca).



Tabla 771.8.VI – Resumen de los puntos mínimos de utilización en oficinas y locales comerciales proyectados originalmente para tal fin (ver texto en 771.8.3.2.3.1 y 771.8.3.2.3.2)

Ambiente	Grado de electrificación	Puntos mínimos de utilización		
		IUG	TUG	TUE
Salón general	Mínimo	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (mínimo una boca)	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (mínimo dos bocas)	---
	Medio			Una boca cada 18 m de perímetro o fracción
	Elevado y Superior			---
Sala de reuniones, conferencias, microcines o usos similares	Mínimo y Medio	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (mínimo una boca)	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (mínimo dos bocas)	---
	Elevado y Superior			Una boca
Despacho privado	Mínimo y Medio	Una boca	Dos bocas	---
	Elevado y Superior			---
Cocina	Mínimo y Medio	Una boca	Dos bocas	---
	Elevado y Superior	Dos bocas	Tres bocas más un tomacorriente por cada electrodoméstico de ubicación fija	Una boca (puede estar dedicada a un electrodoméstico de ubicación fija)
Baño (para toilette ver <u>771.8.5 n</u>)	Mínimo y Medio	Una boca	Una boca	---
	Elevado y Superior	Una boca cada 18 m ² de superficie o fracción	Dos bocas (una de ellas libre)	---
Vestíbulo o recepción	Mínimo y Medio	Una boca cada 9 m ² de superficie o fracción (mínimo una boca)	Una boca cada 18 m ² de superficie o fracción (mínimo una boca)	---
	Elevado y Superior			Una boca
Pasillo	Mínimo y Medio	Una boca cada 5 m de longitud o fracción (mínimo una boca)	Una boca cada 5 m de longitud o fracción, para pasillos de L > 2m	---
	Elevado y Superior			---



771.8.3.3: Locales dedicados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables

Nota: Los conceptos vinculados con los riesgos de incendio, combustión, deflagración, etc. están tratados en el Capítulo 42 de AEA 90364. La clasificación de que un local está expuesto a riesgos de incendio deberá ser determinada el responsable de Higiene y Seguridad en el Trabajo del establecimiento.

Esta cláusula se refiere exclusivamente al límite de aplicación de las zonas del inmueble destinadas a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables. En las subcláusulas siguientes se indican los valores de superficie que deben ser utilizados por el proyectista para efectuar los cálculos de iluminación correspondientes, a fin de cumplimentar los valores mínimos de los niveles de iluminación para cada tipo de establecimiento y los niveles de uniformidad, establecidos por los decretos reglamentarios N° 351/79 y 911/96 de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, respetando además la máxima cantidad de bocas por circuito y la mínima cantidad de circuitos prescriptos en esta cláusula.

Para el tratamiento de las zonas del inmueble destinadas a oficinas y locales de venta se deberá referir a 771.8.3.2; para aquellas zonas del inmueble destinadas eventualmente a vivienda (encargados, caseros, etc.) se deberá referir a 771.8.2. Los baños deberán responder a lo señalado en AEA 90364-7-701.

771.8.3.3.1: Grados de electrificación de inmuebles destinados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables

771.8.3.3.1.1: Grado de electrificación "Mínimo"

Corresponde a locales cuya superficie no es mayor que 300 m².

771.8.3.3.1.2: Grado de electrificación "Medio"

Corresponde a locales cuya superficie es mayor a 300 m² y hasta 2000 m².

771.8.3.3.1.3: Grado de electrificación "Elevado"

Corresponde a locales cuya superficie es mayor a 2000 m² y hasta 5000 m².

771.8.3.3.1.4: Grado de electrificación "Superior"

Corresponde a locales cuya superficie es mayor que 5000 m².

Tabla 771.8.VII – Resumen de los grados de electrificación de inmuebles destinados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)
Mínimo	hasta 300 m ²
Medio	más de 300 m ² hasta 2000 m ²
Elevado	más de 2000 m ² hasta 5000 m ²
Superior	más de 5000 m ²

771.8.3.3.2: Número mínimo de circuitos en inmuebles destinados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables

Nota: Para la clasificación de las líneas y de los circuitos, véase 771.7.

La instalación eléctrica del inmueble tendrá el tipo y número mínimo de circuitos de acuerdo con el grado de electrificación determinado, según se indica a continuación:

- Para el grado de electrificación "Mínimo": como mínimo tres circuitos, siendo uno de iluminación para uso general, otro de tomacorrientes para uso general y para el tercero puede optarse por un circuito de iluminación o tomacorrientes, de uso general o especial.
- Para el grado de electrificación "Medio": como mínimo cinco circuitos, siendo dos de iluminación de uso general, dos de tomacorrientes de uso general y el quinto será un circuito de iluminación o de tomacorrientes de uso especial.
- Para el grado de electrificación "Elevado": como mínimo siete circuitos, siendo seis de uso general (como mínimo tres IUG y dos TUG) y uno de tomacorrientes para uso especial.
- Para el grado de electrificación "Superior": como mínimo once circuitos, siendo por lo menos diez para uso general (como mínimo seis IUG y tres TUG) y uno de tomacorrientes para uso especial.

Grado de electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos				
		Variante	Iluminación uso general (IUG)	Tomacorriente uso general (TUG)	Iluminación uso especial (IUE)	Tomacorriente uso especial (TUE)
Mínimo	3	a)	1	1	1	
		b)	1	1	---	1
		c)	2	1	---	---
		d)	1	2	---	---
Medio	5	a)	2	2	1	---
		b)	2	2	---	1
Elevado	7	a)	4	2	---	1
		b)	3	3	---	1
Superior	11	a)	7	3	---	1
		b)	6	4	---	1

771.8.3.3.3: Número mínimo de puntos de utilización en inmuebles destinados a depósito, transformación o elaboración de sustancias no inflamables

771.8.3.3.3.1: Grado de electrificación "Mínimo" (superficies hasta 300 m²)

Salón general:

a) Iluminación:

- a1) Para una altura de luminarias entre 2,5 m y 3,5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 15 m², o fracción de superficie (como mínimo dos bocas).
- a2) Para una altura de luminarias entre 3,5 y 5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 25 m², o fracción de superficie (como mínimo dos bocas).
- a3) Para una altura de luminarias superior a los 5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 35 m², o fracción de superficie (como mínimo dos bocas).

- b) Tomacorrientes: una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m, o fracción, de perímetro (como mínimo dos bocas). Cuando las condiciones de la construcción lo permitan, los tomacorrientes deberán estar distribuidos en las paredes del local.

771.8.3.3.3.2: Grado de electrificación "Medio" (superficies de más de 300 m² y hasta 2000 m²)

Salón general:

a) Iluminación:

- a1) Para una altura de luminarias entre 2,5 m y 3,5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 15 m², o fracción de superficie (como mínimo 8 bocas).
- a2) Para una altura de luminarias entre 3,5 y 5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 32 m², o fracción de superficie (como mínimo 8 bocas).
- a3) Para una altura de luminarias superior a 5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 55 m², o fracción de superficie (como mínimo 8 bocas).

- b) Tomacorrientes: una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m, o fracción, de perímetro (como mínimo dos bocas) y una boca para tomacorrientes de uso especial cada 18 m, o fracción, de perímetro (como mínimo una boca), si se hubiese optado por este tipo de circuito. Cuando las condiciones de la construcción lo permitan, los tomacorrientes deberán estar distribuidos en las paredes del local.



771.8.3.3.3: Grado de electrificación "Elevado" (superficies de más de 2000 m² hasta 5000 m²)

Salón general:

a) Iluminación:

- a1) Para una altura de luminarias entre 2,5 m y 3,5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 15 m², o fracción de superficie (como mínimo 36 bocas).
- a2) Para una altura de luminarias entre 3,5 y 5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 32 m², o fracción de superficie (como mínimo 36 bocas).
- a3) Para una altura de luminarias superior a 5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 55 m², o fracción de superficie (como mínimo 36 bocas).

- b) Tomacorrientes: una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m, o fracción, de perímetro (como mínimo dos bocas) y una boca para tomacorrientes de uso especial cada 18 m, o fracción, de perímetro (como mínimo una boca). Cuando las condiciones de la construcción lo permitan, los tomacorrientes deberán estar distribuidos en las paredes del local.

771.8.3.3.4: Grado de electrificación "Superior" (superficies mayores a 5000 m²)

Salón general:

a) Iluminación:

- a1) Para una altura de luminarias entre 2,5 m y 3,5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 15 m², o fracción de superficie (como mínimo 90 bocas).
- a2) Para una altura de luminarias entre 3,5 y 5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 32 m², o fracción de superficie (como mínimo 90 bocas).
- a3) Para una altura de luminarias superior a 5 m, una boca de iluminación para uso general por cada 55 m², o fracción de superficie (como mínimo 90 bocas).

- b) Tomacorrientes: una boca para tomacorrientes de uso general por cada 9 m, o fracción, de perímetro (como mínimo dos bocas) y una boca para tomacorrientes de uso especial cada 18 m, o fracción, de perímetro (como mínimo una boca). Cuando las condiciones de la construcción lo permitan, los tomacorrientes deberán estar distribuidos en las paredes del local.

771.8.3.4: Locales destinados a garajes con solados a nivel de calle o por encima de ésta

Nota: Esta cláusula se refiere exclusivamente a la zona del inmueble destinada a garaje (local donde pueden estar estacionados más de tres vehículos al mismo tiempo); para el tratamiento de las zonas del inmueble destinadas a oficinas y locales de venta se deberá referir a [771.8.3.2](#) y para aquellas zonas del inmueble destinadas eventualmente a vivienda (encargados, caseros, etc.) se deberá referir a [771.8.2](#).

Las bocas de tomacorrientes y elementos de maniobra y protección deberán estar ubicados a una altura mínima de 1,5 m sobre el nivel de solado.

Las instalaciones a la vista deberán ser metálicas.

771.8.3.4.1: Grado de electrificación en locales destinados a garajes con solados a nivel de calle o por encima de ésta

Se aplicarán los correspondientes a la cláusula [771.8.3.3.1](#) "Grados de electrificación de inmuebles destinados a depósito o almacenamiento de sustancias no inflamables".

771.8.3.4.2: Número mínimo de circuitos en locales destinados a garajes con solados a nivel de calle o por encima de ésta

Se aplicarán los correspondientes a la cláusula [771.8.3.3.2](#) "Número mínimo de circuitos en inmuebles destinados a depósito o almacenamiento de sustancias no inflamables".

771.8.3.4.3: Número mínimo de puntos de utilización en locales destinados a garajes con solados a nivel de calle o por encima de éste

Se aplicarán los correspondientes a la cláusula [771.8.3.3.3](#) "Puntos mínimos de utilización en inmuebles destinados a depósito o almacenamiento de sustancias no inflamables".



771.8.3.5: Locales destinados a garajes con solados por debajo del nivel de calle

En estudio.

771.8.3.6: Locales de otras características

A los efectos de esta Reglamentación la clasificación de locales de otras características se refiere a aquellos inmuebles en los que no resulta de aplicación establecer una cantidad mínima de puntos de utilización, la que es prerrogativa de los proyectistas eléctricos, en función del uso previsto, destacándose que la cantidad de dichos puntos mínimos de utilización deberán ser la suficiente para alcanzar el nivel mínimo de iluminación, requerido por los decretos reglamentarios de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Es aplicable a los siguientes establecimientos:

Locales destinados a templos, auditorios, salas de conferencias y congresos, teatros, cinematógrafos, microcines, salones para fiestas, locales bailables, discotecas, boliches, salas de exposición fijas, museos, casinos, pensiones, gimnasios, cuarteles, piscinas cubiertas, pistas de patinaje, salas para velatorios y locales con similares destinos, tanto solos, como dentro de inmuebles para otro destino principal.

Esta cláusula se refiere a las instalaciones de iluminación de uso general y especial y tomacorrientes de uso general y especial y no incluye las instalaciones propias de iluminación artística, sistemas acústicos u otros de efectos especiales, tanto fijos como temporarios.

Si a estos locales les correspondiesen, por la cantidad de personas y condiciones de evacuación (clasificación BD), ser considerados como locales o lugares de pública concurrencia, las canalizaciones, cables y conductores y los sistemas de emergencia deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 718 (en estudio) de esta Reglamentación.

Nota: Esta cláusula se refiere exclusivamente a la zona del inmueble con los destinos mencionados; el tratamiento de las zonas del inmueble eventualmente destinadas a oficinas y locales de venta se deberá referir a [771.8.3.2](#) y para aquellas zonas del inmueble destinadas eventualmente a vivienda (encargados, caseros, etc.) se deberá referir a [771.8.2](#).

771.8.3.6.1: Grados de electrificación de locales de otras características

771.8.3.6.1.1: Grado de electrificación "Mínimo"

Corresponde a locales cuya superficie no es mayor que 300 m², en los que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 6,7 kVA.

771.8.3.6.1.2: Grado de electrificación "Medio"

Corresponde a locales cuya superficie es mayor a 300 m² y hasta 2000 m², en los que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 10 kVA.

771.8.3.6.1.3: Grado de electrificación "Elevado"

Corresponde a locales cuya superficie es mayor a 2000 m² y hasta 5000 m², en los que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es de hasta 14,5 kVA.

771.8.3.6.1.4: Grado de electrificación "Superior"

Corresponde a locales cuya superficie es mayor que 5000 m², en los que la demanda de potencia máxima simultánea calculada es mayor que 14,5 kVA.

Tabla 771.8.IX – Resumen de los grados de electrificación de locales de otras características

Grado de electrificación	Superficie (límite de aplicación)	Demanda de potencia máxima simultánea calculada (sólo para determinar el grado de electrificación)
Mínimo	hasta 300 m ²	hasta 6,7 kVA
Medio	más de 300 m ² hasta 2000 m ²	hasta 10 kVA
Elevado	más de 2000 m ² hasta 5000 m ²	hasta 14,5 kVA
Superior	más de 5000 m ²	más de 14,5 kVA



771.8.3.6.2: Número mínimo de circuitos en locales de otras características

Nota: Para la clasificación de los circuitos y las líneas, véase 771.7.

La instalación eléctrica del inmueble tendrá el tipo y número mínimo de circuitos de acuerdo con el grado de electrificación determinado, según se indica a continuación:

- Para el grado de electrificación "Mínimo": como mínimo tres circuitos, siendo dos de iluminación para uso general y el otro de tomacorrientes para uso general.
- Para el grado de electrificación "Medio": como mínimo cuatro circuitos, donde por lo menos dos serán de iluminación y uno de tomacorrientes, ambos de uso general y el cuarto será un circuito de iluminación o de tomacorrientes, de uso general o especial indistintamente.
- Para el grado de electrificación "Elevado": como mínimo seis circuitos, tres de iluminación para uso general, dos de tomacorrientes para uso general y uno de tomacorrientes para uso especial.
- Para el grado de electrificación "Superior": como mínimo ocho circuitos, siendo seis para uso general, (donde habrá cuatro de iluminación y dos de tomacorrientes) y uno de tomacorrientes para uso especial; el octavo circuito es de libre elección.

Se destaca que, para todos los grados de electrificación, por lo menos dos de los circuitos de iluminación deberán depender de interruptores diferenciales diferentes.

Tabla 771.8.X – Resumen de los números mínimos de circuitos en locales de otras características

Grado de electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos				
		Variante	Iluminación uso general (IUG)	Tomacorriente uso general (TUG)	Iluminación uso especial (IUE)	Tomacorriente uso especial (TUE)
Mínimo	3	Única	2	1	---	---
Medio	4	a)	2	1	1	---
		b)	2	1	---	1
		c)	3	1	---	---
		d)	2	2	---	---
Elevado	6	Única	3	2	---	1
Superior	8	Única	4	2	---	1

*Nota: Se deberá adicionar el circuito de libre elección para completar el número mínimo requerido por el grado de electrificación determinado. La denominación de libre elección se refiere a la posibilidad del empleo de cualquiera de los circuitos tipificados en 771.7.6 a), b) y c) (IUG, TUG, IUE, TUE, MBTF, APM, ATE, MBTS, ACU, ITE y OCE).

771.8.3.7: Espacios comunes integrantes de un inmueble

A los efectos de esta Reglamentación la clasificación de espacios comunes integrantes de un inmueble se refiere a aquellas zonas en los que no resulta de aplicación establecer un grado de electrificación (el grado de electrificación será el del inmueble) ni una cantidad mínima de puntos de utilización, la que es prerrogativa de los proyectistas eléctricos, en función del uso previsto. Se destaca que la cantidad de dichos puntos mínimos de utilización deberá ser la suficiente para alcanzar el nivel mínimo de iluminación, requerido por los decretos reglamentarios de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

Se consideran espacios comunes integrantes de un inmueble a recepciones, vestíbulos principales o de distribución, pasillos, zonas de tránsito de público y salas de espera en: centros comerciales (shoppings), hospitales, sanatorios, ambulatorios, estaciones de viajeros de transporte terrestre (a nivel y subterráneo), marítimo, fluvial y aéreo, hoteles, hostales y locales con similares destinos.



Esta cláusula se refiere a las instalaciones de iluminación de uso general y especial y tomacorrientes de uso general y especial y no incluye otras instalaciones, fijas o temporarias, que son proyectadas para un funcionamiento específico.

Si a los inmuebles, a los que pertenecen estos espacios, les correspondiesen, por la cantidad de personas y condiciones de evacuación (clasificación BD), ser considerados como locales o lugares de pública concurrencia, las canalizaciones, cables y conductores y los sistemas de emergencia deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 718 (en estudio) de esta Reglamentación.

Como mínimo deberá preverse iluminación de emergencia de acuerdo con los requisitos exigidos por la Norma IRAM-AADL J2027.

Para la alimentación de los circuitos de iluminación de emergencia podrán utilizarse los siguientes criterios:

- Quando las luminarias para la iluminación de emergencia sean del tipo **NO** autónomo (alimentación desde un equipo central de emergencia), las mismas serán alimentadas por medio de circuitos dedicados independientes de aquellos pertenecientes a la alimentación normal.
- Quando las luminarias para la iluminación de emergencia sean del tipo autónomo, las mismas podrán ser alimentadas desde el circuito de iluminación normal de la zona del inmueble que sirven o por un circuito de iluminación dedicado independiente.

Nota: Esta cláusula se refiere exclusivamente a la zona del inmueble con los destinos mencionados; el tratamiento de las zonas del inmueble eventualmente destinadas a oficinas y locales de venta se deberá referir a [771.8.3.2](#) y para aquellas zonas del inmueble destinadas eventualmente a vivienda (encargados, caseros, etc.) se deberá referir a [771.8.2](#).

771.8.3.7.1: Grados de electrificación en espacios comunes integrantes de un inmueble

No aplicable

771.8.3.7.2: Número mínimo de circuitos en espacios comunes integrantes de un inmueble

Nota: Para la clasificación de los circuitos y las líneas, véase [771.7](#).

La cantidad mínima de circuitos en los espacios comunes integrantes de un inmueble, será función de su superficie y surgirán de la siguiente tabla:

Tabla 771.8.XI – Números mínimos de circuitos en espacios comunes integrantes de un inmueble

Superficie	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos				
		Variante	Iluminación uso general (IUG)	Tomacorriente uso general (TUG)	Iluminación uso especial (IUE)	Tomacorriente uso especial (TUE)
Hasta 30 m ²	2	Única	1	1	---	---
Más de 30 m ² y hasta 75 m ²	3	a)	1	1	1	---
		b)	1	1	---	1
		c)	2	1	---	---
		d)	1	2	---	---
Más de 75 m ² y hasta 150 m ²	5	Única	2	2	---	1
Más de 150 m ²	6 *	Única	2	2	---	1

*Nota: Se deberá adicionar el circuito de libre elección para completar el número mínimo requerido. La denominación de libre elección se refiere a la posibilidad del empleo de cualquiera de los circuitos tipificados en [771.7.6](#) a), b) y c) (IUG, TUG, IUE, TUE, MBTF, APM, ATE, MBTS, ACU, ITE y OCE).

771.8.4: Establecimientos educacionales

Se consideran establecimientos educacionales a escuelas, colegios, universidades, jardines maternas, academias de enseñanza, talleres de capacitación y todo aquel lugar donde se practique el arte de la enseñanza.

A los efectos de esta Reglamentación se considerarán de este modo a aquellos edificios proyectados y construidos para este fin, como así también aquellos existentes y refaccionados o adaptados para establecimientos educacionales.



Las instalaciones eléctricas de los inmuebles educacionales deberán cumplir con los siguientes requisitos, además de los indicados en las cláusulas generales en lo que les sea aplicable:

- a) Deberán tener semáforo de señalización óptica y acústica para indicar la salida de los alumnos.
- b) Los inmuebles educacionales con más de dos recintos destinados a la función de aula, deberán poseer alimentación trifásica con neutro.
- c) En los inmuebles de más de una planta, deberá preverse un tablero seccional, como mínimo, por piso.
- d) Todos los tableros deberán ser instalados 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.
- e) 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.
- f) 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.
- g) No se permite la utilización de fusibles como protección de circuitos.
- h) En las aulas se deberá instalar una boca 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.
- i) Las luminarias de las aulas no deberán llevar las lámparas a la vista, razón por la cual deberán estar protegidas con una cubierta de material sintético traslúcida o transparente, o bien con rejilla protectora (louver).
- j) En las aulas se deberán prever dos bocas para tomacorrientes de 2x10+T, con dos tomacorrientes por cada una de ellas, sobre la pared del pizarrón.

Una de estas bocas deberá ubicarse entre 0,2 y 0,4 m del nivel del solado terminado, debajo del pizarrón o en su cercanía (para equipos de computación y/o proyección) y la restante por encima del pizarrón, a 2,3 m del nivel del solado terminado o de no ser posible en una ubicación cercana (para equipos de video o TV).

Se recomienda, si no está contemplado en el proyecto previo, adicionar una boca para tomacorrientes de 2x10+T, con dos tomacorrientes, ubicada sobre cada pared no ocupada por el pizarrón principal, a una altura de 2,3 m del nivel del solado terminado (por ejemplo para ventiladores).

En las aulas o locales previstos o destinados a constituirse como Jardines Maternales, Jardines de Infantes (Ciclo Inicial) o aulas para el Ciclo Básico, no se instalarán bocas de tomacorrientes a alturas inferiores a los 1,7 m medidos desde el nivel del solado terminado.

- k) Todos los tomacorrientes serán de 2x10+T contruidos según Norma IRAM 2071 y deberán llevar pantalla de protección a la inserción de cuerpos extraños (según lo establecido para ese punto por IEC 60884-1).
- l) Cada aula debe estar alimentada por dos circuitos de iluminación IUG (que podrán ser compartidos con otras aulas siempre que no se supere la cantidad de bocas y corriente establecida para estos circuitos). Se recomienda contemplar esta prescripción para los pasillos y sanitarios de alumnos.
- m) Cada aula debe estar alimentada por dos circuitos de tomacorrientes TUG (que podrán ser compartidos con otras aulas siempre que no se supere la cantidad de bocas y corriente establecida para estos circuitos).
- n) 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 más equilibrado posible con una adecuada distribución de circuitos.
- o) 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.
- p) Las instalaciones de iluminación exterior deberán cumplir con lo establecido en 771-B.8. Las luminarias deberán poseer un grado de protección mínimo IP44 cuando los riesgos de polución no son elevados y si las luminarias se encuentran a más de 2,50 m por encima del nivel del solado o no están expuestas a chorros de agua. En caso contrario deberán ser IP55.



- q) Las luminarias a instalar en patios de juego o gimnasios interiores deben incorporar una pantalla metálica de protección mecánica (rejilla) que las proteja de los impactos.
- r) Las instalaciones de iluminación de gimnasios, patios de juego, campos de deporte, etc. deben ser alimentadas y protegidas por circuitos independientes que podrán ser IUE, ITE u OCE con las características que se han definido para cada uno de estos circuitos.
- s) En los casos en que el establecimiento educativo disponga de laboratorios de computación, la alimentación y la protección será realizada por circuitos independientes de los de las aulas y de otras dependencias, debiéndose tener en cuenta que se recomienda no conectar más de 10 computadoras por cada circuito, debido a que una mayor cantidad puede producir disparos intempestivos en los interruptores diferenciales.
- t) En todo establecimiento educativo se debe prever iluminación de emergencia de escape con luminarias y señalizadores autónomos, debiéndose cumplir con lo establecido en la Norma IRAM-AADL J 2027. La alimentación y protección 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.
- u) Las instalaciones de iluminación de pasillos, circulaciones y escaleras deben responder a lo establecido en esta Sección (ver 771.8.5).

771.8.5: Criterios generales

- a) Las bocas de tomacorrientes de uso general o especial pueden contener un máximo de dos tomacorrientes para cajas rectangulares (50 mm x 100 mm), o de cuatro tomacorrientes para cajas cuadradas (100 mm x 100 mm). Pueden utilizarse otros tipos de cajas, pero el número máximo de tomacorrientes por boca es de cuatro (4); superada esta cantidad, el número de bocas a computar a los efectos del grado de electrificación, será el número de tomacorrientes dividido cuatro. La fracción será considerada como una boca.
- b) Los artefactos de iluminación pueden ser luminarias, con una o más lámparas, conectadas a una boca. Si la carga fuese superior a los 10 A, podrá optarse por un circuito de iluminación de uso especial (IUE) hasta un consumo de 20 A. Si fuese superior se deberá utilizar un circuito de carga única (ACU) u otros circuitos específicos (OCE).
- c) Los ventiladores de techo o extractores de aire podrán cargarse a los circuitos de iluminación para uso general o especial, ya sea conectados en forma fija o por medio de tomacorrientes. A los efectos del cálculo de la demanda, ver 771.9, cualquiera de ellos se computará como una boca de iluminación.
- d) Los ambientes del tipo escritorio, estudio, biblioteca, o similares, en viviendas, tendrán el mismo tratamiento que las salas de estar y comedor.
- e) Los ambientes dedicados a garaje de vivienda u oficina (con capacidad para tres vehículos como máximo), "hall" de distribución o de recepción, galería, balcón - terraza semicubierto, vestidor, o donde se realicen actividades similares, tendrán el mismo tratamiento que el vestíbulo.
- f) Los ambientes dedicados a comedor-diario, o donde se realicen actividades similares, tendrán el mismo tratamiento que las salas de estar y comedor.
- g) Las escaleras y rampas deberán tener como mínimo una boca de iluminación para uso general cada 5 m de longitud, o fracción, o bien en cada descanso.
- h) Los balcones, atrios ("porches"), o pasillos externos, que sólo requieran iluminación y donde la(s) boca(s) no estén a la intemperie, podrán asimilarse al pasillo tal como se lo trata para el grado de electrificación mínimo.
- i) Los requisitos de instalación en cuartos de baño, cocinas, lavaderos o similares están establecidos en la Parte 7, Sección 701.
- j) La alimentación de las fuentes de circuitos de comunicación, portería, timbres, o similares, podrá realizarse a través de circuitos de iluminación de uso general o especial, en función de la demanda de potencia correspondiente; en este caso, a los efectos del cálculo de la demanda, se le asignará la potencia correspondiente a una boca de iluminación por cada fuente alimentada y cada uno de estos puntos se considerará como una boca, a efectos de la cantidad total que posee el circuito. Si se optara por manejarlos como circuito para uso específico, se admitirá que el mismo circuito alimente a todas las fuentes de este tipo en tanto la suma de sus potencias nominales no sea mayor que 2200 VA.

Toda parte metálica de timbres, porteros eléctricos, alarmas, etc., alimentados por MBTF, deberá estar conectada a tierra. El conductor de protección acompañará a los circuitos de MBTF. En cambio cuando dichos circuitos estén alimentados en MBTS por transformadores de seguridad certificados, que cumplan con IEC 61558-2-6, las masas de los circuitos así alimentados **NO** deberán conectarse a tierra.



- k) Cuando las fuentes sean de muy baja tensión, hasta 24 V, deberán tener un transformador con primario y secundario independientes. No se permitirá el uso de autotransformadores. Así implementados estos circuitos se considerarán como de muy baja tensión funcional (MBTF) o de muy baja tensión sin puesta a tierra (MBTS), según se ajusten a las prescripciones de uno u otro tipo de circuito (ver 771.18.2).
- l) Los circuitos de comando (interruptores accionados a flotante, señalizaciones, alarmas, etc.) en ambientes mojados, incluyendo aquellos donde se encuentran los tanques cisterna y elevado, serán alimentados con muy baja tensión sin puesta a tierra (MBTS).
- m) En el ámbito de cocinas y lavaderos se consideran como electrodomésticos de ubicación fija a: heladeras, freezers, extractores de humo, lavavajillas, hornos a microondas, hornos eléctricos, cocinas eléctricas, cocinas, anafes y hornos a gas que requieran alimentación eléctrica, máquinas lavarropas, secarropas, máquinas fijas para planchado, etc.
- n) A los efectos de esta Reglamentación se considera como toilette a un cuarto de baño que no posee bañera o receptáculo para ducha. En estos ambientes el tomacorriente requerido en los puntos mínimos de utilización podrá cargarse al circuito de iluminación. Ver requisitos de ejecución en la Parte 7 Sección 701.
- o) Las cajas instaladas en losa, para el uso de paso, derivación o paso y derivación, serán consideradas como bocas y contarán para el grado de electrificación, si sus medidas alcanzan los 100 x 100 mm inclusive. Medidas superiores no se contarán como boca, y por ende, no sumarán en los circuitos correspondientes.
- p) Si luego de cumplimentado lo indicado para los puntos mínimos de utilización en 771.8.1, 771.8.2, 771.8.3 y 771.8.4, fuera necesario instalar bocas de salida mixtas (interruptor de efecto y un tomacorriente), el tomacorriente de las mismas, deberá estar conectado al circuito de iluminación presente en la caja e identificado unívocamente y en forma indeleble con el siguiente ideograma (N° 5012 de IEC 60417). Este mismo criterio puede utilizarse, de ser necesario, para los circuitos IUE, en cuyo caso no se deberá superar el número máximo de bocas.



Nota: A la fecha de la edición de la presente Sección de la Reglamentación se encuentra en estudio la incorporación del mismo ideograma en la norma de producto IRAM 2071.

A los efectos del cálculo de la demanda de potencia máxima simultánea debe asignarse el valor indicado en 771.9.1 y, a efectos de establecer la máxima cantidad de bocas por circuito, estas bocas de salida mixtas deberán computarse como una boca.

No se permite la instalación de bocas de tomacorrientes conectadas al circuito de iluminación, situadas a menos de 0,90 m del nivel del solado terminado. Si hubiera necesidad de instalar bocas de tomacorrientes comandadas por interruptores de efecto a alturas inferiores a 0,90 m del nivel del solado terminado, éstas deberán pertenecer al circuito de tomacorrientes; en tal caso los interruptores de efecto para comando de tomacorrientes no podrán compartir la caja con interruptores de efecto del circuito de iluminación, debiendo instalarse en cajas separadas o en la caja en que se encuentra el tomacorriente comandado. Deberá coordinarse la capacidad de corte de los interruptores de efecto con la intensidad correspondiente a los tomacorrientes por ellos comandados.

- q) En las instalaciones trifásicas se procurará mantener el sistema lo más equilibrado posible, mediante una adecuada distribución de las cargas.
- r) Cuando la vivienda posea una kitchenette, ésta deberá tener como mínimo e independientemente de los puntos mínimos de utilización del ambiente donde está ubicada, una boca de iluminación sobre la zona de la kitchenette (puede ser bajo la cenefa) y dos bocas para tomacorrientes de uso general más un tomacorriente para artefactos de ubicación fija.
- s) En los baños o lugares similares donde existan bañeras de hidromasajes, éstas deberán cumplir con IEC 60335-2-60. La alimentación a dichas bañeras deberá realizarse en forma fija y permanente desde un circuito ACU empleándose para su protección un interruptor automático termomagnético asociado a un interruptor diferencial de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, debiendo estar, este ID, afectado en forma exclusiva a la protección del circuito del hidromasaje. El volumen debajo de la bañera se lo considera como Zona 1 y la alimentación al equipo de hidromasaje sólo puede efectuarse en forma fija y permanente mediante cañería aislante con conexión que ofrezca como mínimo un grado de protección IP X5. En Zona 1 sólo pueden efectuarse alimentaciones en forma fija, no estando permitido el empleo de tomacorrientes para tensiones superiores a 24 V c.a.
- t) Cuando en una instalación exista cañería que vincule el tablero principal con un primer tablero seccional, dicha cañería deberá ser de diámetro mínimo R19 (3/4") incluyéndose en esta prescripción también a las cañerías instaladas en columnas montantes. Se deberá tener en cuenta además la superficie interior de los caños según lo indicado en 771.12.3.3.4 e.



771.8.6: Ubicaciones para los tomacorrientes y para los interruptores de efecto

Nota: Para garajes y establecimientos escolares se establecen ubicaciones diferentes.

771.8.6.1: **Altura y ubicación de los interruptores de efecto**

Los interruptores de efecto adyacentes a las puertas de acceso a los diferentes ambientes, se deberán instalar en cajas, cuya arista más cercana al marco deberá estar ubicada a no más de 0,15 m del borde exterior del marco que aloja el cerradero en el que penetra el pestillo y cuyo centro deberá estar ubicado entre 0,9 y 1,3 m del nivel del solado terminado, siendo recomendable la altura de 1,10 m, salvo en aquellos locales a los que acceden personas con capacidades diferentes, en cuyo caso dichas cotas se podrán modificar (consultar el Código de Edificación del distrito o jurisdicción). Es recomendable que en un mismo inmueble se adopte una única altura para la ubicación de los interruptores de efecto.

Los interruptores de efecto se deberán montar de manera tal que cuando se instalan en posición horizontal, se actúe sobre la cara más cercana al marco para su conexión; cuando se instalan en posición vertical, se debe actuar sobre la cara superior para su conexión. En cualquier caso se recomienda el empleo de interruptores que incorporen marcación de conexión.

En el caso de los pasillos interiores de más de 3 m de longitud, se deberán prever interruptores de efecto combinados situados en cada extremo, a no más de 0,15 m del borde exterior del marco o acceso y en cada acceso intermedio de forma tal que la distancia entre interruptores sucesivos no exceda los 6 m.

Cuando dentro del inmueble (vivienda, local u oficina) existan uno o más ascensores, se deberá situar el dispositivo de comando de iluminación a menos de 2 m de toda puerta de ascensor y ser visible desde el umbral de cualquiera de ellas. Se sugiere utilizar interruptores luminosos. Independientemente de su condición de luminosos, se recomienda instalar los interruptores de forma que la tecla de accionamiento quede en posición vertical, actuándose sobre la parte superior para efectuar la conexión.

Es posible también efectuar el comando de la iluminación por medio de sensores de presencia o movimiento.

Los interruptores de efecto podrán ser instalados en los tableros eléctricos como parte integrante de estos últimos, pudiendo pertenecer a cualquier circuito de la instalación.

771.8.6.2: **Altura y ubicación de los tomacorrientes**

Las cajas que albergan los tomacorrientes instalados por encima de los zócalos deben ser ubicadas de forma tal que la arista inferior quede a no menos de 0,15 m del nivel del solado terminado.

Las cajas que contienen los tomacorrientes instalados sobre las mesadas de baños, cocinas y lavaderos o disposiciones similares, además de respetar las distancias respecto a las fuentes de agua (ver Sección 701), se deben ubicar por encima de las mesadas de tal forma que las aristas inferiores de las cajas queden ubicadas a no menos de 0,10 m del nivel de mesada.

En los otros casos podrán ubicarse en cajas adyacentes a las que contienen a los interruptores de efecto, o acompañando a éstos cuando las prescripciones de esta Sección de la Reglamentación lo permitan, o en ubicaciones que respondan a necesidades específicas.

Para las viviendas, donde esta Sección de la Reglamentación considera la presencia de niños (Clasificación BA2, ver nota en [771.11.2](#)), los tomacorrientes instalados a nivel de zócalo o hasta una altura de 0,9 m del nivel del solado terminado deberán ser de 2x10+T construidos según Norma IRAM 2071 y deberán llevar pantalla de protección a la inserción de cuerpos extraños (según lo establecido para ese punto por IEC 60884-1).

Nota: A la fecha de la edición de la presente Sección de la Reglamentación se encuentra en proceso de adopción la norma de producto IRAM NM 60884-1.

En los ambientes donde sea prevea la limpieza por baldeado, los tomacorrientes se deberán ubicar de forma que las cajas que los alojen se sitúen con su arista inferior a no menos de 0,20 m del nivel del solado terminado, pudiéndose emplear en ese caso tomacorrientes con un grado de protección mínimo IP20. Si las bocas estuvieran por debajo de ese nivel, el grado de protección mínimo del conjunto (caja, tomacorriente y tapa) deberá ser IP54.

Se recomienda no instalar los tomacorrientes sobre planos horizontales con sus orificios de conexión verticales y orientados hacia arriba, debido a que pueden perder propiedades dieléctricas por la acumulación de material conductor producido en cada inserción o extracción de la correspondiente ficha.

Los tomacorrientes podrán ser instalados en los tableros eléctricos como parte integrante de estos últimos, pudiendo pertenecer a cualquier circuito de la instalación. Para el cálculo de la cantidad de bocas total del circuito, ver [771.8.5.a](#)).



771.9: Carga total correspondiente a un inmueble

Nota: En toda vivienda, oficina o local (unitarios) la carga total se determinará según se indica 771.9.3 sumando las demandas de potencia máxima simultánea, que determina el grado de electrificación (ver 771.9.1) y la de los circuitos dedicados a cargas específicas (ver 771.9.2), según se detalla a continuación.

771.9.1: Demanda de potencia máxima simultánea para la determinación del grado de electrificación

Nota 1: Con el fin de determinar el grado de electrificación del inmueble, la demanda aquí calculada lo es a los efectos del dimensionamiento de los conductores y los dispositivos de protección y conexionado correspondientes, como así también del número mínimo de circuitos y de puntos de utilización, compatibles con el uso previsto de las instalaciones.

La demanda de potencia máxima simultánea, para el cálculo del grado de electrificación, se calculará sumando la potencia máxima simultánea de cada uno de los circuitos de uso general y especial correspondientes, tomando como mínimo para cada uno de ellos los valores siguientes:

Tabla 771.9.I – Demanda máxima de potencia simultánea

Circuito	Valor mínimo de la potencia máxima simultánea	
	Viviendas	Oficinas y locales
Iluminación para uso general sin tomacorrientes derivados	66 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 150 VA cada uno.	100 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 150 VA cada uno.
Iluminación para uso general con tomacorrientes derivados	2200 VA por cada circuito.	
Tomacorrientes para uso general	2200 VA por cada circuito.	
Iluminación para uso especial	66 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 500 VA cada uno.	100 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 500 VA cada uno.
Tomacorrientes para uso especial	3300 VA por cada circuito.	

Nota 2: Los valores indicados en la tabla precedente deben considerarse como mínimos, debido a la situación de incertidumbre en las cargas a conectar. No obstante, si los consumos fueran conocidos, y superasen estos mínimos, la demanda de potencia máxima simultánea deberá calcularse en función de los mayores valores.

Al resultado obtenido se podrán aplicar los siguientes coeficientes de simultaneidad según el grado de electrificación que corresponda:

Tabla 771.9.II – Coeficientes de simultaneidad

Grado de electrificación	Coeficiente de simultaneidad
Mínimo	1
Medio	0,9
Elevado	0,8
Superior	0,7

Si una vez aplicado el coeficiente de simultaneidad ocurriera que la potencia máxima simultánea así calculada correspondiese a un grado de electrificación inferior, a todos los efectos se mantendrá el grado de electrificación anterior a la aplicación del coeficiente de simultaneidad.

771.9.2: Demanda de potencia máxima simultánea de los circuitos dedicados a cargas específicas

Para su determinación se suman las potencias de los circuitos dedicados a cargas específicas, multiplicados por los coeficientes de simultaneidad que corresponden en función de las características de las cargas y de la probabilidad de funcionamiento simultáneo.

771.9.3: Determinación de la carga total correspondiente a viviendas, oficinas o locales (unitarios)

771.9.3.1: Método de cálculo

La carga total correspondiente a una vivienda, oficina o local (unitario) se calcula sumando los resultados de la demanda de potencia máxima simultánea correspondiente al grado de electrificación, obtenida según 771.9.1, más la demanda de potencia máxima simultánea de los circuitos dedicados a cargas específicas obtenida según 771.9.2.

771.9.3.2: Contratación del suministro

La instalación deberá dimensionarse para las cargas aquí calculadas. No obstante, el propietario podrá utilizar y contratar potencias inferiores según sus necesidades particulares.

771.9.3.3: Suministro monofásico o trifásico 

Las empresas de distribución de energía eléctrica pueden definir el valor de potencia a partir del cual un suministro debe ser trifásico. No obstante, cuando la carga total calculada supere los 7 kVA o los 32 A, para una línea de alimentación monofásica es recomendable solicitar un suministro trifásico para el inmueble.

771.9.4: Determinación de la carga total para inmuebles constituidos por viviendas, oficinas o locales (unitarios)

771.9.4.1: Determinación de la carga total para inmuebles constituidos por diferentes tipos de viviendas, oficinas o locales (unitarios)

Cuando un inmueble esté constituido por diferentes tipos de viviendas, oficinas o locales (unitarios), la carga total del inmueble será la suma de las cargas totales de cada uno de las viviendas, oficinas o locales (unitarios) constituyentes del mismo. Por ejemplo: un local de venta de automóviles que posea además un garaje para 15 clientes, un depósito para piezas de repuesto y una vivienda para el casero se dividirá en 4 tipos de inmuebles: a) Local comercial; b) garaje; c) depósito; d) vivienda; aplicándose en cada caso el cálculo correspondiente de acuerdo con 771.9.3. Para el cálculo de la línea principal pueden utilizarse los factores de simultaneidad indicados en la Tabla 771.9.III.

771.9.4.2: Determinación de la carga total para conjuntos de viviendas y locales (unitarios)

Hasta tanto estén vigentes las secciones correspondientes a edificios de propiedad horizontal, para el cálculo del ramal de alimentación de los edificios destinados a viviendas o de viviendas que eventualmente posean algunos locales comerciales, podrán adoptarse los siguientes coeficientes de simultaneidad para el conjunto de viviendas y locales (unitarios):

Tabla 771.9.III – Coeficientes de simultaneidad para conjuntos de viviendas y locales (unitarios)

Cantidad de viviendas y locales (unitarios)	Coeficiente de simultaneidad	
	Grados de electrificación Mínimo y Medio	Grados de electrificación Elevado y Superior
2 a 4	0,9	0,7
5 a 15	0,8	0,6
15 a 25	0,6	0,5
> 25	0,5	0,4

Cabe destacar que la carga total de un edificio de propiedad horizontal es la suma de las cargas totales del conjunto de viviendas y locales (unitarios) y los servicios comunes y no comunes que posea el inmueble.

Para el caso de edificios de locales y de oficinas proyectados originalmente para tal fin, los factores de simultaneidad pueden ser cercanos a la unidad, debido a cargas puntuales tales como equipos de aire acondicionado, centros de cómputos, etc. Las secciones de esta Reglamentación que contemplan esos tipos de inmuebles, se encuentran actualmente en estudio.

Nota: La instalación deberá dimensionarse para las cargas aquí calculadas. No obstante, el propietario podrá utilizar y contratar potencias inferiores según sus necesidades particulares.



771.10: Influencias externas

Las instalaciones eléctricas pueden estar expuestas a diferentes influencias provocadas por el medio que la rodea. Tales influencias pueden provenir del medio ambiente tales como el viento, el calor, los efectos sísmicos; pueden provenir también de la capacidad de las personas que las operan y de los materiales que forman la estructura del inmueble, como así también de las sustancias almacenadas, etc. Ese conjunto de influencias, que son ajenas a la construcción misma de los equipos y materiales eléctricos y que limitan su utilización o su forma de instalación, son llamadas en esta Reglamentación "influencias externas".

La elección de las características de los materiales eléctricos en función de las influencias externas es necesaria, no solamente para su funcionamiento correcto, sino también para asegurar la confiabilidad de las medidas de protección para preservar la seguridad, de acuerdo con las reglas generales de esta Reglamentación. Las medidas de protección asociadas a la fabricación de los materiales eléctricos son válidas sólo para las condiciones de influencias externas dadas, si los ensayos previstos en las correspondientes especificaciones de los materiales eléctricos son realizados en esas condiciones de influencias externas.

Nota 1: La tendencia moderna en las reglamentaciones vigentes en el mundo desarrollado actual, es la de establecer requisitos para la construcción y utilización de los materiales eléctricos de acuerdo con las influencias externas particulares de la zona geográfica, ambiente o local donde se efectuará la instalación y definir así los requisitos de ésta.

Cada condición de influencia externa es designada por un código, formado por un grupo de dos letras mayúsculas y un número, tal como se indica a continuación:

La primera letra está relacionada con la categoría general de la influencia externa.

- A Medio ambiente
- B Uso y usuarios.
- C Construcción de edificios.

La segunda letra está relacionada con la naturaleza de la influencia externa, tal como se indica en la [Tabla 771.10.I](#).

Tabla 771.10.I – Naturaleza de la influencia externa

• A	Temperatura	• K	Presencia de flora y/o moho.
• B	Condiciones climáticas: influencias combinadas de temperatura y humedad.	• L	Presencia de fauna o insectos.
• C	Altitud	• M	Influencia electromagnética, electrostática o ionizante
• D	Presencia de agua.	• N	Radiación solar.
• E	Presencia de cuerpos sólidos extraños.	• P	Efectos sísmicos.
• F	Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes.	• Q	Descargas atmosféricas, nivel cerámico
• G	Solicitaciones mecánicas (impacto).	• R	Movimiento del aire.
• H	Solicitaciones mecánicas (vibraciones).	• S	Viento
• J	Otras solicitaciones mecánicas (a determinar).		

El número está relacionado con la clase o severidad o importancia de cada influencia externa.

- ..1
- ..2
- ..3
-

Por ejemplo, el código AC2 significa:

- A Medio ambiente
- AC Medio ambiente - altitud.
- AC2 Medio ambiente – altitud - mayor de 2000 m.

Como otro ejemplo, el código AD4 significa:

- A Medio ambiente
- AD Medio ambiente - Presencia de agua.
- AD4 Medio ambiente - Presencia de agua - Salpicaduras o proyecciones.

Nota 2: Esta codificación no está destinada a ser empleada en la marcación de los equipos o materiales.

Nota 3: Se recomienda no confundir con los factores de servicio AC de aparatos de maniobra y protección de IEC 60947.



771.11: Condiciones ambientales y condiciones de utilización

771.11.1: Condiciones ambientales

Para los propósitos de la presente Reglamentación, las clases de influencias externas indicadas en la [Tabla 771.11.I](#) son consideradas convencionalmente como normales dentro de la mayor parte del territorio de la República Argentina. No obstante, para aquellos locales especiales como los mojados, polvorientos, corrosivos, etc. o ubicados en zonas con climas extremos, efectos sísmicos o situaciones geográficas particulares, se deberán utilizar las condiciones particulares según las tablas que figuran en los capítulos 32 y 51 de esta Reglamentación, ya sean establecidas por la Autoridad de Aplicación o consideradas por el proyectista.

Tabla 771.11.I – Condiciones ambientales

Utilización	Código	Descripción
Temperatura ambiente	AA4	-5 a + 40 °C (Normal)
Humedad atmosférica	AB4	5 % a 95 % (Normal)
Altitud	AC1	Menor o igual a 2000 m
Presencia de agua	AD1	Despreciable
Presencia de cuerpos sólidos extraños	AE1	Despreciable
Presencia de sustancias corrosivas o contaminantes	AF1	Normal
Impacto	AG1	Baja severidad
Vibración	AH1	Baja severidad
Presencia de flora o moho	AK1	Sin riesgo (Normal)
Presencia de fauna	AL1	Sin riesgo (Normal)
Influencia electromagnética, electrostática o ionizante	AM1	Despreciable
Radiación solar	AN1	Despreciable
Efectos sísmicos	AP1	Despreciable
Descargas atmosféricas	AQ2	Exposición indirecta

771.11.2: Condiciones de utilización

Las condiciones de utilización indicadas a continuación en la [Tabla 771.11.II](#) son generales, los casos particulares se establecen explícitamente.

Tabla 771.11.II – Condiciones de utilización

Utilización	Código	Descripción
Capacidad de las personas	BA1	Normal u ordinaria
	BA2	Niños
	BA3	Personas con capacidades diferentes
	BA4	Instruidos en seguridad eléctrica
	BA5	Calificados en seguridad eléctrica
Resistencia eléctrica del cuerpo humano	BB1	Normal
Contacto con personas al potencial de la tierra	BC2	Bajo
	BC3	Frecuente
Condiciones de evacuación ante un siniestro	BD1	Baja densidad ocupacional y condiciones fáciles de evacuación
	BD2	Baja densidad ocupacional y condiciones difíciles de evacuación
	BD3	Alta densidad ocupacional y condiciones fáciles de evacuación
	BD4	Alta densidad ocupacional y condiciones difíciles de evacuación
Naturaleza de los materiales procesados o almacenados	BE1	Riesgos insignificantes (Normal)
	BE2	Riesgo de incendio
	BE3	Riesgo de explosión
	BE4	Riesgo de contaminación
Materiales de construcción	CA1	No combustibles (Normal)
	CA2	Combustibles
Proyecto de edificios	CB1	Riesgo despreciable
	CB2	Riesgo de propagación del incendio
	CB3	Riesgo de movimiento
	CB4	Estructuras flexibles o inestables



- Nota: BA1 son personas comunes o normales, no instruidas en temas eléctricos.
BA2 son niños en viviendas (esta Reglamentación considera las viviendas habitadas por niños) y niños en locales proyectados para niños: guarderías, jardines de infantes o maternos, etc., aplicándose también a las viviendas.
BA3 son personas con capacidades diferentes, enfermas, inválidas, lisiadas, ancianas o personas que no disponen de todas sus capacidades físicas y/o intelectuales. Se consideran en hospitales, asilos, hospicios o lugares similares. Por extensión, se aplica la clasificación BA3 a las personas privadas de la libertad.
BA4 son personas instruidas en temas eléctricos: personal de operación y mantenimiento. Se consideran como las áreas operativas eléctricas o locales de servicio eléctrico en las que pueden actuar personas adecuadamente entrenadas o supervisadas por personal calificado, de forma que les permita evitar los peligros que la electricidad pueda crear.
BA5 son personas calificadas en temas eléctricos: ingenieros y técnicos de la especialidad. Se consideran como las áreas operativas eléctricas cerradas en las que puedan actuar personas con conocimiento técnico o suficiente experiencia como para evitar por sí mismos los peligros que la electricidad pueda crear.

771.12: Tipos de canalizaciones, conductores, cables y formas de instalación

Nota 1: En esta Reglamentación se entiende por conductor al conductor aislado con aislación básica y se entiende por cable al conductor aislado y con una cubierta aislante. Este tipo de cable puede ser unipolar (un solo conductor aislado y con cubierta aislante) o multipolar (varios conductores aislados bajo una misma cubierta aislante). Cuando se trate de conductor desnudo se indicará expresamente.

Nota 2: A los efectos de esta Reglamentación se entiende que un conductor aislado o un cable no es propagante de la llama, cuando ha sido ensayado en forma individual y cumple con los requisitos de las normas IRAM NM IEC 60332-1 o IEC 60332-1-1. Se entiende que un conductor aislado o un cable no es propagante del incendio, cuando un conjunto de ellos ha sido ensayado en forma de haz y cumple con los requisitos de las normas IRAM NM IEC 60332-22, 60332-23 y 60332-24 o IEC 60332-3-22, 60332-3-23 y 60332-3-24.

771.12.1: Canalizaciones, conductores y cables no permitidos

Nota 1: En las instalaciones fijas deben utilizarse exclusivamente conductores aislados o cables, no propagantes de la llama y no propagantes del incendio; estos cables y conductores deberán tener una tensión nominal como mínimo de 450/750 V. En las instalaciones móviles se admite que los cables sean solamente no propagantes de la llama.

Además todas las canalizaciones deben ser no propagantes de la llama.

A los efectos de esta Reglamentación, los términos y expresiones "no propagante de la llama", "ignífugo" y "autoextinguible" se utilizan indistintamente.

- Conductores o cables sobre canaletas de madera, listones, zócalos o revestimientos de ese material o cualquier otro material combustible.
- Conductores o cables bajo canaletas, listones, zócalos o revestimientos de materiales que no cumplan con el ensayo de no propagación de la llama.
- Conductores o cables directamente embutidos en paredes, techos y pisos de cualquier material. Para pisos técnicos, ver 771.12.3.6.
- Conductores fijados sobre mampostería, yeso, cemento u otros materiales.
- Cables fijados sobre mampostería, yeso, cemento u otros materiales por debajo de 2,5 m.
- Cuerdas desnudas, excepto si se utilizan como electrodos dispersores en el sistema de puesta a tierra, en cuyo caso cumplirán con los requisitos establecidos en el Anexo 771-C, como conductor de puesta a tierra o como conductor de protección (PE) en bandejas portacables.
- Conductores aéreos desnudos o aislados en interiores (incluidas las áreas semicubiertas).
- Conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 (IRAM 2183 [ver nota 2]) o IRAM 62267 en bandejas portacables, con excepción del conductor de protección PE, que podrá responder a las normas IRAM NM 247-3 (IRAM 2183 [ver nota 2]); IRAM 62267; IRAM 2178 e IRAM 62266.

Nota 2: Los conductores aislados según la Norma IRAM NM 247-3 han reemplazado, en la práctica, a aquellos que responden a la Norma IRAM 2183, aún cuando ambas normas no son estrictamente equivalentes.

- Los cables y conductores aislados contruidos con conductores macizos (un solo alambre).
- Conductores, desnudos o aislados, sueltos en el interior de elementos estructurales, tabiques huecos, cielorrasos suspendidos, mamparas, etc.
- Cables sueltos sobre cielorrasos suspendidos.
- Cordones flexibles y cables según normas IRAM NM 247-5 (IRAM 2158 [ver nota 4]); IRAM 2039 e IRAM 2188 (actualmente se encuentra en estudio IRAM NM 287-4), en instalaciones fijas.

Nota 3: En el VEI IEC 60050 441-06-15 se define cordón como un "cable flexible con un número limitado de conductores aislados de pequeña sección".

Nota 4: Los cordones flexibles no son aptos para instalaciones eléctricas fijas, siendo su aplicación la alimentación de aparatos utilizadores portátiles o móviles o fijos pero retirables para operaciones de mantenimiento, por ejemplo luminarias con cordón y ficha (ver 771-A.6).

Nota 5: Los cables que cumplen con la Norma IRAM NM 247-5 han reemplazado, en la práctica, a aquellos que responden a la Norma IRAM 2158, aún cuando ambas normas no son estrictamente equivalentes.



- m) Rieles electrificados que cumplan simultáneamente con un grado de protección igual o inferior a IP2XX y que operen con tensiones mayores a 24 Vca.
- n) Caños lisos o corrugados de material sintético o aislante propagantes de la llama, generalmente de color naranja, de acuerdo con la cláusula 7.3 de IEC 61386-1 (a la fecha de edición de la presente Sección, la Norma IRAM 62386 se encuentra en estudio).

771.12.2: Canalizaciones, conductores y cables permitidos

Nota 1: Los cables y conductores a utilizar en función de las influencias externas BA y BD se indican en [771.12.2.1](#) y [771.12.2.2](#).

Nota 2: Para los locales especiales: baños, saunas, piscinas, etc. remitirse a las secciones correspondientes de la Parte 7 de esta Reglamentación.

Nota 3: A los efectos de esta Reglamentación se considera "perfil registrable" aquella canalización cuyas dimensiones interiores no superen los 50 mm de ancho por 50 mm de altura. Las canalizaciones de dimensiones mayores a las indicadas deberán ser consideradas como bandejas portacables de fondo sólido.

- a) Conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 (IRAM 2183 [ver nota 2 de [771.12.1](#)]) o IRAM 62267 colocados en conductos no registrables (por ejemplo los denominados "conductos bajo piso") o en cañerías, embutidos o a la vista; colocados en sistemas de cablecanales o en perfiles registrables con tapa removible por el uso de herramientas (por ejemplo los denominados tipo "C"), a la vista.
- b) Conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 (IRAM 2183 [ver nota 2 de [771.12.1](#)]) o IRAM 62267, color verde-amarillo, o desnudos, de acuerdo con la Norma IRAM 2004 o IRAM NM 280 Clase 2, en bandejas portacables con la única función de conductor de protección.
- c) Blindobarras o canalizaciones eléctricas prefabricadas normalizadas (ver subcláusulas [771.12.6](#) y [771.12.7](#)).
- d) Cables preensablados en líneas aéreas exteriores según normas IRAM 2164 e IRAM 2263, con neutro concéntrico de acuerdo con la Norma IRAM 63001 y cables unipolares aislados en polietileno reticulado que cumplan con la Norma IRAM 63002.
- e) Cables según normas IRAM 2178, IRAM 2268 o IRAM 62266:
 - e1) colocados en cañerías, conductos o sistemas de cablecanales: embutidos o a la vista.
 - e2) en bandejas portacables a una altura superior a 2,2 m (ver [771.12.3.9](#)).
 - e3) en bandejas portacables por el interior de plenos.
Nota: En muchos proyectos del ámbito de la arquitectura se destina habitualmente un conducto vertical de mampostería o cámara de aire para albergar a las canalizaciones de la columna montante. Ese espacio se lo llama generalmente "pleno" (ver [771.12.3.12.1](#)).
 - e4) en bandejas portacables sobre cielorrasos suspendidos.
 - e5) en bandejas portacables en montantes cerradas, accesibles solamente mediante el desmontaje de tapas o paneles por medio de herramientas.
 - e6) bajo pisos elevados (pisos técnicos) o en canales de cables.
 - e7) subterráneos: enterrados directamente o en conductos.
 - e8) dentro de perfiles tipo "C" con tapa o sin ella.
 - e9) fijados a más de 2,5 m de altura sobre paredes de materiales no combustibles.
 - e10) en forma aérea en exteriores con soporte guía o fiador, de acuerdo con las prescripciones de la [Tabla 771.12.XV](#).

771.12.2.1: Cables y conductores permitidos para usos generales, en condiciones de influencias externas BD1, BA1, BA4 y BA5

Se aplican a viviendas, oficinas y locales comerciales (unitarios) con baja afluencia de público con capacidades normales o comunes (BA1) y condiciones fáciles de evacuación (BD1).

Nota 1: Clasificación BD1, según la Parte 3 de AEA 90364 significa: baja densidad ocupacional y condiciones fáciles de evacuación. Esta Reglamentación clasifica como BD1 a una casa habitación, local comercial u oficina con afluencia simultánea entre público y personal empleado inferior a 100 personas, en edificios de hasta 12 pisos de altura, excluyendo subsuelos. Las autoridades de aplicación pueden modificar estos parámetros.

Para los inmuebles indicados los cables y conductores, de acuerdo con su forma de canalización, podrán ser utilizados según lo indicado en la columna 2 de la [Tabla 771.12.I](#).

Nota 2: Las soluciones indicadas en las columnas 1 y 3 de la [Tabla 771.12.I](#) pueden utilizarse en forma optativa por decisión del proyectista.

	ASOCIACIÓN ELECTROTÉCNICA ARGENTINA	REGLAMENTACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES	AEA 90364-7-771 © Edición 2006 Página 51
---	--	--	---

771.12.2.2: Cables y conductores permitidos para usos especiales, en condiciones de influencias externas BD2, BD3, BD4, BA2 y BA3

Se aplican a locales:

1. Con baja densidad de ocupación y condiciones difíciles de evacuación (BD2), tales como viviendas, locales comerciales u oficinas dispuestos en subsuelos.
2. Con baja densidad de ocupación pero con condiciones difíciles de evacuación en función de la restricción de movilidad o libertad de las personas del tipo BA2 (niños, en locales dedicados a niños) y BA3 (personas con capacidades mentales o físicas diferentes y ancianos). Guarderías, jardines de infantes, colegios para niños, hospicios, geriátricos, comisarias y lugares de detención y todo otro local de características similares donde las personas, en razón de su edad, capacidad o restricción impuesta por la Ley esté incapacitado para abandonar el lugar en forma rápida en caso de incendio.

Nota 1: Estos requisitos se considerarán mínimos y serán complementados por aquellos requeridos por la autoridad de aplicación de las distintas jurisdicciones donde se realice la instalación en forma física.

Para los inmuebles indicados los cables y conductores, de acuerdo con su forma de canalización, podrán ser utilizados según lo indicado en la columna 1 de la [Tabla 771.12.I](#).

Nota 2: Las soluciones indicadas en la columna 2 de la [Tabla 771.12.I](#) son insuficientes. Las indicadas en la columna 3 de esa misma tabla pueden utilizarse en forma optativa por decisión del proyectista.

Notas a la [Tabla 771.12.I](#) (ver página 52).

Nota 1: En el caso de las bandejas portables metálicas instaladas en columnas montantes (ver [771.12.3.12](#)), la cantidad de material combustible por metro de longitud de bandeja influye en el comportamiento frente a la propagación del incendio. Cuando se utilicen cables correspondientes a la categoría "C" de la Norma IRAM NM IEC 60332-3-24 o IEC 60332-3-24 podrán instalarse hasta 1,5 dm³ de material sintético por metro lineal de bandeja; si los cables correspondieran a la categoría "B" de la Norma IRAM NM IEC 60332-3-23 o IEC 60332-3-23, podrán instalarse hasta 3,5 dm³ de material sintético por metro lineal de bandeja y por último para los cables que responden a la categoría "A" de la Norma IRAM NM IEC 60332-3-22 o IEC 60332-3-22, podrán instalarse hasta 7 dm³ por metro lineal de bandeja. En caso de superar estos valores de material sintético por metro lineal de bandeja se podrá optar por:

- a) Distribuir los cables en varias bandejas, separadas por tabiques ignífugos, con características de resistencia al fuego y dimensiones tales que eviten la propagación del incendio entre un sector y el contiguo.
- b) Distribuir los cables en varias bandejas y separarlas una distancia tal que evite la propagación del incendio entre bandejas.
- c) Utilizar otro tipo de canalización.
- d) En el caso de tratarse de una columna montante abierta, transformarla en una cerrada (ver [771.12.3.12.2](#)). En los edificios de propiedad horizontal, además deberá efectuarse el cierre de los agujeros de paso de acuerdo con las prescripciones indicadas en la nota 6 siguiente.

Para el caso de canalizaciones en material aislante, el volumen por metro lineal de éstas deberá sumarse al volumen de material combustible de los cables a los efectos del cálculo.

Nota 2: Cuando se exija, para el local de que se trate, la utilización de cables o conductores eléctricos con características de no propagación del incendio, baja emisión de humos y ausencia de halógenos (denominación LSOH de su definición en inglés "low smoke zero halogen"), las canalizaciones (caños, cablecanales o conductos), a la vista, deberán cumplir con las mismas exigencias de no propagación del incendio, emisión de humos y ausencia de halógenos, contempladas en las normas de los cables. Para la realización de los ensayos se utilizarán sistemas de canalizaciones de material aislante, conteniendo en su interior la cantidad máxima de cables de características no propagantes del incendio y LSOH recomendada por la [Tabla 771.12.IX](#). Para el cálculo del volumen de material combustible, al volumen de los cables y conductores se sumará el de la canalización.

Nota 3: Expresión aproximada para calcular el volumen de material combustible por metro lineal en un conductor aislado o cable sin armar:

$$V \text{ [dm}^3 \text{ / m]} = \pi \cdot (De \text{ [mm]})^2 / 4000 - \Sigma (\text{Sección conductores [mm}^2 \text{]} / 1000)$$

Donde: V = volumen de material combustible; De = diámetro exterior del conductor aislado o cable en mm;

Ejemplo: cable multipolar con conductores de 3 x 35 mm² de sección.

$$V \text{ [dm}^3 \text{ / m]} = 3,14159 \times (27 \times 27) / 4000 - (3 \times 35) / 1000 = 0,47 \text{ dm}^3 \text{ / m}$$

Nota 4: Se entiende por totalmente enterrada la instalación en la cual los terminales extremos de los cables lleguen a cajas de interconexión o elementos utilizadores enterrados o con un recorrido máximo en aire de 2,5 metros; todo otro caso estará comprendido en las restantes categorías.

Nota 5: Las instalaciones consideradas no totalmente enterradas, según la anterior nota 4, en las cuales los cables o las canalizaciones de material sintético recorran más de 2,5 m al aire, pueden ser susceptibles de actuar como propagantes del incendio; en estos casos, los cables de potencia y control que respondan a las normas IRAM 2178 o IRAM 2268 y los cables de señales débiles, deberán satisfacer como mínimo, el ensayo de no propagación del incendio, para la categoría "C", definido por la Norma IRAM NM IEC 60332-3-24 o IEC 60332-3-24. Si para el local donde está presente este tipo de instalación se exigiera la utilización de canalizaciones y cables con características de no propagación del incendio, baja emisión de humos y ausencia de halógenos (denominación LSOH), los cables de potencia y control deberán responder a la Norma IRAM 62266, los cables para señales débiles deben responder simultáneamente a los requisitos de la Norma IRAM NM IEC 60332-3-24 o IEC 60332-3-24, IEC 60754 "Ensayos sobre gases emitidos durante la combustión de cables eléctricos", IEC 61034 "Medición de la densidad de los humos emitidos por cables quemados bajo condiciones definidas" y CEI 20-37-7 o NES 713 "Determinación del índice de toxicidad de los gases emitidos durante la combustión de los cables" y las canalizaciones a lo establecido en la nota 2 anterior.



Tabla 771.12.I – Resumen de canalizaciones, conductores y cables permitidos según diferentes influencias externas

Influencias externas			Clasificación		
			Columna 1	Columna 2	Columna 3
Condiciones de evacuación durante una Emergencia			BD2; BD3 y BD4	BD1	-
Capacidad de las personas			BA2 (en locales) y BA3	BA1; BA2 (en viviendas); BA4 y BA5	-
Proyecto de edificios			CB2	CB1	-
Material de la construcción			CA1	CA1	CA2
Material almacenado			BE4	BE1	BE2 y BE3
Tipo de instalación	Tipo de canalización	Material de la canalización	Tipo de conductor o cable		
Fija en interiores	Bandejas portables	Material aislante con características no propagantes de la llama pero con emisión de humos opacos y gases tóxicos o gases con contenido halógeno	NO	IRAM 2178 IRAM 62266 IRAM 2268 Cables para comunicaciones o transmisión de datos	Ver Capítulos 42 y 52 de AEA 90364 y consultar Sección 760 (en estudio)
		Metal o material aislante con características no propagantes de la llama, con baja emisión de humos opacos y gases tóxicos, libres de halógenos	IRAM 62266 IRAM 62267 ²⁾ Cables para comunicaciones o transmisión de datos del tipo LSOH ³⁾ Desnudo cuerda rígida IRAM 2004 o desnudo cuerda semirígida IRAM NM 280 clase 2 sólo para el conductor de protección PE	IRAM NM 247-3 ¹⁾ IRAM 62267 ¹⁾ Desnudo cuerda rígida IRAM 2004 o desnudo cuerda semirígida IRAM NM 280 clase 2 sólo para el conductor de protección PE	
	Cañerías, conductos o cablecanales con tapa removible	Material aislante con características no propagantes de la llama pero con emisión de humos opacos y gases tóxicos o gases con contenido halógeno	NO	IRAM NM 247-3 IRAM 2178 IRAM 62266 IRAM 62267 IRAM 2268 Cables para comunicaciones o transmisión de datos	Ver Capítulos 42 y 52 de AEA 90364 y consultar Sección 760 (en estudio)



Tabla 771.12.I (continuación)

Tipo de instalación	Tipo de canalización	Material de la canalización	Tipo de conductor o cable		
Fija en interiores	Cañerías, conductos o cablecanales con tapa removible	Metal o material aislante con características no propagantes de la llama, con baja emisión de humos opacos y gases tóxicos; libres de halógenos	IRAM 62266 IRAM 62267 Cables para comunicaciones o transmisión de datos del tipo LSOH ³⁾	IRAM NM 247-3 IRAM 2178 IRAM 62266 IRAM 62267 IRAM 2268 Cables para comunicaciones o transmisión de datos	Ver Capítulos 42 y 52 de AEA 90364 y consultar Sección 760 (en estudio)
<p>1) Para el caso de tendidos en bandejas portacables o dentro de conductos enterrados, los cables según normas IRAM NM -247-3 o IRAM 62267 sólo son permitidos si se utilizan como conductor de protección.</p> <p>2) Para el caso de tendidos en bandejas portacables, los cables construidos bajo normas IRAM 62267 solo son permitidos si se utilizan como conductor de protección.</p> <p>3) Para este tipo de instalaciones los cables de telecomunicaciones o transmisión de datos deben responder simultáneamente a los requisitos de la Norma IRAM NM IEC 60332-3-24 o IEC 60332-3-24, IEC 60754 "Ensayos sobre gases emitidos durante la combustión de cables eléctricos", IEC 61034 "Medición de la densidad de los humos emitidos por cables quemados bajo condiciones definidas" y CEI 20-37-7 o NES 713 "Determinación del índice de toxicidad de los gases emitidos durante la combustión de los cables".</p>					

Artefactos móviles o portátiles	No posee canalización	No posee canalización	IRAM NM 247-5 IRAM 2188 IRAM 2178 clase 4 o clase 5	Ver Capítulos 42 y 52 de AEA 90364 y secciones aplicables de la Parte 7
---------------------------------	-----------------------	-----------------------	---	---

Aérea (Exclusivamente en exteriores) Distribución con línea preensamblada	-	-	IRAM 2263
Aérea (Exclusivamente en exteriores) Distribución sobre aisladores	-	-	IRAM 63002
Aérea (Exclusivamente en exteriores) Distribución con soporte guía o fiador	-	-	IRAM 2178 IRAM 62266 IRAM 2268 Cables para comunicaciones o transmisión de datos
Aérea (Exclusivamente en exteriores) Acometidas	-	-	IRAM 2164 IRAM 63001
Subterránea	Subterránea	Directamente enterrado	IRAM 2178 IRAM 62266 IRAM 2268 Cables para comunicaciones o transmisión de datos IRAM 2004 o IRAM NM 280 clase 2 sólo como conductor de puesta a tierra o como dispersor (deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Anexo 771-C)
		Dentro de conductos o caños enterrados	IRAM 2178 IRAM 62266 IRAM 2268 IRAM NM 247-3 ¹⁾ IRAM 62267 ¹⁾ Cables para comunicaciones o transmisión de datos
<p>1) Para el caso de tendidos en bandejas portacables o dentro de conductos enterrados, los cables según normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267 sólo son permitidos si se utilizan como conductor de protección.</p>			

Nota 6: Se dispondrán los elementos necesarios para sellar los agujeros de paso entre los diferentes pisos del inmueble. Los materiales de sellado deberán tener una resistencia al fuego por lo menos equivalente a la del material desalojado en la construcción del pleno o de acuerdo al grado de resistencia al fuego especificado (ver además 771.12.3.12 y Parte 5, Capítulo 52). En el caso que los caños, cablecanales, conductos o bandejas sean no metálicos se deberán realizar sobre ellos y los cables o conductores contenidos, los ensayos de no propagación del incendio, baja emisión de humos y ausencia de halógenos correspondientes.



Nota 7: Para instalaciones sometidas a influencias externas extremas (ver AEA 90364-3), se deberán tener en cuenta las siguientes prescripciones:

- a) Para instalaciones donde la temperatura ambiente se clasifica como AA1, AA2 y AA8 los cables deberán contar con una cubierta resistente a las bajas temperaturas; deberán ser tendidos en temperaturas acordes al material de aislación y cubierta de los cables empleados. Se recomienda mantenerlos en recintos calefaccionados previo al tendido.
- b) Para instalaciones tipo AB1, AB2 y AB8 los cables deberán contar con una cubierta resistente a las bajas temperaturas y de baja higroscopicidad (ej. poliolefinas); deberán ser tendidos en temperaturas acordes al material de aislación y cubierta de los cables empleados. Se recomienda mantenerlos en recintos calefaccionados previo al tendido.
- c) Para instalaciones tipo AD6 y AD7 los cables deberán contar con una cubierta con materiales de baja higroscopicidad (ej. poliolefinas), eventuales rellenos taponantes en los intersticios de cada fase de elaboración y protección metálica (armadura) si existe además peligro de daño mecánico.
- d) Para instalaciones tipo AD8 los cables deberán contar con una cubierta estanca de plomo o similar y eventuales rellenos taponantes en los intersticios de cada fase de elaboración.
- e) Para instalaciones tipo AF4 los cables deberán contar con una cubierta exterior que no resulte alterada por la presencia de las sustancias contaminantes o corrosivas que lo circunden y, preferentemente, contarán con una protección exterior acorde.
- f) Para instalaciones tipo AG2 y AG3 los cables deberán contar con una adecuada protección mecánica (armadura) y/o protección externa reforzada.
- g) Para instalaciones tipo AH2 y AH3 los cables deberán contar con conductores multifilamento (no se admiten los conductores conformados por un alambre único)
- h) Para instalaciones tipo AK2 los cables deberán contar con una adecuada protección mecánica (armadura) y se deben tomar las disposiciones necesarias para evitar la presencia de flora y/o moho.
- i) Para instalaciones tipo AL2 los cables deberán contar con una adecuada protección mecánica (armadura) y se deben tomar las disposiciones necesarias para evitar la presencia de la fauna (limpieza, uso de pesticidas, etc.)
- j) Para instalaciones sujetas a influencias electromagnéticas, ionizantes o electrostáticas descritas por la sigla AM, los cables deberán contar con un blindaje adecuado y/o se deberán tomar medidas para lograr un nivel de inmunidad de la instalación acorde con su tipo.
- k) Para instalaciones tipo AN3 los cables deberán contar con una cubierta resistente a la radiación ultravioleta y/o una interposición de pantallas protectoras.

771.12.3: Canalizaciones embutidas, ocultas y a la vista y sus accesorios

Nota: Las canalizaciones subterráneas son tratadas en [771.12.4](#), las aéreas [771.12.5](#), los rieles electrificados y canalizaciones prefabricadas en [771.12.6](#), las bandejas portacables en [771.12.3.9](#), los perfiles registrables en [771.12.3.10](#) y canales de cables en [771.12.3.11](#).

771.12.3.1: Generalidades

Las canalizaciones aptas para las instalaciones eléctricas en inmuebles, fueron detalladas en [771.12.2](#), admitiéndose su montaje si se cumplen las prescripciones que se indican en las subcláusulas siguientes. Los sistemas de canalizaciones no permitidos, fueron descritos en [771.12.1](#). Con respecto a los sistemas de cañerías aislantes, en [771.12.1 n\)](#), se ha establecido que no se permite el empleo de canalizaciones propagantes de la llama. Esta restricción alcanza también a productos que, independientemente del color fijado por IEC 61386 ("naranja" o "anaranjado") y siendo de cualquier otro color, no cumplen con la característica requerida de no propagante de la llama.

Nota: Se recomienda que las canalizaciones para otros servicios (por ejemplo televisión, telefonía, transmisión de datos) sean ejecutas con materiales no propagantes de la llama.

El recorrido de las canalizaciones deberá respetar la ortogonalidad de los ambientes, siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

En particular, el borde de la caja más cercano a marcos, solados y techos, se ubicará a no más de 0,25 m de la arista externa de cada marco de aberturas colocadas en obra, a no más de 0,30 m de los cielorrasos o techos y no más de 0,20 m de los solados.

No se permiten los tendidos en diagonal.

Los tendidos estarán formados por líneas rectas unidas por curvas de radio de curvatura adecuado al tipo de canalización y conductores, no debiendo superar excesivamente estos radios, es decir no se permite un tendido formado solamente por curvas, curvas y contracurvas, festones, etc.

En todos los casos se respetará la cantidad máxima de tres curvas entre bocas, cajas o gabinetes.

Las cañerías, conductos, cablecanales, bandejas, etc. y sus accesorios pertenecerán al mismo sistema.

Se admitirá cambio de sistema entre los ubicados en paredes o tabiques con respecto a los pisos y techos. En este caso la transición deberá hacerse siempre en una caja.



Las uniones de las cañerías, conductos o cablecanales entre sí y a las cajas u otros accesorios serán realizadas por métodos adecuados previstos en el sistema; no se admitirá la existencia de canalizaciones que ingresen a las cajas y queden "sueltas" (ver subcláusula 771.12.3.8).

Toda cañería, conducto o cablecanal terminará en una boca, caja, gabinete o elemento de transición o terminación.

En el caso de los circuitos de conexión fija se admitirá que la canalización continúe hasta la caja de conexión del equipo alimentado. Los elementos de maniobra (incluidos los interruptores de efecto), protección o conexión se instalarán en cajas o gabinetes.

Las cañerías serán terminadas por un elemento de bordes redondeados en su conexión con los accesorios.

771.12.3.2: Cañerías incorporadas a sistemas de construcción que incluyan materiales inflamables

Las cañerías y los accesorios (curvas y cuplas) deberán ser de acero de los tipos pesado (Norma IRAM-IAS U 500 2100) o semipesado (Norma IRAM-IAS U 500 2005). Las cajas del tipo semipesado responderán a la Norma IRAM 62005.

En la colocación de caños y cajas se respetarán estrictamente los requisitos de la subcláusula 771.12.3.8.

Las uniones de las cañerías entre sí deberán realizarse por medio de cuplas roscadas entre tramos de caños rectos y/o curvos.

Los sistemas de conductos y cablecanales deberán ser metálicos.

No se permite el empleo de canalizaciones metálicas como sustituto del conductor de protección. Los caños, conductos, cablecanales, cajas y gabinetes metálicos deberán estar efectivamente puestos a tierra (ver subcláusula 771.18.5.7).

La continuidad eléctrica deberá ser asegurada por construcción y verificada por medición, en caso necesario se efectuarán puentes conductores entre los tramos de las cañerías o entre ellas y sus accesorios.

771.12.3.3: Prescripciones particulares para cañerías embutidas y cañerías ocultas

Las canalizaciones embutidas con cañerías metálicas tipo liviano o de material aislante deberán ser protegidas de las agresiones mecánicas mediante alguno de los procedimientos detallados en a, b y c:

- a) Embutidas de manera que su parte más externa quede a no menos de 50 mm de las superficies terminadas del tabique o pared; o,
- b) protegidas por una barrera de acero, de espesor no menor a 1,4 mm, interpuesta en todas las partes que tengan una distancia de la superficie terminada del tabique menor que 50 mm y con un ancho que exceda el del caño en no menos que 5 mm por cada lado; esta barrera será continua y estará fijada de manera de asegurar las condiciones de protección en forma permanente; o,
- c) protegidas por una mezcla de concreto (relación mínima 1:3, una parte de cemento por cada tres partes de arena, sin cal ni yeso) interpuesta en todas las partes que tengan una distancia de la superficie terminada del tabique menor que 50 mm y con un ancho que exceda el del caño en no menos que 10 mm; esta barrera será continua, tendrá un espesor no menor que 10 mm y asegurará las condiciones de protección en forma permanente en toda su longitud. Esta condición se considera cumplida automáticamente en las cañerías instaladas en losas.

En el caso de las paredes o tabiques, quedan exceptuadas de cumplir con los puntos anteriores las cañerías ubicadas en una franja de hasta 100 mm, tomada a partir de las aristas externas de puertas y ventanas y hasta 100 mm en el entorno de las cajas.

Cuando se trate de canalizaciones ocultas en paredes o tabiques huecos construidos en materiales no inflamables, de optar por el empleo de cañerías metálicas livianas o de material aislante, se deberán cumplir algunas de las condiciones citadas en a), b) o c). Las cañerías se sujetarán a las paredes o tabiques mediante anclajes apropiados; deberá prestarse especial atención a las fijaciones de las cañerías flexibles, con el fin que éstas no modifiquen sus radios de curvatura.

Para cañerías en forma de "U", ver subcláusula 771.12.3.8.4.

771.12.3.3.1: Cañerías en obras húmedas embutidas en techos, pisos o losas en general, paredes, tabiques, columnas o vigas, construidos en hormigón, dispuestas antes del colado "in situ" del mismo, o donde la instalación de las cañerías suponga el tallado de canaletas en la mampostería

Deberán utilizarse las cañerías y accesorios mencionados en la subcláusula 771.12.3.2 con los mismos requisitos.

Podrán utilizarse además las cañerías y accesorios de acero liviano según la Norma IRAM-IAS U 500 2224. Las cajas deberán responder a las normas IRAM 62005 o IRAM 62224 (actualmente se encuentra en estudio la norma de emergencia IRAM 2346).



Las cañerías y accesorios podrán ser también de material aislante, no propagantes de la llama, cumpliendo como mínimo los requisitos de las normas IEC 61386-1 e IEC 61386-21 para las cañerías rígidas, IEC 61386-22 para las cañerías curvables y transversalmente autorrecuperables e IEC 61386-23 para las cañerías flexibles y de las prescripciones de instalación conforme a la presente subcláusula (ver [Tabla 771.12.II](#)) y a [771.12.3.3.4](#). Actualmente se encuentran en estudio las normas de emergencia IRAM 62386-1, IRAM 62386-21, IRAM 62386-22 e IRAM 62386-23.

Tabla 771.12.II - Requisitos mínimos para cañerías de material aislante en obras húmedas

Característica	Requisito	IEC 61386-1	
		Dígito	Clasificación
Serie	Métrica (por ejemplo 20 mm, 25 mm, 30 mm).	-	-
	Pulgadas (por ejemplo 3/4", 1", 1 1/4")		
Longitud mínima del tramo	3 m	-	-
Resistencia a la compresión	Fuerza de 750 N sobre 0,05 m a 20 °C (Clasificación = media)	1	3
Resistencia al impacto	Masa de 2 kg desde 0,1 m de altura (Clasificación = media)	2	3
Temperatura mínima de instalación y servicio*	- 5 °C	3	2X
Temperatura máxima de instalación y servicio*	60°C para mampostería u hormigón colado cuando la temperatura de fragüe no supere los 60°C.	4	X1
	90°C para hormigón colado con acelerantes de fragüe cuando la temperatura de fragüe supere los 60°C.		X2
Resistencia al curvado	Rígido	5	1
	Curvable		2
	Curvable (transversalmente autorrecuperable)		3
	Flexible		4
Rigidez dieléctrica	Sin conductividad eléctrica verificada a 50 Hz a: 2000 V durante 15 minutos verificando una pérdida por corriente de fuga inferior a 100 mA	6	2
Accesorios de conexión	Grado IP5X mínimo contra objetos sólidos (determinan el grado IP de la cañería embutida). Mecanismo de retención seguro que garantice el cumplimiento de la resistencia a la tracción del conjunto en 250 N (mínimo). Guarnición contra ingreso de polvo.	7	5
Accesorios de conexión	Grado IPX4 mínimo contra ingreso de agua (determinan el grado IP de la cañería embutida). Contra ingreso de agua en todas direcciones.	8	4
Resistencia a la corrosión	No aplicable	9	-
Resistencia a la tracción	Mínimo 250 N (Clasificación = liviano)	10	2
Resistencia a la propagación de la llama	No propagante de la llama	11	1
Resistencia a las cargas suspendidas	Carga de 20 N suspendida durante 48 h (Clasificación = muy liviano)	12	1
Resistencia al fuego	En estudio	13	-

* Nota: Temperaturas extremas dentro de las cuales, además, el caño puede ser doblado y cortado sin dañarse ni perder cualidades en forma permanente.

771.12.3.3.2: Cañerías en obras secas embutidas en techos, pisos, paredes o tabiques, construidos en hormigón premoldeado, donde la instalación de las cañerías suponga la previsión de huecos o canales en el premoldeado (hormigón) y las incorporadas a sistemas de construcción que no incluyan materiales inflamables

Deberán utilizarse las cañerías y accesorios mencionados en [771.12.3.2](#) con los mismos requisitos.

Podrán utilizarse además las cañerías y accesorios de acero liviano según la Norma IRAM-IAS U 500 2224. Las cajas deberán responder a las normas IRAM 62005 o IRAM 62224 (actualmente se encuentra en estudio la norma de emergencia IRAM 2346). Las cañerías y accesorios podrán ser también de material aislante, no propagantes de la llama, cumpliendo como mínimo los requisitos de las normas IEC 61386-1 e IEC 61386-21 para las cañerías rígidas, IEC 61386-22 para las cañerías curvables y transversalmente autorrecuperables e IEC 61386-23 para las cañerías flexibles y de las prescripciones de instalación conforme a la presente subcláusula (ver [Tabla 771.12.III](#)) y a [771.12.3.3.4](#). Actualmente se encuentran en estudio las normas de emergencia IRAM 62386-1, IRAM 62386-21, IRAM 62386-22 e IRAM 62386-23.



Tabla 771.12.III - Requisitos mínimos para cañerías de material aislante en obras secas

Característica	Requisito	IEC 61386-1	
		Dígito	Clasificación
Serie	Métrica (por ejemplo 20 mm, 25 mm, 30 mm).	-	-
	Pulgadas (por ejemplo 3/4", 1", 1 1/4")		
Longitud mínima del tramo	3 m	-	-
Resistencia a la compresión	Fuerza de 320 N sobre 0,05 m a 20 °C (Clasificación = liviana)	1	2
Resistencia al impacto	Masa de 2 kg desde 0,1 m de altura (Clasificación = media)	2	3
Temperatura mínima de instalación y servicio*	- 5 °C	3	2X
Temperatura máxima de instalación y servicio*	60 °C	4	X1
Resistencia al curvado	Rígido	5	1
	Curvable		2
	Curvable (transversalmente autorrecuperable)		3
	Flexible		4
Rigidez dieléctrica	Sin conductividad eléctrica verificada a 50 Hz a: 2000 V durante 15 minutos verificando una pérdida por corriente de fuga inferior a 100 mA	6	2
Accesorios de conexión	Grado IP5X mínimo contra objetos sólidos (deter- minan el grado IP de la cañería embutida). Meca- nismo de retención seguro que garantice el cumpli- miento de la resistencia a la tracción del conjunto en 250 N (mínimo). Guarnición contra ingreso de polvo.	7	5
Accesorios de conexión	Grado IPX4 mínimo contra ingreso de agua (deter- minan el grado IP de la cañería embutida). Contra ingreso de agua en todas direcciones.	8	4
Resistencia a la corrosión	No aplicable	9	-
Resistencia a la tracción	Mínimo 250 N (Clasificación = liviano)	10	2
Resistencia a la propagación de la llama	No propagante de la llama	11	1
Resistencia a las cargas suspendidas	Carga de 20 N suspendida durante 48 h (Clasificación = muy liviano)	12	1
Resistencia al fuego	En estudio	13	-

* Nota: Temperaturas extremas dentro de las cuales, además, el caño puede ser doblado y cortado sin dañarse ni perder cualidades en forma permanente.

771.12.3.3.3: Cañerías ocultas entre paredes o tabiques dobles (mampostería, hormigón o materiales no inflamables de sistemas de construcción en seco), donde la instalación de las cañerías suponga la inaccesibilidad a la misma con la obra terminada

Deberán utilizarse las cañerías, cajas y accesorios mencionados en las subcláusulas 771.12.3.2, 771.12.3.3.1 y 771.12.3.3.2, con los mismos requisitos. Para condiciones de instalación, ver 771.12.3, 771.12.3.1 y 771.12.3.3.4.

771.12.3.3.4: Prescripciones adicionales para cañerías curvables y curvables autorrecuperables

Nota: A efectos de esta Reglamentación, la designación coloquial de cañería enrollable es equivalente a las denominaciones técnicas de cañerías curvables y curvables autorrecuperables.

Las cañerías curvables y curvables autorrecuperables (corrugadas o lisas) presentan la particularidad, frente a otros tipos de canalizaciones rígidas, ya sean de material aislante o metálico, de su facilidad para formar curvas, razón por la cual se requiere el cumplimiento de las presentes prescripciones adicionales. Independientemente de los requisitos señalados previamente en 771.12.3.3.1 y 771.12.3.3.2, sólo se permitirá el empleo de cañerías curvables y curvables autorrecuperables (corrugadas o lisas), embutidas en paredes, techos (no apoyadas sobre cielorrasos suspendidos) y bajo pisos técnicos, si cumplen estrictamente con la solicitud de inspección indicada en 771.2.2 y con las siguientes reglas de ejecución de montaje o instalación señaladas de a) a e) inclusive.



- a) El recorrido de las canalizaciones deberá respetar la ortogonalidad de los ambientes, siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación. Los tendidos estarán formados por líneas rectas unidas por curvas de radio de curvatura adecuado al tipo de canalización y conductores, no debiendo superar excesivamente estos radios, es decir no se permite un tendido formado solamente por curvas, curvas y contracurvas, festones, etc. En todos los casos se respetará la cantidad máxima de tres curvas entre bocas, cajas o gabinetes.
- b) En ningún caso podrá superarse las distancias máximas entre cajas establecidas en 771.12.3.8.3. Las cañerías deberán sujetarse a intervalos regulares que no superen el metro de distancia entre ellos mediante precintos, grapas o ataduras adecuadas. Por ejemplo, las cañerías instaladas en losas se sujetarán a las armaduras metálicas, las ocultas en cielorrasos suspendidos a la losa correspondiente, etc.
- c) Deberá prestarse especial atención a las reglas señaladas en 771.12.3.8.5. La curvatura deberá ser tal que no origine reducciones en la sección interna del caño y el radio mínimo podrá extraerse de la Tabla 771.12.VII, o por las indicaciones de las respectivas normas de producto.
- d) Las cañerías deberán unirse entre sí mediante accesorios correspondientes al mismo sistema y que aseguren la continuidad de la protección mecánica que proporcionan a los conductores.
- e) Luego de colocadas y fijadas las cañerías y sus accesorios, será posible la fácil introducción y retiro de los conductores en las mismas. Este cometido se considera cumplido si:
 1. se utiliza, para una determinada cantidad y sección de conductores, las dimensiones mínimas de cañerías indicadas en la Tabla 771.12.IX, aplicable exclusivamente a caños de pared interna lisa o uniforme; o
 2. si la canalización no es lisa interiormente, deberá seleccionarse el diámetro de caño inmediatamente superior al establecido por la Tabla 771.12.IX².

771.12.3.4: Prescripciones particulares para canalizaciones interiores a la vista

Podrán emplearse las canalizaciones del mismo tipo que las que se utilizan embutidas.

Los accesorios normalizados para estas canalizaciones serán aptos para instalación a la vista, es decir, serán construidos en acero cincado, aluminio, latón, acero inoxidable o material aislante.

Los accesos para los caños en las cajas de paso, de derivación, en las cajas para instalación de dispositivos o en los gabinetes para tableros de apoyar, podrán ser roscados o sin rosca pero en ningún caso se permitirá emplear cajas o envolturas con agujeros troquelados, cuyos tapones puedan removerse sin ayuda de herramientas. No se permite el empleo de las cajas de chapa de hierro con agujeros troquelados, construidas según Norma IRAM 62005, Norma IRAM 62224 y Norma IRAM 2346 (en estudio).

En el caso de emplear cajas con agujeros roscados, los agujeros no utilizados para instalar cañerías deberán ser cubiertos con un tapón roscado que sólo pueda ser removido con herramientas.

En estos casos los caños podrán ser roscados en forma directa a las cajas o se podrán roscar a las cajas conectores adecuados con rosca, a los cuales se fijarán los caños, que serán ajustados con tornillos de rosca métrica y punta cónica (tipo prisionero). Las roscas realizadas en el conector, donde se enrosca el tornillo de ajuste deben tener como mínimo cuatro filetes.

En el caso de emplear cajas o gabinetes con agujeros no roscados, los agujeros no utilizados para instalar cañerías deberán ser cubiertos con un tapón de goma a presión o con una tapa abulonada, que requieran para su remoción el empleo de herramientas. En estos casos la unión caño-caja deberá efectuarse con tuerca y boquilla, o conector con rosca macho, más tuerca con tornillo de fijación o con abrazadera, no permitiéndose el empleo de conectores de chapa de hierro formado por dos piezas que roscan entre sí y donde una de las cuales actúa como boquilla construidos según normas IRAM 62224 e IRAM 62005.

Además podrán emplearse las siguientes canalizaciones:

- a) Cañerías de acero inoxidable.
- b) Cañería de acero tipo liviano, según la Norma IRAM-IAS U 500 2224, cincadas o esmaltadas.
- c) Sistema de cablecanales o conductos de metal, que cumplen con IEC 61084 y de acuerdo con la clasificación dada en la Tabla 771.12.IV que se indica más adelante.

² Ejemplo: Para el pasaje de dos conductores de 2,5 mm² (+ PE), la Tabla 771.12.IX establece una medida de canalización de RS 16, RL 16 o equivalente (designación comercial 5/8"). Si el caño a instalar posee una pared interna no uniforme, como ser corrugado por dentro, deberá adoptarse una medida no menor a RS 19 o RL 19 - designación comercial 3/4" - (la inmediata superior).



Nota 1: Componentes del sistema de cablecanales o conductos: tramo de cablecanal, es el componente principal del sistema comprendiendo una base y una cubierta o tapa removible; tramo de conducto, es el componente principal del sistema caracterizado por un conducto cerrado de sección no circular; conector, es un componente del sistema utilizado para unir, cambiar la dirección o terminar tramos de cablecanales o conductos; pieza de sujeción, es un componente del sistema utilizado para asegurar los otros componentes a la pared, tabique, cielorraso, techo o piso; pieza para montaje de aparatos, es un componente del sistema usado para incorporar aparatos eléctricos (interruptores de efecto, tomacorrientes, dispositivos de protección, etc.) agregados a un tramo de cablecanal o conducto; accesorio, es un componente del sistema usado para funciones suplementarias como separación de cables, retención de cables, etc.

- d) Caños metálicos flexibles de acuerdo con IEC 61386 con características no inferiores a la clasificación: 432141552310

Nota 2: 432141552310-tiene el siguiente significado: Primer dígito (4) = resistencia a la compresión = FUERTE; Segundo dígito (3) = resistencia al impacto = MEDIA; Tercer dígito (2) = Rango de temperatura mínima -5°C; Cuarto dígito (1) = Rango de temperatura máxima 60°C; Quinto dígito (4) = Flexible; Sexto dígito (1) = Con características de continuidad eléctrica; Séptimo dígito (5) = Protegido contra el polvo; Octavo dígito (5) = Protegido contra los chorros de agua; Noveno dígito (2) = protección contra la corrosión, interna y externa = MEDIA; Décimo dígito (3) = Resistencia a la tracción = MEDIA; Undécimo dígito (1) = No propagante de la llama; Duodécimo dígito (0) = Resistencia a la carga suspendida no declarada; Décimotercer dígito (-) = Efectos del fuego en estudio.

- e) Caños de material aislante, siempre que cumplan con las prescripciones de la Tabla 771.12.II, con excepción del primer dígito, correspondiente a la "Resistencia a la compresión" que en lugar de ser clasificación Media (3) correspondiente a 750 N, pasa a ser Fuerte (4) correspondiente a 1250 N y con excepción del segundo dígito, correspondiente a la "Resistencia al impacto" que en lugar de ser clasificación Media (3) correspondiente a 2 kg / 0,1 m, pasa a ser Fuerte (4) correspondiente a 2 kg / 0,3 m.

Nota 3: Cuando se exija para el local la utilización de cables o conductores eléctricos con características de no propagación del incendio, baja emisión de humos y ausencia de halógenos (denominación LSOH), las canalizaciones a la vista deberán cumplir con las mismas exigencias de las normas de los cables. Para la realización de los ensayos se utilizarán sistemas de cañerías aislantes conteniendo en su interior la cantidad máxima de cables de características no propagantes del incendio y LSOH recomendada por la Tabla 771.12.IX. Para el cálculo de los volúmenes de material combustible, al volumen de los cables se sumará el de los caños.

- f) Bandejas portacables con cables según normas IRAM 2178, IRAM 2268 o IRAM 62266 y cumpliendo los requisitos de alejamiento dados en la Tabla 771.12.VI que se indica más adelante.

Nota 4: Sobre las bandejas portacables podrán instalarse además, dispuestos dentro de sistemas de cañerías metálicas, aislantes o conductos con caños rígidos o curvables, que cumplan con las prescripciones indicadas en este punto 771.12.3.4, conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267.

Nota 5: La instalación de bandejas portacables responderá a lo indicado en 771.12.3.9.

- g) Sistemas de cablecanales o conductos de material aislante, que cumplen con IEC 61084, de acuerdo con la Tabla 771.12.V que se indica más adelante.

Nota 6: Cuando se exija para el local la utilización de cables o conductores eléctricos con características de no propagación del incendio, baja emisión de humos y ausencia de halógenos (denominación LSOH), las canalizaciones a la vista deberán cumplir con las mismas exigencias de las normas de los cables. Para la realización de los ensayos se utilizarán sistemas de cablecanales o conductos aislantes conteniendo en su interior la cantidad máxima de cables de características no propagantes del incendio y LSOH recomendada por la Tabla 771.12.IX. Para el cálculo del volumen de material combustible, al volumen de los cables se sumará el de los cablecanales o conductos aislantes.

En la instalación de cañerías metálicas, cañerías aislantes y todo otro tipo de conducto, se deberá cumplir con las siguientes prescripciones:

- h) Toda cañería de largo igual o superior a 2 m deberá ser fijada a la pared como mínimo en tres puntos, por cada tramo de 3 m y mediante sujeciones adecuadas.
- i) Toda cañería con curvas debe ser fijada, a la entrada y a la salida de dichas curvas, con elementos de sujeción adecuados a no más de 0,2 m del vértice virtual.
- j) Toda cañería de largo inferior a 2 m deberá ser fijada a la pared por lo menos en dos puntos por medio de grapas adecuadas.
- k) Toda caja deberá ser fijada a la pared en por lo menos dos puntos.
- l) Toda cañería vinculada a una caja deberá tener un punto de fijación a la pared, a no más de 0,5 m de la caja.
- m) Las cañerías, cajas y gabinetes a instalar en ambientes húmedos deberán separarse de la pared una distancia mínima de 0,01 m.
- n) Toda canalización eléctrica debe ser instalada a más de 0,2 m de conductos de escape de gases calientes, chimeneas, conductos de calefacción u otra fuente de calor. 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 conducto caliente.
- o) Las canalizaciones a la vista no deberán instalarse en huecos de ascensores ni en lugares donde queden expuestas a deterioros mecánicos o ataque químico.



Tabla 771.12.IV - Requisitos mínimos para sistemas de cablecanales o conductos metálicos

1) Resistencia mecánica	MEDIA
2) Clasificación de temperatura	-5 °C
3) No propagante de la llama	SÍ
4) Con características de continuidad eléctrica	SÍ
5) Grado de protección IP mínimo según IRAM 2444:	
5.1) Interior de inmuebles y locales húmedos	IP413
5.2) Cuartos de baño	Ver Sección 701
5.3) Instalaciones a la intemperie (sin empleo de chorros de agua)	IP543
5.4) Locales mojados (sin empleo de chorros de agua)	IP543
5.5) Instalaciones a la intemperie o locales mojados, con empleo de chorros de agua	IPX53 o IPX63
5.6) Locales con vapores corrosivos	IP653
5.7) Locales polvorientos	IP613
5.8) Locales de ambiente peligroso	Ver Sección 760 (en estudio)
6) Protección contra el ataque de sustancias corrosivas o polutivas:	
6.1) Instalaciones en general	MEDIA (Interna y externa)
6.2) Instalaciones en ambiente peligroso o vapores corrosivos	ALTA (Interna y externa)
7) Protección contra la radiación solar:	
7.1) Canalizaciones en interior de inmuebles, protegidas de la radiación solar por estructuras permanentes en toda su extensión	BAJA
7.2) Canalizaciones a la intemperie o en interior de inmuebles con posibilidad de exposición a la radiación solar directa, reflejada o intermitente	ALTA
8) Cubierta o tapa removible sin necesidad de herramientas	SÍ

Tabla 771.12.V - Requisitos mínimos para sistemas de cablecanales o conductos de material aislante

1) Resistencia mecánica	MEDIA
2) Clasificación de temperatura	-5 °C
3) No propagante de la llama	SÍ
4) Con características de aislamiento eléctrico	SÍ
5) Grado de protección mínimo según IRAM 2444:	
5.1) Interior de inmuebles y locales húmedos	IP413
5.2) Cuartos de baño	Ver Sección 701
5.3) Instalaciones a la intemperie (sin empleo de chorros de agua)	IP543
5.4) Locales mojados (sin empleo de chorros de agua)	IP543
5.5) Instalaciones a la intemperie o locales mojados, con empleo de chorros de agua	IPX53 o IPX63
5.6) Locales con vapores corrosivos	IP653
5.7) Locales polvorientos	IP613
5.8) Locales de ambiente peligroso	Ver Sección 760 (en estudio)
6) Protección contra el ataque de sustancias corrosivas o polutivas:	
6.1) Instalaciones en general	MEDIA (Interna y externa)
6.2) Instalaciones en ambiente peligroso o vapores corrosivos	ALTA (Interna y externa)
7) Protección contra la radiación solar:	
7.1) Canalizaciones en interior de inmuebles, protegidas de la radiación solar por estructuras permanentes en toda su extensión	BAJA
7.2) Canalizaciones a la intemperie o en interiores con posibilidad de exposición a la radiación solar directa, reflejada o intermitente	ALTA
8) Cubierta o tapa removible sin necesidad de herramientas	SÍ

Tabla 771.12.VI - Distancias mínimas de alejamiento para bandejas portacables

Desde el solado (suelo)	2,20 m en dirección vertical
Desde cualquier punto normalmente accesible a las personas (ventanas, balcones, entresijos, plataformas, escaleras, etc.)	1,25 m en cualquier dirección

Nota 7: En caso de locales (unitarios) con acceso exclusivo de personal BA4 o BA5, estas distancias podrán ser menores.

771.12.3.5: Prescripciones particulares para instalaciones eléctricas ocultas sobre cielorrasos suspendidos

Podrán emplearse las canalizaciones del mismo tipo que las que se utilizan embutidas y a la vista. Para condiciones de instalación, ver [771.12.3](#), [771.12.3.1](#), [771.12.3.3.4](#) y las prescripciones de la presente cláusula.

Las canalizaciones ocultas sobre cielorrasos suspendidos podrán estar fijadas al techo o suspendidas del techo pero nunca apoyadas sobre el cielorraso suspendido de manera que su peso o esfuerzos de tracción o compresión no sean transmitidos a éste.



Para el caso de canalizaciones fijadas al techo (por ejemplo, losa), pueden emplearse las canalizaciones detalladas anteriormente, debiendo respetarse las indicaciones de fijación de cajas, conductos y distancias dadas para las canalizaciones a la vista (ver 771.12.3.4).

Cuando se trate de canalizaciones suspendidas desde el techo, no podrán emplearse los caños curvables y curvables autorrecuperables. Las canalizaciones deberán ser realizadas de forma tal que formen una estructura rígida, que no registre movimientos en sentido horizontal ni vertical, para lo cual, los elementos mecánicos de soporte entre techo y conducto y entre paredes y conductos (por ejemplo varilla de hierro, planchuela rígida de hierro, hierro ángulo, etc.) deben realizarse con sistemas que soporten tanto la acción de "tracción" (desconectar una ficha del tomacorriente instalado en la caja suspendida) como la acción de "compresión" producida al conectar la ficha al tomacorriente, sin que ninguna de estas acciones genere movimientos en la instalación.

Las canalizaciones deberán ser soportadas siguiendo los lineamientos de la cañería a la vista, es decir, para tramos de conducto de largo menores a 2 m los mismos deberán ser fijados en dos puntos a no más de 0,5 m de cada caja de paso, caja con tomacorriente, caja de derivación, etc. Para tramos de mayor longitud deberán efectuarse tres fijaciones, por cada tramo de 3m, dos de las cuales deberán estar a no más de 0,5 m de cada caja o unión y la tercera en el centro del tramo.

Los accesorios normalizados para estas canalizaciones serán los indicados para las instalaciones a la vista, es decir, serán construidos en acero cincado, aluminio, latón o material sintético, sin troquelados, que puedan removerse sin uso de herramientas, para el acceso de las cañerías. Asimismo podrán emplearse en estas instalaciones "ocultas" las cajas de chapa de hierro esmaltadas construidas según las normas IRAM 62224, IRAM 62005 e IRAM 2346 (en estudio), con troquelados que pueden retirarse sin el uso de herramientas.

771.12.3.6: Prescripciones particulares para canalizaciones bajo pisos elevados (pisos técnicos)

Podrán emplearse las canalizaciones del mismo tipo que las que se utilizan embutidas y a la vista. En cuanto a las cajas sólo se permiten las indicadas para instalaciones a la vista y las llamadas cajas de piso para dispositivos múltiples.

Además podrán emplearse los cables construidos según normas IRAM 2178, IRAM 2268 o IRAM 62266 sueltos bajo los pisos elevados o "pisos técnicos". Se dispondrán ordenadamente, respetando las distancias de separación entre sistemas. Los cables unipolares deberán atarse entre sí o fijarse al suelo (bajo el piso técnico) a intervalos no superiores a 1 metro y los correspondientes a la misma línea polifásica deberán agruparse adecuadamente para evitar desequilibrios o aumentos excesivos de su reactancia.

Nota: Para canalizaciones en pisos elevados o "pisos técnicos" las partes emergentes deben tener un grado de protección mínimo IPXX5, de acuerdo con la Norma IRAM 2444, o IK07 conforme a IEC 62262.

771.12.3.7: Conductos bajo piso

Son conductos no registrables, de material sintético, metálico u otros, que reúnen las siguientes condiciones:

- a) Ser no higroscópicos,
- b) poseer un grado de protección IP adecuado al uso (ver Norma IRAM 2444 o IEC 60529) y
- c) cumplir con IEC 61084 y responder a los ensayos relativos a los riesgos del fuego (ver Norma IRAM 2378 o IEC 60695).

El sistema debe instalarse de modo tal que sea accesible en todo su recorrido y deberán unirse a cajas de paso, tableros, u otras canalizaciones, sólo mediante dispositivos adecuados.

Deberá mantenerse una distancia útil mínima de 0,20 m entre el borde externo del conducto y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc.).

Si esta distancia no puede ser mantenida se deben separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego y al arco eléctrico y malos conductores del calor de por lo menos 50 mm de espesor.

Las autoridades de aplicación y/o las empresas prestatarias de otros servicios podrán especificar distancias mayores a las aquí establecidas.

La disposición de los conductores dentro del conducto se hará de forma que conserven su posición y adecuación a lo largo de su recorrido, asegurando que se mantenga la separación de los circuitos según se prescribe en esta Sección de la Reglamentación.

Las uniones y derivaciones de los conductores serán siempre accesibles.

Todas las masas, incluyendo las masas extrañas y las demás partes metálicas se conectarán al conductor de protección. No se admite el empleo del conducto metálico como conductor de protección. El conductor de protección se ubicará dentro del conducto.

No se admite la colocación de canalizaciones o cables sobre el nivel del solado (suelo) terminado. Se entiende por "solado terminado" el que habitualmente es pisado por las personas como resultado de su actividad habitual.

Como excepción sólo se permiten instalar apoyadas y fijadas sobre el solado las canalizaciones previstas para ese fin, como por ejemplo los cablecanales para piso que cumplan con IEC 61084.

771.12.3.8: Montaje de canalizaciones

771.12.3.8.1: Uniones entre conductos y vinculaciones entre conductos y cajas

Los conductos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados que no disminuyan su sección interna, que no generen discontinuidad alguna que pueda dificultar la colocación de los conductores y que aseguren su protección mecánica. Cuando se empleen conductos metálicos deberá garantizarse la continuidad eléctrica entre sus partes y el conductor de protección.

Los medios de vinculación entre conductos y cajas pueden estar incorporados por diseño y construcción a ellas, sea en forma permanente e inseparable (eventualmente con partes desfondables) o bien como partes móviles o insertables adecuadas al formato o a las medidas del conducto. Esta prescripción se aplica especial, pero no excluyentemente, a las canalizaciones a la vista.

771.12.3.8.2: Uniones entre cañerías y vinculaciones entre cañerías y cajas

Las vinculaciones de cañerías y cajas, salvo donde se indique lo contrario, deberán efectuarse mediante conectores o tuerca y boquilla. Estos accesorios deberán responder a las normas IRAM 2224/73 o IRAM 2005/72. Los accesorios de vinculación deberán ser metálicos si así lo fuese la canalización, mientras que en las canalizaciones de material sintético deberán utilizarse dispositivos de vinculación también sintéticos.

Nota 1: Las instalaciones a la vista deberán ser ejecutadas con tuerca y boquilla o como se indica en 771.12.3.4.

Nota 2: En zonas con efecto sísmico superior a la categoría AP1 (despreciable), en losas y cielorrasos suspendidos las uniones entre conductos y cajas deberán ser ejecutadas con tuerca, contratuerca y boquilla.

Los medios de vinculación entre cañerías y cajas pueden estar incorporados por diseño y construcción a ellas, sea en forma permanente e inseparable (eventualmente con partes desfondables) o bien como partes móviles o insertables adecuadas al formato o a las medidas del conducto. Esta prescripción se aplica especial, pero no excluyentemente, a las canalizaciones a la vista.

771.12.3.8.3: Colocación de cajas de paso, de derivación y de paso y derivación

Para facilitar la colocación y el reemplazo de conductores deberá emplearse un número suficiente de cajas de paso.

En tramos rectos y horizontales sin derivación se colocará como mínimo una caja cada 12 m y en tramos verticales un mínimo de una caja cada 15 m.

Para las canalizaciones indicadas en 771.12.3.4 las funciones de caja de paso se consideran cumplidas por la existencia de tapas de registro que satisfagan las condiciones indicadas precedentemente.

Las cajas de paso y de derivación deberán instalarse de modo que sean siempre accesibles.

Para las cañerías y conductos que atraviesan juntas de dilatación se deberán prever cajas de paso o registro a cada lado de la junta, ejecutándose la unión entre ellas con caño del tipo flexible de acero con vaina plástica y sus accesorios correspondientes.

771.12.3.8.4: Consideraciones para conductos y cañerías con forma de "U"

Cuando no sea posible evitar la colocación de conductos y cañerías en forma de "U" (por ejemplo en los cruces por debajo de los pisos) u otra forma que facilite la acumulación de agua, se colocarán únicamente cables con aislación y cubierta, conforme a las normas IRAM 2178, IRAM 62266 o IRAM 2268, en cañerías normalizadas de material sintético o metálico, en este último caso protegido adecuadamente contra la corrosión (por ejemplo hierro galvanizado o acero inoxidable, no admitiéndose el uso de caño de acero esmaltado). Esta prescripción debe aplicarse para los cruces que estén instalados en los pisos de planta baja y subsuelos o sótanos, quedando a criterio del proyectista su aplicación en pisos superiores.

Las cañerías y conductos serán protegidos contra el daño mecánico, de acuerdo con las prescripciones de la cláusula 771.12.3.3.



771.12.3.8.5: Curvas en las canalizaciones

Nota: Se define como curva en una canalización a cambios de dirección que, respetando los radios mínimos de curvatura de los cables y conductores, tengan ángulos interiores comprendidos entre 90 y 135°.

No se admitirán más de tres curvas de la canalización entre dos cajas consecutivas.

Las curvas realizadas en los caños de sección circular no deberán terminar en ángulos interiores menores que 90°, debiéndose tener en cuenta los radios mínimos de curvatura indicados en la Tabla 771.12.VII.

Tabla 771.12.VII - Radios de curvatura mínimos

Diámetro exterior [mm]	Cañerías			
	Curvables y curvables autorrecuperables		Rígidas (Curvables con ayuda de equipos)	
	Interior no liso (corrugado)	Interior liso	Aislantes	Metálicas
16	48	96	48	96
20	60	120	60	120
25	75	150	75	150
32	96	192	--	--
40	160	300	--	--
50	200	480	--	--
63	252	600	--	--

Tabla 771.12.VIII - Radios de curvatura para curvas construidas en fábrica

Para caño tipo liviano o semipesado		Radio de curvatura [mm]	
Diámetro nominal	Designación IRAM	Mínimo	Máximo
5/8"	CL/CR 16	35	45
3/4"	CL/CR 19	42	52
7/8"	CL/CR 22	50	55
1 "	CL/CR 25	59	69
1 ¼"	CL/CR 32	74	84
1 ½"	CL/CR 38	90	100
2"	CL/CR 51	120	130

Nota: CL: curva lisa; CR: curva roscada.

La distancia mínima entre dos curvas consecutivas no será menor que diez veces el diámetro exterior del caño.

Las curvas de los caños pueden realizarse por medio de accesorios específicos conforme a las normas IRAM respectivas.

Todo cambio de dirección en conductos de sección no circular debe realizarse por medio de los accesorios específicos que forman parte de la canalización correspondiente.

Como excepción se admite en locales con personal BA4 o BA5 la instalación de tramos rectos de caños "camisa" con curvas al aire, por cuyo interior se tiendan cables activos, conforme con las normas IRAM 2178, 62266 ó 2268. La altura mínima de montaje permitida será 2,5 m respecto del nivel del solado.

Si la canalización es metálica se deberá mantener la equipotencialidad del conducto en las curvas no protegidas mecánicamente por cañería, mediante tramos de conductor de protección (color verde-amarillo) fijados con terminal abulonado, de sección no menor a la mitad de la del conductor de protección que recorre la canalización, con un mínimo de 6 mm² y un máximo de 25 mm². De emplearse en instalaciones intemperie la cañería deberá ser de acero con adecuada protección anticorrosiva (galvanizado por inmersión en caliente, inoxidable, etc.) o de material sintético con protección contra la radiación ultravioleta. De la misma forma, si los cables no tienen protección contra dicha radiación, en las curvas, o donde queden expuestos, deberá protegérselos de los ultravioletas por algún método adecuado. Además, en los caños metálicos, los extremos deberán rematar en boquillas.



En los casos de bandejas pintadas, el punto a utilizar como borne de conexión de tierra 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 según normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267, de color verde y amarillo, o con aislación y vaina o envoltura según normas IRAM 2178 o 62266; para este último caso la envoltura deberá ser de dichos colores. Si no lo fuera, deberá identificarse con cinta bicolor verde y amarillo cada 1,5 m de longitud del cable. Los conductores aislados podrán ser instalados indistintamente en los largueros del lado interno de la bandeja o en el fondo de la misma, preferentemente recostado sobre un lateral.

El conductor de protección deberá ser tendido sin interrupciones a lo largo de la bandeja; no obstante si el largo del tendido o ampliaciones de la instalación u otras razones obligaran a efectuar empalmes, los mismos se efectuarán utilizando uniones o grapas normalizadas o uniones por soldadura cuproaluminotérmica. Las uniones no se fijarán en el punto de empalme a la bandeja.

Al conductor de protección aislado se le deberán retirar las aislaciones y las vainas de protección cuando las posea, sin cortar las cuerdas del conductor, en los puntos en que se lo fije a la bandeja.

Cuando tanto al conductor desnudo como al aislado se lo instale sobre los largueros se deberá fijar a los mismos con grapas de tierra que formen parte de los herrajes o accesorios del sistema o con grapas construidas al efecto que aprieten y fijen adecuadamente al conductor de protección contra la superficie de la bandeja.

Cuando al conductor PE aislado se lo instale sobre el fondo de la bandeja, la conexión equipotencial de la misma se logrará derivando con grapas adecuadas un tramo de conductor de igual aislación y color que el conductor de protección hasta el larguero más cercano donde se lo fijará con terminal abulonado y cuya sección no deberá ser menor que la mitad de la del conductor de protección al que está conectado, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, la sección podrá ser limitada a 25 mm² de cobre.

Cuando una bandeja es recorrida por cables de un mismo usuario, el conductor de protección podrá ser de uso común (utilización compartida). En estos casos su sección se calculará según la expresión indicada en 771.19.2.2.3, aplicada al cable de mayor sección que recorre la bandeja, pero no podrá ser menor que la sección que surja de aplicar la Tabla 771.18.III al conductor activo de mayor sección que la recorra (por ejemplo, si en una bandeja coexisten cables de 4, 6, 10 y 16 mm² la sección del conductor de protección no podrá ser menor que 16 mm²; si la bandeja es compartida por cables de 4, 6, 10, 16 y 35 mm², la sección del conductor de protección no podrá ser menor que 16 mm² y si por ejemplo la bandeja es compartida por cables de 6, 10, 16, 35 y 95 mm², la sección del conductor de protección no podrá ser menor que 50 mm²).

Para el dimensionamiento del ancho de las bandejas que transporten cables de alimentación de tableros, motores o equipos, cables de circuitos de tomacorrientes, cables de circuitos de iluminación, cables de circuitos de comando o control en cualquier proporción, se deberán sumar los diámetros externos de todos los conductores, más los espacios de separación entre ellos según el criterio de cálculo adoptado para la corriente admisible (ver 771.16.2), más un espacio de reserva no inferior al 20 %, no permitiéndose más que una capa de cables, con la sola excepción de los cables unipolares, que cuando se agrupan en formación triangular (tresbolillo o trébol) o cuadrada, formando un sistema no se los considera como teniendo dos capas.

Cuando en cambio una bandeja portacable sólo contenga cables de comando, control y señalización, se aceptará que la sección transversal de la bandeja esté ocupada hasta un 40 % de la sección transversal útil de la misma, para bandejas de una altura del lateral no superior a los 100 mm.

Cuando una sola bandeja no pueda contener a todos los cables previstos, con su reserva, se deberán instalar otras líneas de bandejas al lado (en el mismo plano, con separación o sin ella) o en otros planos con una separación mínima de 0,3 m entre cada una. Esta distancia podrá disminuirse hasta un mínimo de 0,2 m, aplicando los factores de corrección establecidos.

Si durante la instalación se hacen curvas, quiebres o modificaciones, deben realizarse de manera que se mantenga la equipotencialidad a tierra del sistema de bandejas a través del conductor de protección y se mantenga el apoyo de los cables. Además se deben proteger de la oxidación las zonas afectadas por los trabajos de modificación, por medio de pinturas anticorrosivas u otros medios.

Cuando los cables pasen de una bandeja a otra o de una bandeja a otra canalización o a un equipo (tablero, máquina, etc.) donde los cables finalizan conectados, la distancia a mantener entre bandejas, o entre las bandejas y los equipos, no excederá 1,5 m.

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



Cuando exista discontinuidad mecánica o conductiva entre las bandejas o entre las bandejas y la canalización o entre las bandejas y el tablero o equipo se deberá asegurar la equipotencialidad y/o la puesta a tierra de ellos efectuando una conexión de los mismos al conductor equipotencial de protección.

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

Cuando los cables entren desde la bandeja a otras canalizaciones, envolventes o tableros se deben instalar apoyos o soportes que eviten esfuerzos sobre los mismos.

En las partes o tramos en los que se requiera mayor protección, se deben instalar tapas protectoras de un material compatible con el de la bandeja de cables.

En ningún caso los accesorios de fijación de artefactos, equipos o cañerías tendrán bordes filosos que pongan en peligro las aislaciones de los cables. Las bandejas podrán instalarse suspendidas del techo o estructura y soportadas con grapas de suspensión o perfiles adecuados, podrán instalarse apoyadas sobre perfiles asegurados adecuadamente a columnas fijadas al piso y construidas con caño o perfil o podrán instalarse apoyadas sobre ménsulas fijadas a la pared.

Cualquiera sea el método de soporte, a estos se le deberá incorporar algún elemento que fije a las bandejas por algún método apropiado que impida su movimiento transversal y que evite que se desmonte del apoyo. En todos los casos las ménsulas deberán fijarse a las paredes o columnas con por lo menos dos elementos de fijación.

En los casos de montaje suspendido se evitará el movimiento lateral o longitudinal (pendular), realizando al sistema de bandejas, fijaciones que impidan tal desplazamiento.

En los casos en que la suspensión del tramo de bandeja se efectúe apoyando la bandeja sobre dos tramos de algún tipo de perfil deberá evitarse el desplazamiento lateral de la bandeja sobre el perfil, con por lo menos una fijación por tramo entre bandeja y perfil con grapas adecuadas. Esto debe realizarse también en los casos en que se empleen perfiles de apoyo de un largo mayor que el ancho de la bandeja misma (por ejemplo para aprovechar el espacio sobrante para apoyo de cañerías u otras canalizaciones).

Cuando las bandejas se instalen apoyadas sobre columnas de caño metálico montadas sobre el piso o columnas construidas con perfiles, se permite emplear a dichos soportes verticales como canalización para los cables tendidos sobre bandejas.

Cualquiera sea el método de sustentación, las bandejas, sus accesorios y sus soportes deberán cumplir con los ensayos indicados en IEC 61537. Además se deberá verificar en obra, que los soportes, con la máxima carga establecida para cada uno de ellos en la mencionada IEC 61537, no puedan ser arrancados de sus puntos de apoyo en pared de mampostería, de hormigón, etc.

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.

Las bandejas portacables deben tener resistencia y rigidez suficiente para que ofrezcan un apoyo adecuado a todos los cables instalados en ellas y cuando se le realicen modificaciones en obra se le deben eliminar todos los bordes afilados, rebabas o salientes que pudieran haber quedado y que puedan dañar las aislaciones o vainas de protección de los cables.

En todos los casos se deberán emplear en la construcción de las grapas materiales resistentes a la corrosión, tales como grapas de cobre, bronce o latón con algún tratamiento superficial, como el estañado u otros que resistan la agresión química, la oxidación, la formación de pares electrolíticos, etc.

Se permite que en una bandeja de cables existan empalmes realizados y aislados con métodos normalizados, siempre que sean accesibles y no sobresalgan de los largueros laterales.

Los cables se deben sujetar adecuadamente a las bandejas, cada dos metros como mínimo para cables multipolares y cada 1,5 m como mínimo para cables unipolares, ya sea por el empleo de grapas de fijación o por ataduras, mediante precintos plásticos adecuados. Si se tendieran cables unipolares y se decidiera emplear grapas de fijación ferrosas deberán elegirse aquellas que posean entrehierro, para evitar el cierre de los circuitos magnéticos.

Cuando los cables que ingresan o egresan de las bandejas lo hacen por dentro de caños o conductos empleados como apoyos o protección contra daños físicos, no es necesario instalar una caja de paso. El único requisito es que el conducto o cañería tenga sus extremos abocardados o protegidos de bordes filosos por dispositivos adecuados, por ejemplo boquillas y que tenga un sistema de fijación adecuado a la bandeja.



771.12.3.9.3: Prescripciones de instalación de bandejas portacables en función de las influencias externas

En los lugares donde no exista personal calificado o donde circulen personas no calificadas (BA1, BA2 y BA3) las alturas mínimas de montaje serán: 2,2 m en interiores, 3,5 m en exteriores y 4 m donde exista circulación vehicular.

Con excepción de las viviendas y oficinas (unitarias), en los locales donde exista personal calificado (BA5) e instruido (BA4) y que esté alertado sobre los peligros de las instalaciones eléctricas, se podrán reducir las alturas citadas siempre que ello no genere situaciones de peligro, o entorpezca el desenvolvimiento o la circulación de personas o vehículos. En estos casos las bandejas deberán tener adecuada protección contra los impactos que puedan ser producidos por la circulación de máquinas, vehículos y movimiento de materiales.

En las bandejas que vinculen verticalmente tableros, máquinas o equipos con otras canalizaciones o equipos ubicados a mayor altura, se deberán instalar tapas, con el fin de proteger a los cables, hasta por lo menos una altura de 2,2 m, medida desde el nivel de piso terminado. Lo mismo debe efectuarse en las bandejas que estén a una altura menor a 2,2 m. Dichas tapas podrán ser ventiladas o ciegas y dicha situación debe ser contemplada en el cálculo de la corriente admisible de los cables.

Para evitar o disminuir la propagación del fuego o de los productos de la combustión, las instalaciones eléctricas en espacios tales como columnas montantes, espacios huecos y similares, deben realizarse de manera tal que no aumente de modo significativo la posibilidad de propagación del fuego o de los productos de la combustión en caso de incendio. Todas las aberturas alrededor de los cables que pasen por paredes, tabiques, suelos o techos ignífugos se deben sellar con métodos y materiales adecuados que les permitan mantener su clasificación ignífuga (ver nota 6 a la [Tabla 771.12.I](#)).

Las bandejas de cables pueden prolongarse horizontalmente a través de paredes y tabiques o verticalmente a través de techos, losas y plataformas en lugares mojados o secos cuando su instalación, completa con los cables, esté realizada de acuerdo con los requisitos del párrafo anterior.

No se permite el empleo de bandejas portacables en lugares 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 la instalación es a prueba de explosión (ver Sección 760 en estudio) y [Anexo 771-B](#).

En los locales en que se manipulen polvos combustibles en proporciones menores a las proporciones inflamables, se deberá colocar un deflector de polvos (tapa con pendiente o similar), de modo que su acumulación no se produzca sobre los cables.

En ambientes sucios, por emisión de polvos, virutas, pelusas, etc. y donde se haya previsto el empleo de bandejas de chapa perforada o de fondo sólido, sólo se permite el empleo de las mismas cubiertas con tapa ciega o sin ventilación. De no ser así sólo se podrán emplear en esos ambientes, bandejas tipo escalera con los cables separados entre sí por lo menos un diámetro.

En cualquier caso, la corriente admisible de los cables a emplear se deberá calcular considerando la respectiva situación de instalación.

En los lugares o ambientes con vapores corrosivos, como por ejemplo dentro de las salas de baterías o en los lugares donde se exijan canalizaciones de material aislante, se deberán emplear bandejas portacables no metálicas o de materiales aislantes adecuados al ambiente, construidas con materiales autoextinguibles y que cumplan los ensayos de contribución al fuego y de no propagación de la llama de IEC 61537.

Las zonas costeras vecinas a lugares marítimos, se considerarán zonas de alta contaminación salina, al igual que lugares específicos como salinas y en ellas se deberán emplear canalizaciones que no sean afectadas por estas condiciones ambientales.

En las instalaciones a la intemperie o recintos de ambientes húmedos o mojados, que empleen bandejas de fondo sólido, éstas deberán instalarse con una pendiente mínima del 1 % hacia puntos de drenaje. Para este tipo de instalaciones se requiere emplear bandejas y accesorios que no se vean afectados por la humedad: bandejas de material sintético, de acero inoxidable, de chapa de hierro galvanizada en caliente u otro método anticorrosivo garantizado.

Todo cable según normas IRAM 2178 e IRAM 62266 y conductores según normas IRAM NM 247-3 e IRAM 62267 (como conductor de protección) y tendido sobre bandeja a la intemperie en lugares expuestos al sol, deberá ser protegido de la radiación ultravioleta tapando la bandeja en forma adecuada, con una tapa removible con ventilación tipo persiana, adecuadamente fijada a la bandeja en cuatro puntos por tramo de tapa por lo menos.

Este requisito u obligación de llevar tapa no será exigible si los cables están diseñados e identificados como resistentes a la luz del sol y a los rayos ultravioleta.

Esta situación de instalación del cable deberá ser tenida en cuenta en el momento de su dimensionamiento en función de la corriente admisible, debido a la menor corriente que puede transportar en esta forma de montaje.

Nota: Los cables de PVC según las normas IRAM NM 247-3, 2178, 62266 y 62267, no son resistentes a la radiación ultravioleta.

771.12.3.10: Perfiles registrables

771.12.3.10.1: Instalación de canalizaciones formadas por perfiles registrables (perfil C)

Se define como canalización tipo canal a aquella canalización registrable (como la conocida con el nombre de perfil C) y sus accesorios, destinada a ser montada sobre una superficie, o a ser suspendida de una estructura, con sus accesorios asociados para la instalación de conductores y cables, construidas de metal y protegidas contra la corrosión de forma que se puedan emplear en ambientes secos y húmedos. El tratamiento anticorrosivo podrá ser por galvanizado, por esmaltado, o bien podrán ser de acero inoxidable o de acero recubierto de PVC o podrán ser de aluminio o de alguna de sus aleaciones. Las tapas podrán ser metálicas o de material aislante y deberán emplearse herramientas para ser retiradas. Para esta Reglamentación se considera una canalización tipo canal aquellas cuyas dimensiones máximas interiores son 50 mm de base x 50 mm de altura.

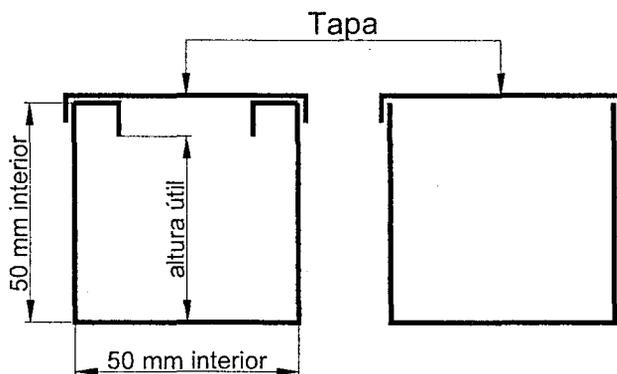


Figura 771.12.A – Perfil C típico (perfil registrable)

Cuando alguna de las dimensiones supere los valores indicados, o cuando el canal no lleve tapa, los perfiles registrables serán considerados como bandejas de fondo sólido. La tapa, si existiera, será removible mediante el uso de herramientas.

Se permite instalar canalizaciones tipo canal:

- (1) en instalaciones a la vista o expuestas;
- (2) en lugares húmedos;
- (3) en lugares expuestos a vapores corrosivos, cuando estén protegidas por un revestimiento o acabado que se considere adecuado para esas condiciones;
- (4) en instalaciones cuya tensión máxima sea de 400 V entre conductores de línea o de 230 V contra tierra;
- (5) como columnas o postes eléctricos;
- (6) como tramos continuos que atraviesen paredes, tabiques y pisos si las bandas o placas que sellan la canalización se pueden remover desde ambos lados y si la parte de la canalización dentro de la pared, tabique o piso permanece cubierta;
- (7) cuando estén construidas de material ferroso y protegidas contra la corrosión únicamente por esmalte sólo se podrán emplear en interiores y en lugares no expuestos a condiciones corrosivas severas;
- (8) para alimentar circuitos de iluminación de uso general o de uso especial;
- (9) para alimentar circuitos de tomacorrientes de uso general o de uso especial;
- (10) para alimentar otros circuitos como los ITE, OCE, ACU, ATE, APM y
- (11) para alimentar los MBTF y MBTS con las restricciones establecidas en otras cláusulas.



No está permitido utilizar canalizaciones tipo canal:

- (a) En instalaciones ocultas (salvo en aquellos lugares en donde se hayan previsto puntos de acceso y registro, tal como se indica en 771.12.3.9).
- (b) En áreas (clasificadas) peligrosas (áreas con riesgo de explosión).
- (c) Cuando estén construidas de material ferroso y protegidas contra la corrosión únicamente por esmalte no se podrán emplear en lugares expuestos a condiciones corrosivas severas.

Los tramos de canal deberán ser unidos entre sí por medio de uniones (conocidas como cuplas de unión) con dos fijaciones por cada una como mínimo.

Una canalización de tipo canal ya sea montada sobre una superficie, ya sea suspendida, se soportará mediante apoyos externos al canal a intervalos que no superen los 3 m y a menos de 60 cm de cada caja de salida, tablero, gabinete, caja de empalmes o cualquier otra terminación de la canalización. No obstante lo anterior, en determinadas instalaciones puede ser recomendable realizar dos soportes por cada 3 m, con distribución simétrica de dichos apoyos.

En el caso que el canal se apoye sobre columnas fijadas al piso, se permite que las columnas de apoyo queden separadas como máximo a 3 m una de otra, siempre que la unión de los dos canales de 3 m cada uno se efectúe con cuplas de unión con cuatro fijaciones mínimas y de suficiente rigidez, como para que el conjunto de los dos perfiles acoplados no sufra deformación visible en el punto de unión. Para mayores distancias de separación entre columnas se exigirá en la memoria técnica el cálculo mecánico con la carga que se indica a continuación.

Los soportes y los canales, cualquiera sea el tipo de montaje, deberán ser dimensionados de forma que toleren sin deformaciones ni arrancamiento el peso de las luminarias (si las hubiera), más el peso propio de los canales y de las cañerías que soporten, más el de los conductores y cables, más 80 kg aplicados en el punto medio entre ambos soportes.

771.12.3.10.2: Cableado

En los canales o perfiles indicados en esta Cláusula, se podrán emplear los conductores aislados que cumplan con las normas IRAM NM 247-3 e IRAM 62267 sólo en el caso que se empleen perfiles con tapa.

En cambio, se podrán emplear cables del tipo permitido para las bandejas, es decir aquellos que cumplen con las normas IRAM 2178, IRAM 2268 e IRAM 62266 en todos los canales, ya sea que lleven tapa o no.

Independientemente de que los perfiles lleven tapa o no, el conductor de protección PE deberá ser aislado color verde y amarillo y cumplir con las normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267.

Si por dentro de los canales se tienden sólo cables multipolares (conductores aislados y con cubierta, normas IRAM 2178, IRAM 2268 e IRAM 62266) que incorporan el conductor de protección, se deberá tender adicionalmente un conductor aislado de protección verde y amarillo para la equipotencialización de protección del canal.

En el interior del perfil podrán alojarse conductores aislados y cables sin limitación de número de circuitos y hasta alcanzar un llenado que no debe superar el 45 % de ocupación, si las cuplas de unión de los tramos de perfil son instaladas en el exterior del perfil, o el 35 % si las cuplas de unión son interiores. En cualquier caso, para la determinación de las corrientes admisibles, se deberán aplicar los factores de corrección correspondientes a la cantidad de circuitos, cables o conductores presentes.

Se permite hacer empalmes y derivaciones de conductores en los perfiles o canales siempre que sean accesibles después de su instalación a través de una tapa desmontable. Los conductores, incluidos los empalmes y derivaciones, no ocuparán más del 75 % del área transversal de la canalización en ese punto. Todos los empalmes y derivaciones se harán por métodos que aseguren la calidad de la aislación.

Cuando por dentro del perfil C se tiendan conductores aislados y se prevea alimentar tomacorrientes, los mismos deberán estar montados dentro de cajas fijadas al canal y la alimentación de los tomacorrientes deberá efectuarse como derivación (con conductores aislados o cable, según sea el tipo de instalación) desde los conductores aislados que forman el circuito, no permitiéndose el concepto de conexión en serie o guirnalda ya que no se deben emplear los bornes de los tomacorrientes como bornera de continuación de circuito.

Cuando en lugar de conductores aislados, se emplee por dentro del perfil C alguno de los cables permitidos, la alimentación a las cajas conteniendo tomacorrientes montadas sobre el perfil C se deberá efectuar con conductores o cables derivados desde cajas con bornes, ubicadas adyacentes a las de tomacorrientes (pudiendo emplearse también una caja que contenga tanto los bornes como el tomacorriente), dado que los bornes de los tomacorrientes (aún los bornes dobles) pueden no tener la capacidad de conducir la totalidad de la corriente del circuito, si se los emplea como bornes de entrada y salida.



Tanto las cajas con bornes como las que contienen a los tomacorrientes, deberán estar fijadas adecuadamente al conducto, ser del tipo "sin agujeros preestampados" y tener el grado IP adecuado al local.

Se podrán emplear en esta aplicación tomacorrientes normas IRAM 2071 de 2x10+T o 2x20+T o IRAM-IEC 60309 o IEC 60309 de hasta 3x32+N+T.

Cuando desde el perfil C se prevea suspender luminarias, éstas deberán montarse de modo tal que no provoquen sobreelevación de temperatura en los conductores o cables instalados en el interior del perfil C. Si la alimentación a las luminarias se efectúa como conexión fija, se deberán emplear cables con cubierta de los permitidos para ser empleados en bandeja, adecuadamente protegidos en su salida del conducto y/o caja con prensacables.

Si la alimentación a las luminarias se efectúa como conexión móvil, a través de ficha, se permite el empleo de cables de conexión que respondan a Norma IRAM NM 247-5. En estos casos, cuando se empleen por dentro del perfil, conductores aislados y tomacorrientes dentro de cajas fijadas al canal, la alimentación de los tomacorrientes deberá efectuarse como derivación desde los conductores aislados que forman el circuito.

Los conductores aislados que forman cada circuito, tanto monofásico como trifásico, serán agrupados por circuito, incluyendo al correspondiente conductor neutro. Los grupos así formados serán precintados y marcados para identificar el circuito, a intervalos iguales o inferiores a 1 m.

No se permite instalar los circuitos por dentro de la línea de luminarias.

En los casos en que un conjunto de luminarias acopladas, formen un sistema y estén certificadas por IEC 60598, se permitirá la alimentación de una de ellas, desde la cual se alimentarán las restantes por un método apropiado (por ejemplo borneras enchufables), sin que se considere en este caso que el circuito transita por dentro de las luminarias. Se deberá respetar la cantidad de luminarias a acoplar que indique el fabricante, para no exceder la corriente asignada de los bornes de acoplamiento como así también de los conductores internos de vinculación.

No se permite emplear el canal como conductor de protección, por lo cual el canal debe ponerse a tierra en forma específica. Para ello se deberá tender por el interior del perfil un conductor aislado verde y amarillo, que no debe ser interrumpido, como conductor PE de protección que se empleará para poner a tierra en toda su extensión el perfil, a razón de una conexión al conductor de protección por tramo o fracción y para poner a tierra los bornes de tierra de cada tomacorriente cuando se empleen. Las conexiones deberán efectuarse mediante un tramo de PE en derivación y fijarse al canal mediante terminal y tornillo roscado, o mediante otro método que garantice la misma calidad de conexión. No se permite la conexión a los tornillos o bulones de las cuplas.

La sección del tramo de conductor de protección que se debe conectar al borne de tierra de cada tomacorriente, debe ser como mínimo 2,5 mm² y la sección de los restantes conductores de protección o de los conductores equipotenciales debe ser calculada o determinada según lo indicado en el [Anexo 771-C](#).

771.12.3.11: Canales de cables

Los canales de cables son huecos realizados en el piso de una construcción o inmueble, y que tienen como finalidad alojar cables o canalizaciones (cañerías, bandejas o conductos) para uso eléctrico de potencia, de control, de datos o de bajas tensiones.

Los muros de los canales serán de ladrillo u hormigón y el piso será de hormigón o concreto con tratamiento hidrófugo, y su terminación interior será de estuco o enlucido de grano fino con cemento. Las aristas superiores deberán protegerse contra golpes que puedan provocar roturas o desmoronamientos mediante perfiles metálicos de por lo menos 50 mm x 50 mm x 4,5 mm con trabas.

Los canales deberán estar contruidos en forma recta y sus paredes mantendrán la verticalidad y el paralelismo en todo su recorrido.

Cuando por la sección de los cables se requiera efectuar curvas las mismas podrán realizarse con tramos cortos de canales rectos.

Las canalizaciones por medio de canales podrán emplearse tanto en recintos internos como a la intemperie.

Cualquiera sea el caso los canales deberán tener una pendiente mínima de 0,25 % hacia un sector de drenaje construido al efecto para facilitar la eliminación rápida del agua que llegue por condensación, filtraciones o falta de hermeticidad.

En los canales a la intemperie deberán construirse las tapas de forma adecuada, para que garanticen la hermeticidad como mínimo con un grado de protección IP44.



No se permite el empleo de canales de cables en áreas clasificadas como peligrosas.

En los canales deben utilizarse cables que cumplan con las normas IRAM 2178, 2268 y 62266. También es admitido el empleo de cañerías por dentro de los canales, con conductores conforme a Norma IRAM NM 247-3. Para la determinación de la corriente admisible de estos cables y conductores, ver Capítulo 52 de AEA 90364.

Para los conductores de protección podrán adoptarse las siguientes soluciones:

a) aislados, que cumplan con las normas IRAM NM 247-3, 62267, 2178 y 62266 en los que la aislación de los dos primeros y la envoltura en el caso de los dos restantes deberá ser bicolor verde y amarillo. Si los que cumplen con IRAM 2178 y 62266 no tuvieran envoltura verde-amarillo, deberán identificarse con cinta bicolor verde y amarillo cada 1,5 m de longitud de cable.

b) desnudos, en caso de adoptarse bandejas portacables como apoyo de los cables en el fondo o sobre los laterales, si a dicho conductor desnudo se lo instala apoyado en los largueros del lado interno de las bandejas y sin riesgo de tomar contacto con bornes bajo tensión.

c) planchuelas o pletinas desnudas adecuadamente fijadas sobre las paredes o piso del canal.

Los cables deberán colocarse apoyados en el fondo del canal, sobre perchas o ménsulas fijadas sobre las paredes laterales del canal, o sobre un bastidor central o sobre bandejas portacables (apoyadas sobre el fondo, o sobre los laterales), ordenadamente, evitando los cruces y tratando de mantener su posición relativa, y no permitiéndose más que una capa de cables, con la sola excepción de los cables unipolares, que cuando se agrupan en formación trébol o cuadrada, formando un sistema no se los considera como teniendo dos capas (se deberán respetar las consideraciones efectuadas en la cláusula 771.12.3.9).

Los cables se deben sujetar adecuadamente a las bandejas, cada dos metros como mínimo para cables multipolares y cada 1,5 m como mínimo para cables unipolares, ya sea por el empleo de grapas de fijación o por ataduras, mediante precintos plásticos adecuados. Si se tendieran cables unipolares y se decidiera emplear grapas de fijación ferrosas deberán elegirse aquellas que posean entrehierro, para evitar el cierre de los circuitos magnéticos.

Los cables que deban salir del canal para alimentar máquinas, tableros, motores, etc. lo deberán hacer por dentro de canalizaciones adecuadas, protegiendo las salidas con boquillas o prensacables. Si las salidas se realizan a través de un corte en la mampostería del canal, se deberá evitar que los cables apoyen sobre aristas, para lo cual se deberán construir planos inclinados de apoyo.

Los canales deberán ser tapados en todo su recorrido con tapas antideslizantes de hormigón armado, de acero rayado o de otro material que asegure una resistencia mecánica a la carga del tránsito que debe soportar.

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 tapa debe ponerse a tierra, derivando una conexión de cada uno de los tramos de tapa al conductor o barra de protección presente en el canal. Las secciones de estas conexiones deberán cumplir las prescripciones citadas para los conductores equipotenciales.

771.12.3.12: Consideraciones particulares para columnas montantes

Nota 1: Para el régimen de propiedad horizontal, ver Sección 772 de esta Reglamentación (a la fecha de edición de la presente Sección 771, la Sección 772 se encuentra en estudio, por lo que hasta tanto la misma no esté editada se aplicará lo indicado en la presente subcláusula).

771.12.3.12.1: Definición

En todo inmueble, sea de vivienda unifamiliar, propiedad horizontal para vivienda, oficina o local (unitario), con más de una planta en altura, es común que se encuentre el tablero principal, o el tablero seccional general, en la planta baja o en un subsuelo (garaje, cochera, sala de medidores, etc.).

En esos casos es habitual que la distribución desde el tablero principal, o desde el tablero seccional general, hasta los restantes tableros seccionales, ubicados en los diferentes pisos o plantas del edificio, se efectúe con canalizaciones embutidas o a la vista que recorren verticalmente en forma conjunta el edificio, formando una columna (eléctrica) que se la conoce como columna montante. Esta columna montante puede estar destinada a usos eléctricos, de telefonía, de datos, video, u otros sistemas de señales o de muy baja tensión. En muchos proyectos se destina un conducto vertical de mampostería o cámara de aire para albergar a las canalizaciones de la columna montante. Ese espacio se lo llama habitualmente, en el ámbito de la arquitectura, pleno.



La columna montante puede estar realizada con cañerías, conductos, bandejas portacables o canalizaciones prefabricadas (blindobarras o similares) y deberá tener en cada piso puertas o tapas de acceso para inspecciones y/o derivaciones.

771.12.3.12.2: Clasificación

a) Columnas montantes abiertas

Las columnas montantes se consideran abiertas en relación con la propagación del incendio, el efecto de los gases tóxicos y los humos opacos, cuando las canalizaciones aislantes o los cables se encuentran dispuestos a la vista o cuando, estando ocultos, no existe un cerramiento con un grado de protección mínimo contra el fuego equivalente a F60 o igual a la del local donde están situadas y el grado de protección es inferior a IP54.

b) Columnas montantes cerradas

Las columnas montantes se consideran cerradas cuando:

1. Las canalizaciones están formadas por cañerías o conductos metálicos a la vista, en las que las cajas de paso, cajas de derivación o cajas de paso y derivación, tienen un grado de protección mínimo contra el fuego equivalente a F 60 o igual a la del local donde están situadas y el grado de protección no es inferior a IP54.
2. Una envolvente o cerramiento general con un grado de protección mínimo contra el fuego equivalente a F 60 o igual a la del local donde está situada la envolvente, y con un grado de protección no inferior a IP54, que contenga a las canalizaciones abiertas. El cerramiento poseerá tapas de registro o inspección con sellos adecuados para asegurar el mantenimiento del grado de protección requerido contra el fuego.

c) Columnas montantes embutidas

Las columnas montantes embutidas son aquellas en las que las canalizaciones son embutidas y poseen a lo largo de su recorrido cajas de paso o registro que mantengan un comportamiento frente al fuego y grado de protección IP iguales a los establecidos para las columnas montantes cerradas.

771.12.3.12.3: Prescripciones

Los requisitos para todos los circuitos en la columna montante y en las cajas de paso y derivación son:

- a) Las canalizaciones y los conductores serán elegidos de acuerdo con las influencias externas a las que estarán sometidos (ver Tabla 771.12.I).
- b) Identificación por medio de colores, letras, números o una combinación de ellos.
- c) No entrecruzar los conductores de los distintos circuitos.
- d) Cuando se construyan columnas montantes con bandejas portacables y cables, los mismos deben responder a las normas IRAM 2178, IRAM 2268 e IRAM 62266, con excepción del conductor de protección (PE), que puede responder a las normas citadas, o a las normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267, o ser desnudo.
- e) Los cables de potencia y de señales débiles que recorran el interior de edificios expuestos al aire por una longitud mayor a 2,5 m, deberán satisfacer el ensayo de no propagación del incendio definido por la Norma IRAM NM IEC 60332-3-24 o IEC 60332-3-24 para la categoría "C".
- f) Se dispondrán los elementos necesarios para sellar los agujeros de paso entre diferentes pisos del edificio. Los materiales de sellado deberán poseer una resistencia al fuego por lo menos equivalente a la del material desalojado en la construcción del pleno (ver nota 6 de Tabla 771.12.I).
- g) Es recomendable que las columnas montantes sean previstas en plenos o conductos específicos. De no ser posible deberán ser separadas de los otros servicios en forma efectiva. Los conductos o las separaciones han de asegurar una protección contra contactos eléctricos equivalente a la de las cubiertas o envolturas.
- h) El conductor de protección debe acompañar al o a los circuitos correspondientes a un mismo medidor, no debiendo compartirse entre circuitos correspondientes a distintos medidores.

Se muestran a continuación en las figuras 771.12.B, 771.12.C y 771.12.D ejemplos de inmuebles de varios usuarios (varios medidores) con conductores de protección independientes.

- i) Se debe tener en cuenta lo indicado en 771.18.5 t) sobre el diámetro mínimo de cañerías en montantes.

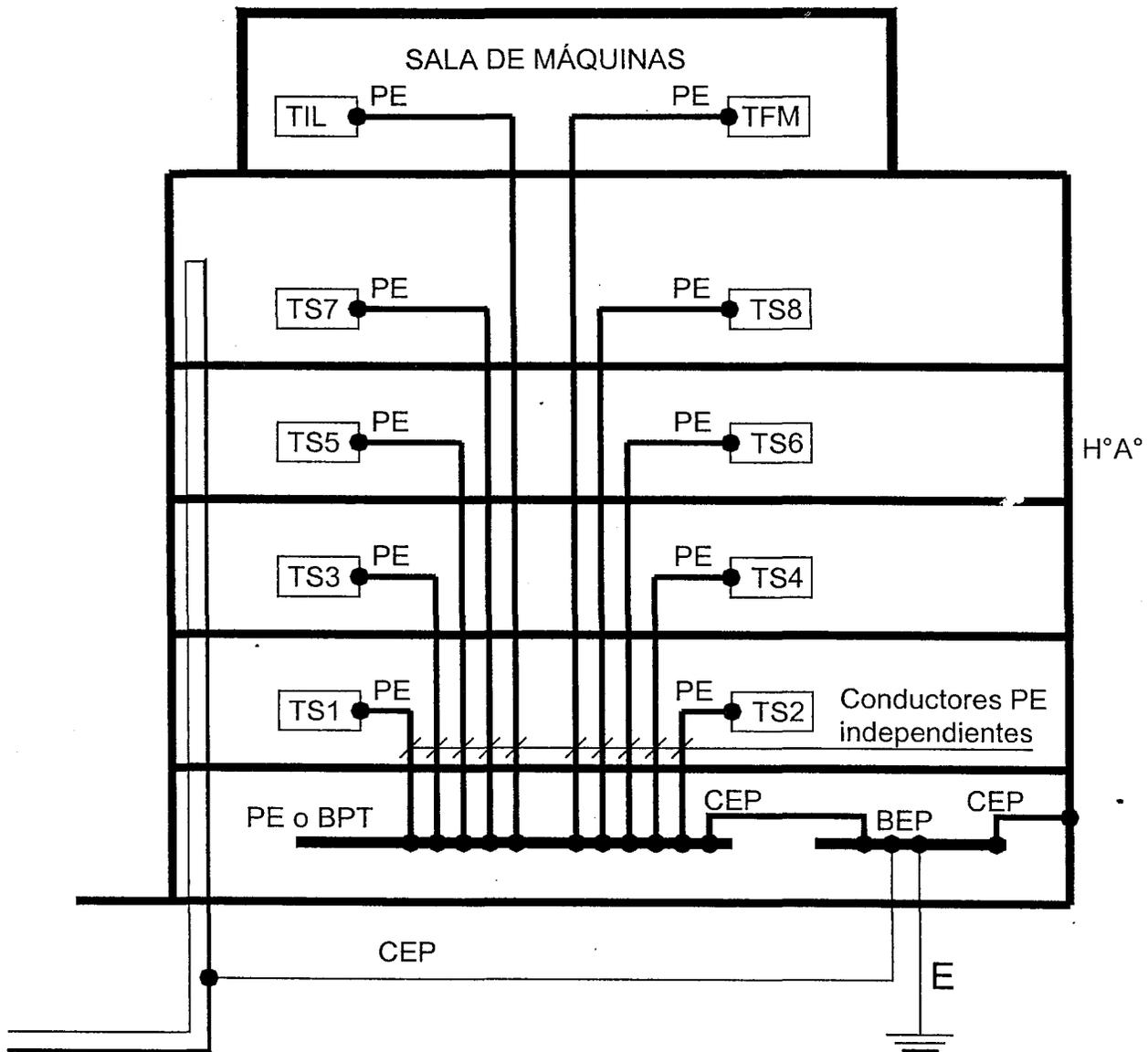


Figura 771.12.B - Ejemplo de inmueble con varios usuarios (conductores PE independientes)

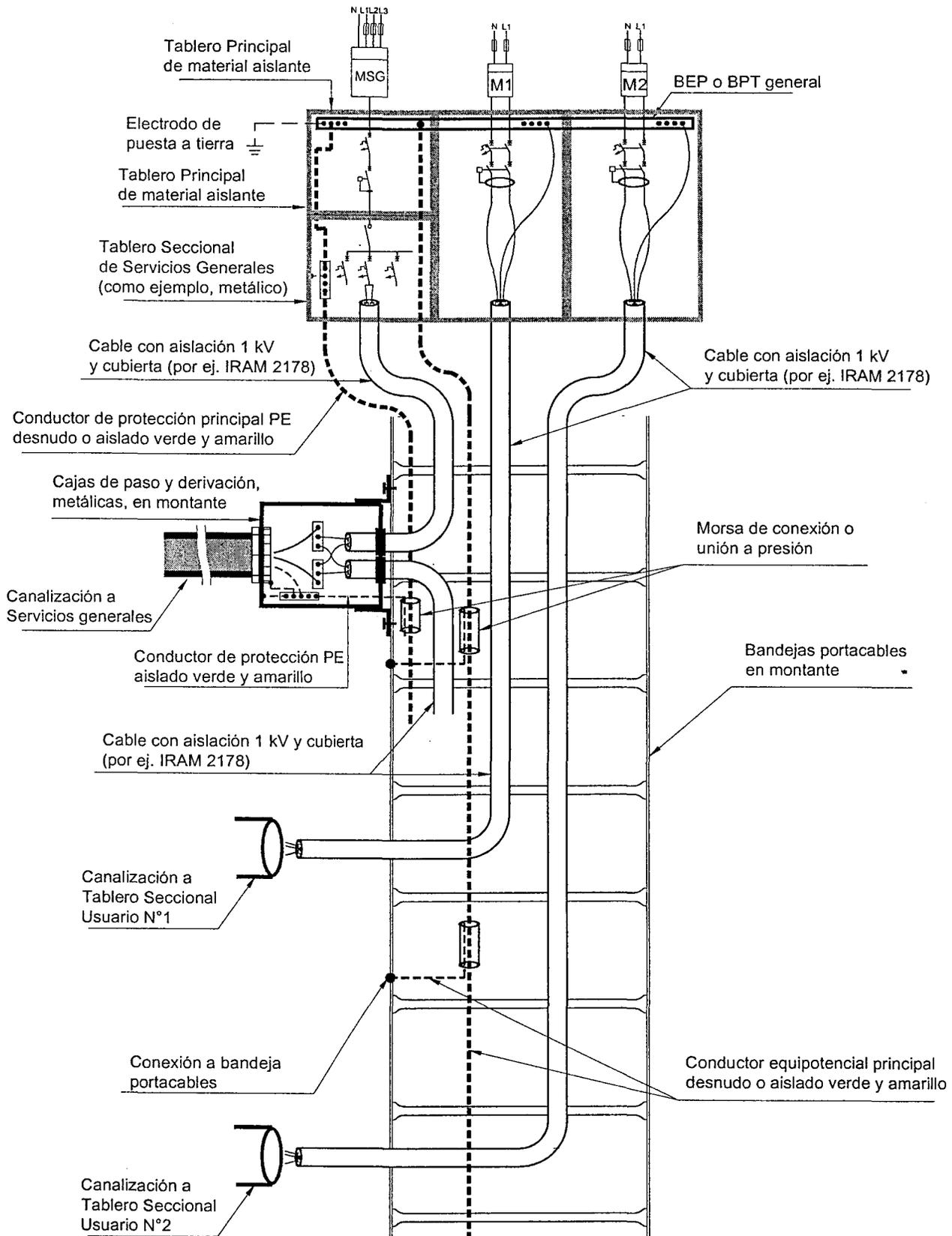


Figura 771.12.D - Ejemplo de inmueble con varios usuarios (conductores PE independientes)

- j) Si el conductor de protección fuese compartido por varios circuitos correspondientes a un mismo medidor, ubicados en la montante, en cada caja de derivación donde alguno de los circuitos del conjunto se separe del resto, desde el conductor de protección correspondiente se debe, sin interrumpirlo, derivar por medio de un método de unión permitido, un conductor de protección al tablero seccional correspondiente y por medio de una segunda derivación, se efectuará la puesta a tierra de la caja si correspondiera; como una segunda opción desde el conductor de protección que recorre la montante se podrá derivar, sin interrumpirlo, y mediante un método de unión permitido, un conductor de protección a ser conectado a una barra de tierra local ubicada en la caja, con por lo menos dos bornes, uno de ellos para efectuar la conexión indicada y el otro para derivar el conductor de protección que acompañará al circuito separado. El conductor de protección original continuará acompañando al conjunto de circuitos mencionado.

Se muestran a continuación en las figuras [771.12.E](#), [771.12.F](#) y [771.12.G](#) ejemplos de inmuebles ocupados por un único usuario o usuario múltiple (un solo medidor) con un conductor de protección principal o colector y sus derivaciones.

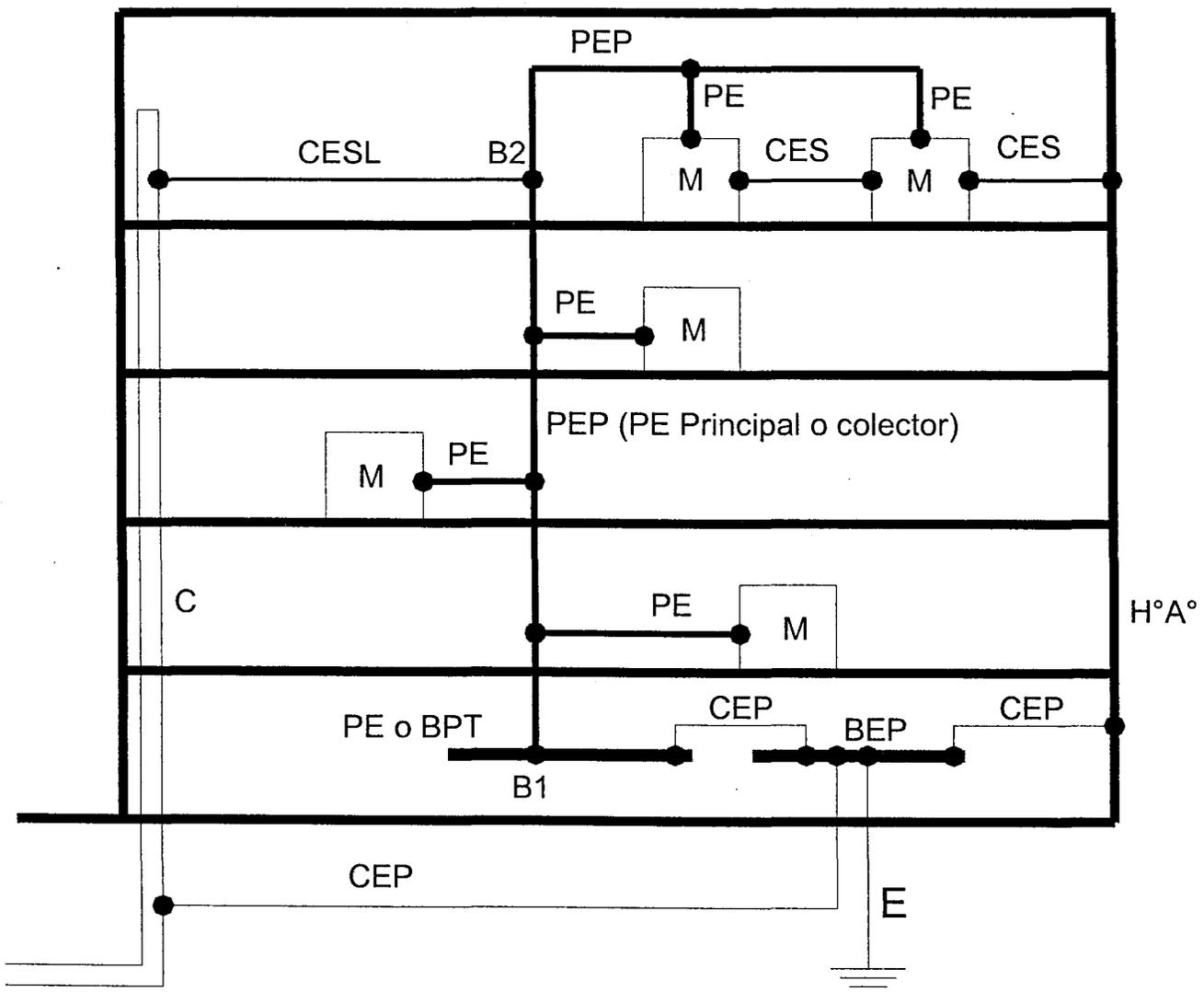


Figura 771.12.E - Ejemplo de equipotencialización de inmueble con un solo usuario

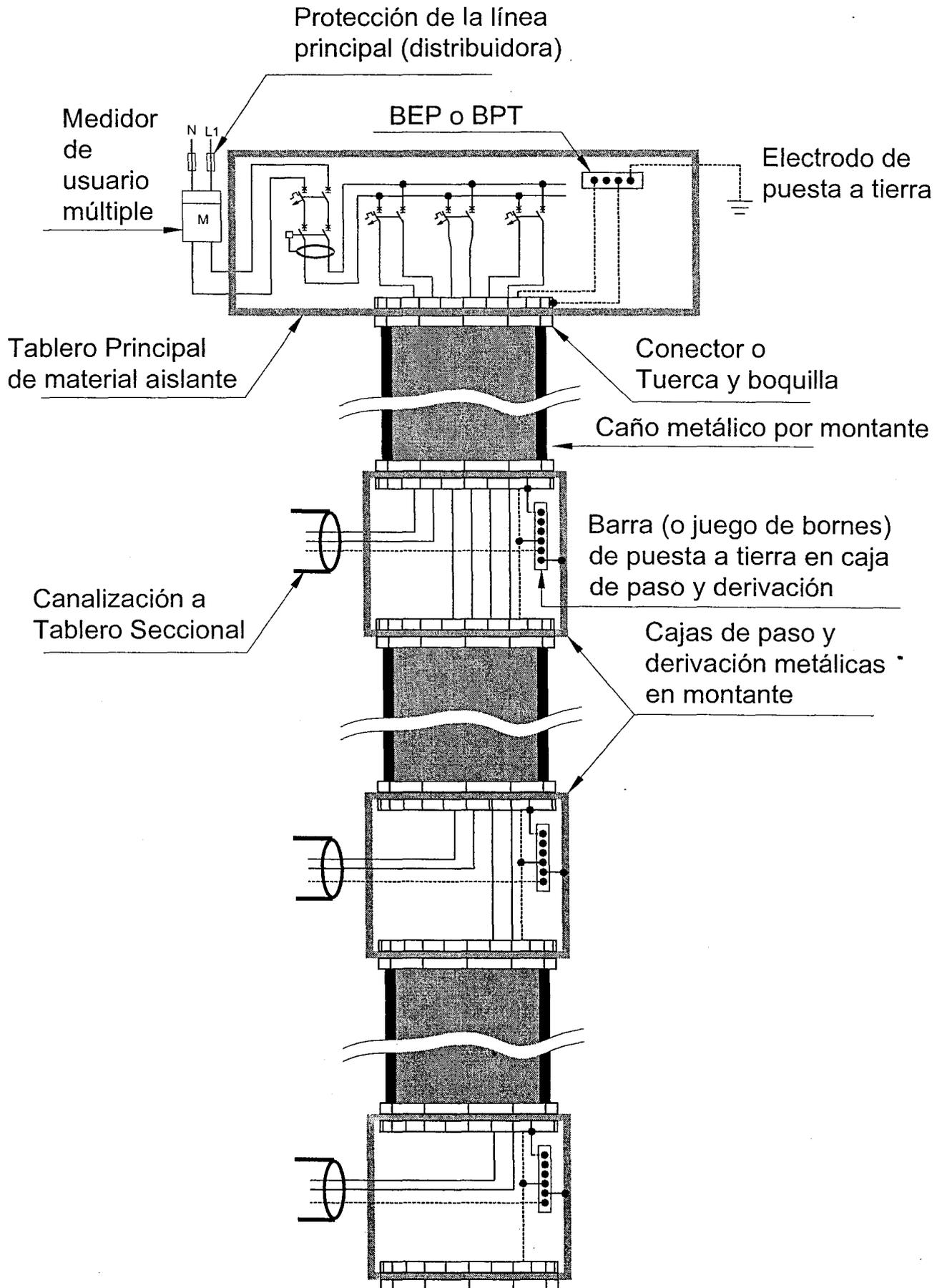


Figura 771.12.F - Ejemplo de equipotencialización de inmueble con un solo usuario

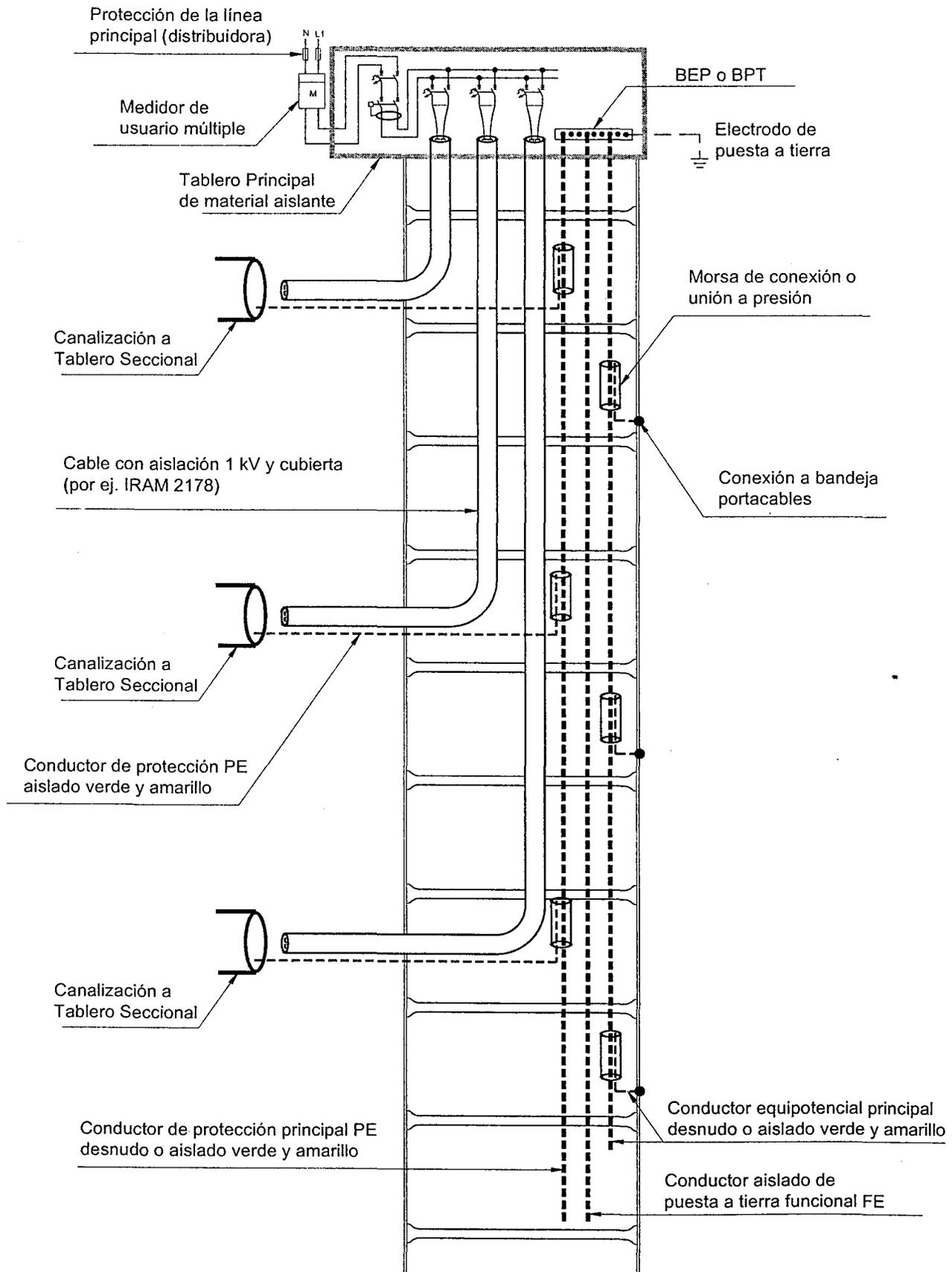


Figura 771.12.G - Ejemplo de equipotencialización de inmueble con un solo usuario



771.12.3.13: Instalación de los conductores en las canalizaciones

771.12.3.13.1: Reglas generales

Antes de instalar los conductores se habrá concluido con el montaje de las canalizaciones (incluidas las cajas) y completado los trabajos de mampostería y terminaciones superficiales que pudieran afectarlos.

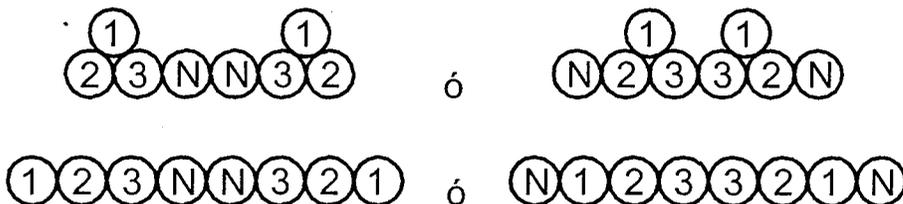
Deberá dejarse una longitud mínima de 150 mm de conductor aislado disponible en cada caja, al efecto de poder realizar las conexiones necesarias. Los conductores que pasen sin empalme a través de las cajas de conexión deberán formar un bucle.

Los conductores colocados en cañerías verticales deberán estar soportados mediante dispositivos colocados en cajas accesibles, en tramos no mayores de 15 m. Los elementos de soporte deberán estar instalados y tener formas tales que no dañen la envoltura o la aislación de los conductores.

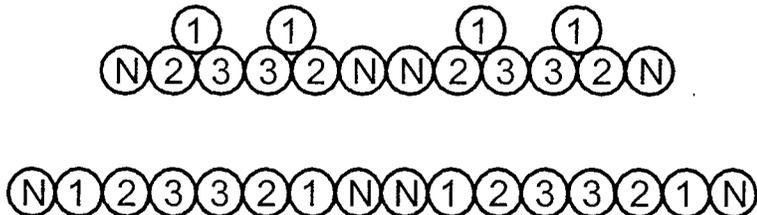
No están permitidas las uniones o derivaciones de conductores en el interior de los caños.

Durante el montaje de los conductores no se deberá ejercer sobre ellos un esfuerzo superior a los 50 N/mm² de la sección nominal del conductor. El esfuerzo máximo en servicio permanente no deberá exceder de 15 N/mm².

No se podrán realizar circuitos (principal, seccional y terminal) con conductores en paralelo. No obstante, si la corriente a transportar supera las máximas admisibles de los conductores, se podrán ejecutar ramales en paralelo respetando las condiciones de protección indicadas en el Capítulo 43 y las condiciones de tendido establecidas en el Capítulo 52 de esta Reglamentación. Si el tendido se efectúa por bandeja portacable, la disposición física de los conductores deberá ajustarse, por ejemplo para el caso de dos conductores por fase, a alguna de las siguientes configuraciones:



o para el caso de cuatro conductores por fase, a alguna de las siguientes configuraciones:



Nota: Para determinar los factores de corrección de corriente admisible (factor de simetría) en estas disposiciones, ver 771.16.2.3.2.

771.12.3.13.2: Agrupamiento de conductores en una misma canalización

Deben cumplirse los requisitos siguientes:

- a) Todos los conductores pertenecientes a un mismo circuito, incluyendo el conductor de protección, se instalarán dentro de la misma canalización.

Nota: Se recomienda tener especial atención en la instalación del conductor de protección en salas de uso médico (ver Sección 710 de esta Reglamentación).

- b) Cada línea principal se alojará en una cañería o conducto independiente.

Nota: Si se opta por el empleo de bandejas portacables, las líneas principales podrán alojarse en esta canalización.

- c) Los circuitos seccionales formados por conductores aislados según las normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267 deberán alojarse en caños o conductos independientes. No obstante, se admitirán en un mismo caño o conducto hasta tres circuitos seccionales, siempre que estén formados por cables con aislación no menor a 1 kV y envoltura (según normas IRAM 2178, IRAM 2268 e IRAM 62266) y que correspondan a un mismo medidor.

Nota: Si se opta por el empleo de bandejas portacables, los circuitos seccionales podrán alojarse en esta canalización, sin que resulte aplicable la restricción de cantidad indicada en este inciso c).



- d) Los circuitos para usos generales, para usos especiales y los dedicados a consumos específicos deberán tener cañerías o conductos independientes para cada uno de ellos. No obstante, como excepción, los circuitos para usos generales podrán alojarse en una misma cañería o conducto, en un máximo de tres, de acuerdo con lo indicado a continuación:
1. que pertenezcan a una misma fase y a un mismo tablero;
 2. que la suma de las corrientes asignadas de los dispositivos de protección de cada uno de los circuitos no sea mayor que 36 A, y
 3. que el número total de bocas de salida alimentadas por estos circuitos en conjunto no sea mayor que 15 unidades.
- e) En todas las cajas donde converjan circuitos diferentes, en las condiciones del punto d), los conductores deberán estar identificados de manera de evitar que, por error, pueda alterarse la correlación o mezclarse conductores de diferentes circuitos. Esa identificación podrá hacerse por colores de los conductores, anillos numerados u otros medios adecuados de identificación, indelebles y estables en el tiempo.
- f) Cada boca servirá como tal a un solo circuito. Además podrá servir como caja de paso pero no de derivación de otros circuitos, en las condiciones especificadas en el punto d). Para cajas ubicadas a una altura no inferior a 1,80 m, ver 771.7.6.
- g) Las canalizaciones multiconducto, tales como cablecanales múltiples por ejemplo, se consideran canalizaciones independientes, sólo si cuentan con separadores, paredes o barreras, diseñados y dispuestos de manera que sea imposible que un conductor alojado en una de las secciones pueda entrar en la otra y si los accesorios de unión, derivación, pase, cruzamiento o bocas de salida, mantienen la separación efectiva y permanente entre todas las secciones.
- h) En los inmuebles motivo de esta Reglamentación, podrán coexistir los siguientes sistemas, los que deberán estar separados en canalizaciones independientes:
1. Sistema de 380/220 Vca.
 2. Sistema de MBTS (Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra) o MBTF (Muy Baja Tensión Funcional hasta 24 Vca o cc).
 3. Sistemas de señales débiles, video, televisión, alarmas, etc.
 4. Sistemas de transmisión de datos para servicios tales como internet, intranet, etc.
 5. Sistemas analógicos o digitales de control, como por ejemplo señales de termocuplas, sensores, etc.
 6. Sistemas de telefonía pública (las canalizaciones telefónicas deberán ajustarse al Reglamento General de Instalación de Telecomunicaciones en Inmuebles – Secretaría de Comunicaciones).

Nota 1: Cuando no sea posible efectuar la separación de estos sistemas en canalizaciones independientes (solución preferida), se deberán tomar alguna de las siguientes medidas:

- a) Los conductores de los circuitos de MBTS, MBTF o señales débiles deberán colocarse dentro de una cubierta (o caño) de material aislante, además de poseer su aislación funcional.
- b) Los conductores de circuitos de tensiones diferentes deberán estar separados por una pantalla metálica puesta a tierra.
- c) Los conductores de circuitos de diferentes tensiones podrán estar en un mismo cable multipolar, pero los conductores de las tensiones menores deberán aislarse individual y colectivamente de acuerdo con la mayor tensión presente.

Nota 2: Cuando existan pantallas metálicas, las mismas deberán ser conectadas entre sí y al conductor de protección PE.

Nota 3: En los sistemas de bus de datos, los requerimientos de aislación del circuito de señal y del circuito de distribución de potencia respecto de tierra y de cualquier otro circuito deberán estar en concordancia con lo requerido por IEC 61131-2 en su tabla 17, salvo indicación en contrario del fabricante.

771.12.3.13.3: Uniones entre conductores

En las uniones y derivaciones de conductores de secciones inferiores a 4 mm² se admitirán uniones de cuatro conductores como máximo, intercalando y retorciendo sus hebras. Las uniones y derivaciones de conductores de secciones de 4 mm² podrán efectuarse del mismo modo, en tanto y en cuanto la unión no supere los tres conductores.

Para agrupamientos múltiples (más de 4 conductores) deberán utilizarse borneras de conexionado conformes a la Norma IRAM 2441 u otras borneras normalizadas según normas IEC.



Las uniones y derivaciones de conductores de secciones mayores que 4 mm² deberán efectuarse por medio de borneras, manguitos de indentar o soldar (utilizando soldadura de bajo punto de fusión con decapante de residuo no ácido) u otro tipo de conexiones que aseguren una conductividad eléctrica por lo menos igual a la del conductor original.

Debe tenerse en cuenta que cierto tipo de uniones (como la soldadura de bajo punto de fusión) puede limitar la temperatura máxima de cortocircuito de toda la línea a 160 °C.

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

Las uniones y derivaciones de cables preensamblados deberán ser ejecutadas con conectores normalizados a tales efectos.

771.12.3.13.4: Medidas mínimas de conductos y cajas

Para caños de sección circular, el diámetro interno mínimo se determina en función de la cantidad, sección y diámetro (incluida la aislación) de los conductores, de acuerdo con la Tabla 771.12.IX.

Para los casos no previstos en la Tabla 771.12.IX y para los conductos de sección no circular, el área total ocupada por los conductores, comprendida la aislación, no será mayor que el 35 % de la sección interna menor del conducto.

Cuando se utilicen caños no metálicos, en tramos rectos sin curvas, con un solo conductor o cable unipolar por caño, 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 máximo del conductor o cable alojado.

Nota: Lo expresado anteriormente no considera las posibles aislaciones antifuego posteriores al tendido.

Para conductos que alojen circuitos principales o seccionales, el diámetro interno mínimo de los caños de sección circular será de 15 mm (RL 19 y RS 19) y la sección mínima para otras formas será de 200 mm².

Para conductos que alojen circuitos terminales, de usos generales o especiales, el diámetro interno mínimo de los caños de sección circular será de 13 mm (RL 16 y RS 16) y la sección mínima para otras formas será de 150 mm².

Las medidas mínimas de las cajas por utilizar quedan fijadas por la cantidad y sección de los conductores y dispositivos que van dentro de ellas, conforme se indica en las tablas 771.12.X, 771.12.XI y 771.12.XII.

No está permitida la instalación de un solo conductor aislado o un cable unipolar por dentro de un caño metálico.

Tabla 771.12.IX - Máxima cantidad de conductores por canalización

Sección conductor	mm ²	1,50	2,50	4,00	6,00	10,00
Diámetro exterior máximo	mm	3,50	4,20	4,80	6,30	7,60
Sección total	mm ²	9,62	13,85	18,10	31,17	45,36
Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: acero semipesado)	Sección mm ²	Cantidad de conductores				
		RS 16	132	4+PE	2+PE	-
RL 16	154	5+PE	3+PE	2+PE	-	-
RS 19	177	6+PE	4+PE	3+PE	-	-
RL 19	227	7+PE	5+PE	4+PE	2+PE	-
RS 22	255	9+PE	6+PE	4+PE	2+PE	-
RL 22	314	11+PE	7+PE	5+PE	3+PE	2+PE
RS 25	346	13+PE	9+PE	6+PE	3+PE	2+PE
RL 25	416		10+PE	7+PE	4+PE	2+PE
RS 32	616		15+PE	11+PE	6+PE	4+PE
RL 32	661			12+PE	7+PE	4+PE
RS 38	908				9+PE	6+PE
RL 38	962				10+PE	7+PE
RS 51	1662				18+PE	12+PE
RL 51	1810					



Tabla 771.12.IX (continuación)

Sección conductor	mm ²	16,00	25,00	35,00	50,00	70,00
Diámetro exterior máximo	mm	8,80	11,00	12,50	14,50	17,00
Sección total	mm ²	60,82	95,03	122,72	165,13	226,98
Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: acero semipesado)	Sección mm ²	Cantidad de conductores				
RS 16	132	-	-	-	-	-
RL 16	154	-	-	-	-	-
RS 19	177	-	-	-	-	-
RL 19	227	-	-	-	-	-
RS 22	255	-	-	-	-	-
RL 22	314	-	-	-	-	-
RS 25	346	-	-	-	-	-
RL 25	416	2+PE	-	-	-	-
RS 32	616	3+PE	-	-	-	-
RL 32	661	3+PE	-	-	-	-
RS 38	908	4+PE	2+PE	2+PE	-	-
RL 38	962	5+PE	3+PE	2+PE	-	-
RS 51	1662	9+PE	5+PE	4+PE	3+PE	2+PE
RL 51	1810	9+PE	6+PE	4+PE	3+PE	2+PE

Nota: Para los caños semipesados, la tabla precedente fue confeccionada basada en los valores de la Serie 2 de la Norma IRAM-IAS U 500 2005.

Tabla 771.12.X - Volumen utilizable de las cajas de embutir

Tipo de caja	Rectangular 5x10	Cuadrada 10x10	Octogonal grande	Octogonal chica
Volumen (cm ³)	240	400	250	155
Volumen utilizable (cm ³)	120	200	120	75

Tabla 771.12.XI - Volumen ocupado por cada conductor que pasa por o deriva en una caja

Sección del conductor (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10
Volumen mínimo (cm ³)	6	8,5	12	20	25

Tabla 771.12.XII - Volumen típico ocupado por dispositivos

Dispositivo	Interruptor 1P	Tomacorriente 2P+T, 10 A	Tomacorriente 2P+T, 20 A
Volumen típico (cm ³)	6 a 25	18 a 38	32 a 40

771.12.3.13.5: Identificación de conductores

a) Los conductores se identificarán de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 771.12.XIII - Identificación

Conductor	Designación alfanumérica	Color
Línea 1 (fase R)	L1	Castaño (marrón)
Línea 2 (fase S)	L2	Negro
Línea 3 (fase T)	L3	Rojo
Neutro	N	Celeste (azul claro)
Conductor de protección	PE	Verde-Amarillo (bicolor)



- b) Los conductores de línea (fases) deberán identificarse con los colores aquí indicados. Excepto el celeste, el azul, el verde, el amarillo y el verde-amarillo, podrán utilizarse otros colores, por razones de fuerza mayor. En estos casos se deberá identificar unívocamente cada conductor en los dos extremos de cada tramo, mediante cintas con los colores normalizados, o sus denominaciones, anillos u otro método de identificación indeleble y estable en el tiempo (para conductores agrupados en una misma canalización ver 771.12.3.13.2).
- c) Para el conductor de línea (fase) de una distribución monofásica se podrá utilizar indistintamente cualquiera de los colores indicados para las fases. Si una alimentación monofásica parte de una trifásica, dentro de una misma instalación, el color del conductor de línea de dicha alimentación monofásica debe ser coincidente con el de la fase que le dio origen.
- d) Para funciones distintas de las indicadas en a), por ejemplo retornos de los circuitos de comando de alumbrado, no se pueden usar los colores destinados a líneas (fases), neutro o protección, ni tampoco el verde o el amarillo separadamente. Por razones de fuerza mayor, podrán utilizarse los colores de los conductores de línea, pero no el celeste, el azul, el verde, el amarillo y el verde-amarillo. En estos casos se deberá identificar unívocamente cada conductor en los dos extremos de cada tramo, mediante cintas de colores, o sus denominaciones, anillos u otro método de identificación indeleble y estable en el tiempo.
- e) Los cables que se utilicen como conductor de protección, PE, deberán tener cubierta color verde-amarillo. Por esa razón, cualquiera sea la instalación, forma de montaje, tipo de local y tipo de riesgo, y para evitar confusiones, no se permite el empleo de cables, construidos con cubierta exterior de color verde-amarillo, ni cubierta color verde, ni cubierta color amarillo, para un uso que no sea el de conductor de protección.
- f) Los cables que se utilicen como conductor neutro, N, deberán tener cubierta color celeste o azul claro. Por esa razón, cualquiera sea la instalación, forma de montaje, tipo de local y tipo de riesgo, y para evitar confusiones, no se permite el empleo de cables, construidos con cubierta color celeste o azul claro, para un uso que no sea el de conductor neutro.
- g) Los cables multipolares, que incluyan el conductor de protección PE, dado que contienen conductores activos, no podrán tener la cubierta exterior de color verde-amarillo, ni cubierta color verde, ni cubierta color amarillo.

771.12.4: Cables y canalizaciones subterráneas

771.12.4.1: Cables permitidos para instalaciones subterráneas

Ver cláusula 771.12.2.

771.12.4.2: Formas de instalación

Los cables podrán instalarse directamente enterrados o en conductos que cumplan con lo indicado en IEC 61386-24, o en la IRAM 62386-24 (en estudio), para el uso normal.

En dichas normas se establece que los caños para ser utilizados enterrados deben poder soportar una energía de impacto no menor de (resistencia al impacto "normal"):

- 15 J para caños de diámetro ≤ 60 mm,
- 20 J para caños de diámetro entre 61 y 90 mm,
- 28 J para caños de diámetro entre 91 y 140 mm,
- 40 J para caños de diámetro > 140 mm.

Se admitirá el empleo de caños que cumplan con lo indicado en IEC 61386-24, o en la IRAM 62386-24 (en estudio) de resistencia al impacto "liviana", si se instalan en zanja protegidos por hormigón o formando un cañero hormigonado (ver 771.12.4.2.2).

En dichas normas se establece que esos caños con resistencia al impacto "liviana" soporten una energía de impacto no menor de:

- 3 J para caños de diámetro ≤ 60 mm,
- 6 J para caños de diámetro entre 61 y 90 mm,
- 12 J para caños de diámetro entre 91 y 140 mm,
- 15 J para caños de diámetro > 140 mm.

771.12.4.2.1: Tendido directamente enterrado

El fondo de la zanja será una superficie firme, lisa, libre de discontinuidades y sin piedras. Los cables se dispondrán, respetando los radios de curvatura mínimos correspondientes, a una profundidad mínima de 0,7 m respecto de la superficie del terreno.

Como protección contra el deterioro mecánico, se utilizarán ladrillos o cubiertas dispuestos en la forma indicada en la figura siguiente:

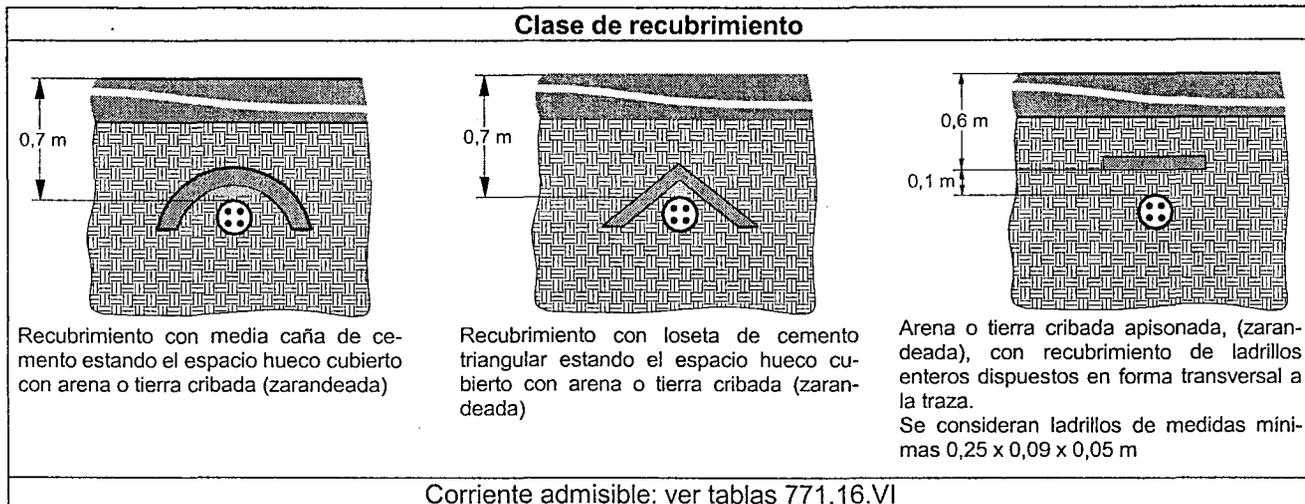


Figura 771.12.H – Protecciones contra el deterioro mecánico

En caso de utilizarse cables con armadura metálica la armadura debe ser puesta a tierra como mínimo en ambos extremos.

Asimismo, se deberá colocar una cinta de advertencia (roja o roja y blanca con el texto "PELIGRO ELÉCTRICO" y el símbolo de la Norma IRAM 10005-1, correspondiente al símbolo B.3.6. de ISO 3864), a 20 cm. de la superficie y en todo el desarrollo longitudinal de la zanja.

771.12.4.2.2: Tendido en conductos enterrados

Los conductos se colocarán, con pendiente mínima del 1 % hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo de 0,7 m de tierra de relleno por sobre el conducto y su diámetro mínimo deberá cumplir con lo indicado en la tabla siguiente:

Tabla 771.12.XIV - Diámetro mínimo de conductos enterrados

Diámetro exterior del cable (d) [mm]	Un cable por caño [mm]	Dos cables por caño [mm]	Tres cables por caño [mm]
$d \leq 25$	50	3 d con un mínimo de 50	3 d con un mínimo de 50
$25 < d \leq 66$	100	2,5 d con un mínimo de 100	3 d con un mínimo de 100
$d > 66$	1,5 d	2,5 d	3 d

Las uniones entre conductos se harán de modo de impedir el ingreso de agua y no deberán alterar su sección transversal interna. Cuando se utilicen conductos metálicos, éstos deberán ser de fundición o de acero galvanizado en caliente con revestimiento de pintura epoxídica. Se instalarán dentro de ellos circuitos completos, monofásicos o polifásicos con su conductor de protección, no se admitirá el tendido de los conductores de línea, neutro o PE separados del resto del circuito o formando grupos incompletos de fases, fase y neutro o fase y PE por conductos o cañerías metálicas.

Cuando se utilicen conductos de material sintético, éstos deberán responder a IEC 61386-24 o a la Norma IRAM 62386-24 (en estudio). Como excepción, se acepta el empleo de caños de PVC no plastificado que respondan a la Norma IRAM 13350 y deberá efectuarse una protección contra el impacto mecánico similar a la indicada para cables directamente enterrados o deberán ser recubiertos en todas sus caras (si se tratase de varios caños formando un cañero) con hormigón pobre de proporción 1:5 (una parte de cemento cada 5 de arena) con un espesor mínimo de 5 cm.



Se admitirá el uso de caños cementicios.

Cuando se instalen circuitos polifásicos formados por conductores unipolares dispuestos en cañerías no metálicas se tratará de que la distancia entre los ejes de conductores sea mantenida durante el recorrido, que los conductos estén dispuestos en tresbolillo o si están en un plano, el eje del conductor de fase central esté equidistante de los otros dos conductores de fase.

Nota: Debe tenerse en cuenta en forma general que un aumento en la separación de los ejes de los conductores provoca un aumento del valor de la reactancia de la línea y por lo tanto de su caída de tensión, a la vez que mejora la disipación térmica y por lo tanto su capacidad de transmisión de corriente (para estos cálculos recurrir a IEC 60287).

771.12.4.2.3: Cables subterráneos debajo de construcciones

Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones deberán estar colocados en un conducto que se extienda, como mínimo, 0,30 m más allá del perímetro de la construcción.

Los cables que deban cruzar las calles internas de los inmuebles deberán instalarse por dentro de caños protegidos por hormigón y se dejará previsto como mínimo un caño de reserva.

771.12.4.2.4: Accesos a los conductos

Todos los conductos enterrados deben finalizar en canales de cables, cámaras de inspección o locales accesibles.

Los accesos a los conductos, ya sea a través de cámaras de inspección, canales, locales accesibles, etc. serán ubicados en coincidencia con cada cambio de dirección de la canalización y en los casos de tendidos rectos, dichos accesos existirán como máximo cada 25 m, salvo cuando existan causas debidamente justificadas que exijan una distancia mayor (por ejemplo, cruce de grandes playas de maniobra), en cuyo caso deberá quedar asentado en la memoria o especificación técnica del proyecto.

Las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables. Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de transición, derivación, conexión o salida serán adecuadas a las funciones específicas y permitirán el tendido en función de la sección de los conductores.

771.12.4.2.5: Empalmes y derivaciones

Los empalmes y derivaciones deberán ser estancos (mínimo IP67) y proveer una protección externa por lo menos equivalente a la del cable. Si se utilizaran cajas de conexión, las mismas deberán tener un grado de protección mínimo IP67 (Norma IRAM 2444 o IEC 60529). Si se ubican sobre la superficie del terreno, en zona inundable, deberán tener el mismo grado de protección, hasta la cota histórica máxima de inundación prevista en ese lugar con más un adecuado margen de seguridad. Por sobre dicho nivel, deberán estar protegidas adecuadamente contra agua en todas direcciones (como mínimo IPX4). Si se utilizan cables con pantalla (blindaje), o armadura metálica, deberá quedar asegurada la continuidad eléctrica de estos elementos metálicos y su conexión efectiva al conductor de protección.

771.12.4.3: Distancias mínimas a servicios independientes de la instalación considerada

Nota: Se consideran servicios independientes a los servicios eléctricos que dependen de distintos medidores de energía o pertenecen a distintos propietarios y a los servicios que no son eléctricos.

Entre cables de energía y cables de señalización y comando: 0,2 m.

Entre cables de energía y cables de telecomunicaciones: 0,2 m.

Entre cables de telecomunicaciones y cables de señalización y comando: 0,2 m.

Entre cables de energía y otros servicios: 0,5 m.

Si esta distancia no puede ser mantenida se deben separar en forma efectiva las instalaciones de cables de energía, medición y comando de los cables de telecomunicación a través de una hilera cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego, al arco eléctrico y con buenas propiedades de aislante térmico (malos conductores del calor) de por lo menos 0,05 m de espesor.

Estas distancias son mínimas; requerimientos particulares para evitar interferencias electromagnéticas (IEM) podrían requerir distancias mayores, según el proyecto.



771.12.5: Cables y conductores para líneas aéreas exteriores

771.12.5.1: Cables y conductores permitidos para líneas aéreas

Ver cláusula 771.12.2.

771.12.5.2: Distancias mínimas

Las líneas aéreas a la intemperie deberán conservar las distancias mínimas que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 771.12.XV - Distancias mínimas para líneas y acometidas aéreas

Desde azoteas transitables:		Metros
	hacia arriba	3,50
	hacia abajo	1,25
Desde ventanas y similares:		Metros
	Hacia arriba desde el alféizar (parte inferior de la ventana)	2,50
	hacia abajo desde el alféizar	1,25
	lateralmente desde el marco	1,25
Desde el solado (suelo):		Metros
	en líneas de acometidas de vivienda	4,00
	en líneas de acometidas de vivienda que atraviesan vías de circulación de vehículos	4,30
Desde accesos fijos como los previstos para la limpieza de chimeneas desde el exterior:		Metros
	hacia arriba	2,50
	hacia abajo	1,25
Desde instalaciones de telecomunicaciones:		Metros
	hacia arriba	1,00
	hacia abajo	1,00
	lateralmente	1,00
Desde árboles y antenas:		Metros
	En un radio de	1,00
Los vanos máximos admitidos son de:		Metros
	Una longitud de:	30,00

Los medios de fijación y los de conexión, cumplirán con las normas IRAM correspondientes. Para la ejecución de la instalación ver Reglamentación para Líneas Aéreas Exteriores de baja Tensión de la Asociación Electrotécnica Argentina.

771.12.5.3: Traza de las líneas

No se deberán tender líneas aéreas que crucen por encima de chimeneas, campos de deportes o juegos, piletas de natación, fuentes, lagos artificiales y lugares similares.

771.12.6: Sistemas de rieles electrificados para alimentación eléctrica de luminarias

Se consideran como tales las canalizaciones a la vista en interiores, destinadas a ser montadas sobre paredes o a ras de ellas o aplicadas a cielorrasos o suspendidas de ellos.

Estas canalizaciones deberán cumplir con IEC 60570 y estar certificadas.

771.12.7: Canalizaciones eléctricas prefabricadas

Se consideran como tales las canalizaciones a la vista que incluyen conductores rígidos de cobre o aluminio, soportados y recubiertos en todas sus partes por materiales aislantes adecuados.

Nota: En el caso de utilizarse conductores de aluminio, las conexiones donde exista una transición a conductores de otro material deberán estar provistas de una pieza intermedia bimetálica.



La parte exterior podrá ser metálica, aislada adecuadamente de los conductores de fase y neutro, formando una estructura rígida cerrada donde deberá estar garantizada la continuidad eléctrica de la misma.

Las cubiertas metálicas de la canalización no podrán reemplazar al conductor de protección (PE) de la instalación.

Nota: Las cubiertas metálicas de la canalización podrán servir para vincular al conductor de protección (PE) de la instalación, a las masas de la canalización siempre que cumplan el ensayo de continuidad eléctrica de IEC 60439.

Estas canalizaciones deberán cumplir con IEC 60439-2 y estar certificadas.

Las canalizaciones serán no propagantes de incendio.

771.13: Sección nominal de los conductores

La sección nominal de los conductores deberá calcularse en función de su intensidad de corriente máxima admisible y caída de tensión con la verificación final de su sollicitación térmica al cortocircuito de acuerdo a los apartados a), b), c), d) y e) siguientes. Independientemente del resultado del cálculo las secciones no podrán ser menores a las siguientes, que se considerarán secciones mínimas admisibles.

Tabla 771.13.I - Secciones mínimas de conductores

Líneas principales	4,00 mm ²
Circuitos seccionales	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales (con conexión fija o a través de tomacorrientes)	1,50 mm ²
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales que incluyen tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para usos especiales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (excepto MBTF)	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (alimentación a MBTF)	1,50 mm ²
Alimentaciones a interruptores de efecto	1,50 mm ²
Retornos de los interruptores de efecto	1,50 mm ²
Conductor de protección	2,50 mm ²

La sección nominal de los conductores se verifica además en función:

a) de su temperatura máxima admisible

Ver cláusula 771.16 - Determinación de la sección.

b) de la máxima caída de tensión admisible

Circuitos seccionales y circuitos terminales: la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los valores siguientes:

1. Circuitos terminales, de uso general o especial y específico, para iluminación: 3 %.
2. Circuitos de uso específicos que alimentan sólo motores: 5 % en régimen y 15 % durante el arranque.

Nota: No obstante los valores mencionados, en ningún caso la caída de tensión en los circuitos seccionales deberá exceder del 1 %; por lo tanto el valor de la máxima caída de tensión en los circuitos terminales que no alimentan motores será del 2 % y en los que alimentan motores del 4 %, tomado a partir del tablero seccional correspondiente. El valor de corriente a adoptar para este cálculo debe ser el máximo simultáneo previsto para esos circuitos.

A los efectos del cálculo de la caída de tensión, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se considerarán cargados con su demanda de potencia máxima simultánea en el extremo más alejado del tablero seccional.

Para el cálculo de la corriente máxima simultánea de aquellos tableros seccionales en los que se previó el uso de un factor de simultaneidad para el cálculo de la demanda, se aplicará este mismo factor.



Se deberá evitar que consumos con picos de carga repetitivos produzcan oscilaciones perceptibles en la intensidad lumínica.

- c) de las solicitaciones térmicas en relación con las sobrecargas y los cortocircuitos.
- d) de los esfuerzos electrodinámicos susceptibles de aparecer en caso de un cortocircuito (ver IEC 60865).
- e) otras solicitaciones mecánicas a las que puedan estar sometidos los conductores.

Nota: Los puntos enumerados más arriba se refieren fundamentalmente a la seguridad de las instalaciones eléctricas; no obstante, para una operación más económica, podrían adoptarse valores de sección nominal mayores que los determinados por esas razones.

771.14: Consideraciones adicionales sobre canalizaciones

Nota: Los cables instalados en bandejas portacables a la intemperie, cuyas aislaciones o envolturas no tengan protección contra la radiación ultravioleta, deberán ser cubiertos por una tapa en forma permanente. Esta prescripción también es válida para los conductores de protección aislados, instalados en bandejas portacables.

771.14.1: Protección contra la corrosión

Las canalizaciones metálicas, accesorios, cajas, tableros, herrajes y todos los elementos de apoyo, deben ser de un material adecuado para soportar el medio en el que estén instalados.

Las canalizaciones, accesorios, cajas, tableros, herrajes, elementos de apoyo y material de fijación, que sean de hierro, deben protegerse adecuadamente contra la corrosión, con un material adecuado para este fin, como zinc, cadmio o esmalte.

Si las canalizaciones estuvieran protegidas contra la corrosión sólo mediante esmalte no podrán utilizarse a la intemperie ni en lugares húmedos o mojados, a la vista.

Los conductos y cañerías metálicos ferrosos, cuando se instalen embutidos, deberán estar protegidos por esmalte antioxidante u otro método de eficacia equivalente y probada y sólo deberán cubrirse con concreto o mortero de cemento sin parte alguna de cal ni yeso. No se permite el contacto directo de la canalización metálica, aunque esté esmaltada, con mortero de cal o yeso.

771.14.2: Canalizaciones expuestas a variaciones de temperatura

Cuando diversas partes de una canalización interior estén expuestas a muy distintas temperaturas, como en los almacenes o depósitos frigoríficos, se debe evitar la circulación de aire desde la parte más caliente a la más fría mediante un sellado adecuado.

Cuando sea necesario para compensar la dilatación y contracción debidas al calor, se deben instalar en las canalizaciones juntas de dilatación adecuadas.

771.14.3: Corrientes inducidas en envolventes o canalizaciones metálicas

Cuando, en corriente alterna, se instalen conductores en envolventes o canalizaciones metálicas, dichos conductores deben instalarse de modo que se evite el calentamiento de la envolvente por inducción. Para ello, se deben tender agrupados todos los conductores activos y el conductor de protección.

Cuando, en corriente alterna, un cable unipolar o conductor aislado atraviese o ingrese a una caja o tablero o envoltura metálica con propiedades magnéticas, se deben minimizar los efectos de la inducción por uno de estos dos métodos:

- a) haciendo cortes en la parte metálica que quede entre los agujeros por los que pasa el conductor o,
- b) pasando todos los conductores unipolares del circuito a través de una pared aislante suficientemente grande como para que quepan todos.

Estas prescripciones no son aplicables cuando se utilizan envolventes o canalizaciones de materiales no magnéticos.

771.14.4: Pasaje de paredes o superficies no metálicas con cables unipolares

Cuando se deban atravesar paredes o envolventes no metálicas con cables unipolares dichos pasajes podrán efectuarse en un conducto para cada cable siempre que cada conducto sea normalizado, de material aislante y no propagante de la llama.



771.14.5: Sujeciones y apoyos

Las canalizaciones (cañerías, bandejas portacables, conductos, etc.), conjuntos de cables, cajas, tableros y herrajes deben estar bien sujetos y firmes en su lugar de instalación, evitando movimientos en cualquier dirección. Se deberá garantizar que los alambres tensores, utilizados como único medio de sujeción o apoyo de las canalizaciones, tengan la resistencia adecuada a la rotura y a la extracción desde sus puntos de fijación o amarre, por cálculo.

Los elementos de soporte o suspensión de las canalizaciones eléctricas realizadas sobre un cielorraso suspendido deben ser totalmente independientes de las estructuras de soporte, sujeción o suspensión del cielorraso propiamente dicho.

771.15: Consideraciones adicionales sobre cables y conductores

771.15.1: Cables en conductos, cámaras de aire y otros huecos

Lo establecido en esta cláusula se aplica a la instalación y usos de instalaciones y equipos eléctricos en conductos, cámaras de aire y otros huecos.

(a) Conductos para la extracción de polvo, pelusas y vapor:

No se deberán realizar instalaciones eléctricas de ningún tipo en los conductos utilizados para la extracción de polvo, pelusas y vapores inflamables. Tampoco en conductos o chimeneas que contengan conductos utilizados para la extracción de vapor o la ventilación de cocinas comerciales.

(b) Conductos o cámaras de aire para ventilación natural:

En los conductos o cámaras de aire específicamente contruidos para ventilación natural, sólo se deben hacer instalaciones eléctricas con cañerías eléctricas metálicas, cañerías metálicas flexibles, o conductos metálicos rígidos. Se permiten conductos metálicos flexibles y conductos metálicos flexibles estancos o herméticos de longitud no superior a 1,50 m para conectar equipos y dispositivos regulables físicamente y aprobados para poder ser instalados en estos conductos y cámaras de aire (plenos). Los conectores utilizados con los conductos metálicos flexibles deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión. Sólo se permite instalar equipos y dispositivos en dichos conductos o cámaras de aire si son necesarios para actuar directamente sobre el aire o para detectar o medir el aire contenido o pasante. Cuando haya instalados equipos o dispositivos y sea necesario iluminarlos para facilitar su reparación y mantenimiento, se deberán utilizar luminarias herméticas IP65.

771.15.2: Ingreso de cables a cajas o tableros

Cuando un cable abandone una canalización para ingresar a una caja o tablero, el ingreso deberá efectuarse a través de prensacables de material aislante o metálico o por otro método adecuado. Los cables serán los que cumplan con las normas IRAM 2178, 2268 ó 62266. Cuando la canalización de la que egresa el cable es un caño, el mismo deberá finalizar en una boquilla roscada.

771.15.3: Radios de curvatura de los cables formados por conductores aislados y envoltura de protección según normas IRAM 2178, 2268 y 62266

Para el tendido de estos cables en cualquier modo de instalación, ya sea sobre bandejas, en cañerías, canales o enterrados, deberán tenerse en cuenta, en los cambios de dirección, los radios de curvatura mínimos que el cable puede adoptar en su posición definitiva de servicio, ya sea empleando los valores fijados por los fabricantes o en su defecto los indicados a continuación.

Estos límites no se aplicarán a las curvaturas a que el cable pueda estar sometido durante su transporte o tendido, cuyos radios deberán tener un valor superior al indicado:

Para cables con armaduras (tanto corrugados como con cintas helicoidales) o sin armaduras pero con conductores Clase 2 según la Norma IRAM NM 280:

$$\text{Radio de curvatura} \geq 10 D$$

Para cables sin armaduras, con conductores flexibles Clase 5, según la Norma IRAM NM 280:

$$\text{Radio de curvatura} \geq 6 D$$

Siendo D = diámetro exterior del cable



771.16: Determinación de la sección

771.16.1: Exigencias generales

- La intensidad de corriente no deberá ocasionar un calentamiento sobre el conductor que eleve su temperatura por encima de la especificada para cada tipo de cable (subcláusula 771.16.2.1.3).
- Los requerimientos de esta cláusula están destinados a lograr una expectativa de "vida" suficiente de las aislaciones³ y los conductores sometidos a los efectos térmicos de las corrientes admisibles transmitidas durante periodos prolongados en servicio normal.
- Esta cláusula se refiere solamente a cables para tensiones que no excedan los 0,6 / 1,1 kV en ca o hasta 1,5 kV en cc.
- La intensidad de corriente no deberá provocar caídas de tensión superiores a las indicadas en el punto 771.13.b).
- Se deberán respetar las secciones mínimas indicadas en la cláusula 771.13.

771.16.2: Intensidad de corriente admisible

Las tablas de corrientes admisibles y los factores de corrección están basados en el Capítulo 52 de esta Reglamentación, los que a su vez provienen del Capítulo 52 de la Norma IEC 60364 (1487CD). Dado que dicha norma, adopta diferentes temperaturas ambiente de referencia para el aire (30°C) y para el terreno (20°C), y diferentes resistividades térmicas para el suelo (2,5 K.m / W), que las adoptadas por esta Reglamentación, las tablas de intensidades de corriente admisibles han sido corregidas utilizando los coeficientes de corrección previstos en la citada norma IEC, que se resumen como sigue:

Para convertir intensidad de corriente admisible en conductores aislados con PVC, de aire a 30 °C a aire a 40 °C -----	x 0,87
Para convertir intensidad de corriente admisible en conductores aislados con XLPE o EPR, de aire a 30 °C a aire a 40 °C -----	x 0,91
Para convertir intensidad de corriente admisible en conductores aislados con PVC, de suelo a 20 °C a suelo a 25 °C-----	x 0,95
Para convertir intensidad de corriente admisible en conductores aislados con XLPE o EPR, de suelo a 20 °C a suelo a 25 °C -----	x 0,96
Para convertir intensidad de corriente admisible en conductores de cables enterrados o en conductos enterrados, de suelos de resistividad térmica 2,5 K.m / W a 1 K.m / W -----	x 1,18

771.16.2.1: Temperaturas de referencia

771.16.2.1.1: Temperatura ambiente de la región

Será la indicada para cada región geográfica de acuerdo con lo establecido en la Norma IRAM 11603 "Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina", o lo que determine la autoridad de aplicación local.

Nota: La temperatura ambiente de la región en la zona de concesión de baja tensión del Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) es de 40 °C. Para los cables enterrados la resistividad térmica específica del terreno se tomará igual a 1 K m / W [kelvin . metro / watt], considerando una temperatura del suelo de 25 °C.

771.16.2.1.2: Temperatura ambiente para el cálculo

Es la temperatura del aire o del medio donde el material será empleado.

Esta temperatura es la del lugar donde el equipamiento y material será instalado, resultante de la influencia de todos los otros equipos y fuentes de calor que funcionen en el mismo lugar, sin tener en cuenta la contribución térmica del equipo a ser calculado o instalado.

Cuando el valor de intensidad de corriente admisible es elegido de acuerdo con las tablas de la presente Sección, las temperaturas de cálculo serán las siguientes:

- Para cables en aire, independientemente de la forma de instalación: 40 °C.
- Para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados: temperatura del suelo 25 °C.

³ A los efectos de esta Reglamentación el vocablo aislación es sinónimo de aislamiento. Ver su definición en 3.10 de AEA 91140.



771.16.2.1.3: Temperatura máxima admisible de los conductores en servicio continuo con una carga del 100 %

- a) Aislación de policloruro de vinilo (PVC) o de material termoplástico: 70 °C.
- b) Aislación de polietileno reticulado (XLPE) o goma etilén-propilénica (EPR) o de material termoestable: 90 °C.

771.16.2.1.4: Temperatura máxima admisible de los conductores en condiciones de cortocircuito (para tiempos de hasta 5 segundos)

- a) Aislación de policloruro de vinilo (PVC) o de material termoplástico: 160 °C.
- b) Aislación de polietileno reticulado (XLPE) o goma etilén-propilénica (EPR) o de material termoestable: 250 °C.

771.16.2.1.5: Temperatura ambiente (del aire o del suelo) distinta de la de referencia

Nota 1: La temperatura ambiente se considerará distinta de la de referencia cuando esta diferencia se produzca por razones permanentes inherentes a la ubicación geográfica, altitud, sobre el nivel del mar, instalaciones subterráneas o en caverna, etc. No se considerará diferencia de temperatura ambiente la obtenida por medios mecánicos como ventiladores o sistemas de aire acondicionado, ya que estos medios son susceptibles de fallas.

Excepción: sólo se permite adoptar una temperatura ambiente menor a la de referencia, cuando la salida de servicio por falla del equipo instalado para lograr esa menor temperatura (por ejemplo equipamiento de enfriamiento de aire) saca de servicio a la instalación a la cual se le asignó aquella temperatura menor.

Cuando sean utilizadas las tablas de la presente Sección y la temperatura ambiente (del aire o del suelo) del lugar donde deben ser instalados los cables o conductores difiere de la temperatura ambiente de referencia, deberán aplicarse los factores de corrección especificados en las tablas 771.16.II.a, 771.16.VII y 771.16.IX a los valores de intensidad de corriente admisibles que figuran en las tablas 771.16.I, 771.16.III, 771.16.V; 771.16.VI y 771.16.VIII.

Los factores de corrección de las tablas 771.16.II.a y 771.16.IV no tienen en cuenta el eventual aumento de temperatura debido a la radiación solar u otras radiaciones infrarrojas. Cuando los cables o conductores son sometidos a tales radiaciones, las intensidades de corriente admisibles deberán ser calculadas por los métodos especificados en IEC 60287.

Nota 2: En el caso de utilizar valores calculados como se indica en el párrafo anterior, se deberá justificar mediante la memoria de cálculo correspondiente.

Cuando se instalen en un mismo grupo más de un circuito, se aplicarán los factores de corrección especificados en la Tabla 771.16.II.b.

Nota 3: Los factores de reducción por agrupamiento son valores medios calculados para la gama completa de dimensiones de conductores, los tipos de cables y las condiciones de instalación consideradas. Se recomienda prestar atención a las notas ubicadas debajo de cada tabla.

Nota 4: Los factores de corrección para agrupamientos han sido calculados suponiendo el agrupamiento constituido por cables de similares características igualmente cargados. Cuando un grupo contenga cables de dimensiones diferentes, deben tomarse precauciones con respecto a la capacidad de carga de los más pequeños.

771.16.2.2: Conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 y 62267

Para conductores dispuestos en cañerías embutidas en mampostería, en cañerías por dentro de vacíos previstos en la mampostería, en sistemas de cablecanales embutidos en el piso, en sistemas de cablecanales a la vista sobre paredes o suspendidos del cielorraso y en cañerías a la vista sobre paredes, la siguiente Tabla 771.16.I establece la intensidad de corriente admisible en ampere, para una temperatura ambiente de cálculo de 40 °C.

Asimismo se podrán aplicar cuando corresponda, los siguientes factores de corrección:

- a) Los factores de corrección por distinta temperatura ambiente se indican en la Tabla 771.16.II.a
- b) Los factores de reducción para más de un circuito monofásico o trifásico se indican en la Tabla 771.16.II.b

Tabla 771.16.I - Intensidad de corriente admisible [A], para temperatura ambiente de cálculo de 40 °C

	Termoplástico	
	PVC / LS0H IRAM NM 247-3 / IRAM 62267 B52-2 B1	PVC / LS0H IRAM NM 247-3 / IRAM 62267 B52-4 B1
Cobre [mm ²]	2x	3x
1,5	15	14
2,5	21	18
4	28	25
6	36	32
10	50	44
16	66	59
25	88	77
35	109	96
50	131	117
70	167	149
95	202	180
120	234	208
150	261	228
185	297	258
240	348	301
300	398	343
En la tabla se deben considerar las siguientes referencias: 2x = 2 conductores cargados + PE 3x = 3 conductores cargados + N + PE (ver nota 3)		

Nota 1: Esta tabla está basada en las siguientes tablas del Capítulo 52 de esta Reglamentación: Tabla A52-3, método de instalación de referencia B1; conductores aislados, dispuestos en cañerías embutidas en mampostería (ítem 59); en cañerías por dentro de vacíos previstos en la mampostería donde la menor dimensión del vacío es por lo menos 20 veces el diámetro exterior de la cañería (ítem 41); en sistemas de cablecanales embutidos en el piso (ítem 50); en sistemas de cablecanales a la vista sobre paredes (ítems 6, 7 y 13) o suspendidos del cielorraso (ítem 10) y en cañerías a la vista sobre paredes (ítem 4), donde para dos conductores cargados (con aislación de PVC o termoplástica) se aplica la Tabla B52-2 columna 4 y para tres conductores cargados (con aislación de PVC o termoplástica), la Tabla B52-3 columna 4.

Nota 2: Los conductores que cumplen con la norma IRAM NM 247-3 han reemplazado, en la práctica, a aquellos que cumplen con la norma IRAM 2183, aún cuando ambas normas no son estrictamente equivalentes.

Nota 3: Para los circuitos polifásicos, esta tabla está confeccionada considerando un circuito equilibrado, donde, por consiguiente por el conductor neutro no circula corriente, no contribuyendo éste a la generación de calor. La tabla es también aplicable a un circuito desequilibrado donde la corriente de desequilibrio que circula por el conductor neutro produce calor por efecto Joule, sin que esta corriente aumente la cantidad de calor total generada, debido a que la misma es compensada por la disminución de corriente en alguno o algunos de los conductores de línea. Cuando se requiera tener en cuenta el efecto de armónicas impares de orden superior se debe aplicar la corrección establecida en la cláusula 771.16.2.4.



Tabla 771.16.II.a - Factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 40 °C

Temperatura ambiente [°C]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,7	0,57				
XLPE / EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,1	1,05	1	0,96	0,9	0,84	0,78	0,71	0,64	0,55	0,45

Nota: Esta tabla está basada en la Tabla B52-14 del Capítulo 52 de esta Reglamentación.

Tabla 771.16.II.b - Factor de corrección por agrupamiento de circuitos en un mismo caño

Circuitos en un mismo caño	o número de conductores cargados	Factor	Se aplica a <u>Tabla 771.16.I</u>
2 monofásicos	Hasta 4	0,80	Columna 1
3 monofásicos	Hasta 6	0,70	Columna 1
2 trifásicos	Hasta 6	0,80	Columna 2
3 trifásicos	Hasta 9	0,70	Columna 2

Nota 1: Los conductores de protección PE no se contabilizan como conductores cargados. Los conductores neutros no se contabilizan como conductores cargados si el contenido armónico (THD) es inferior al 15 %.

Nota 2: Esta tabla está basada en la Tabla B52-17, ítem 1, del Capítulo 52 de esta Reglamentación.

771.16.2.3: Cables formados por conductores aislados y envoltura de protección según normas IRAM 2178 y 62266

771.16.2.3.1: Cables en aire

Cables unipolares o multipolares con conductores de cobre o aluminio, con aislamiento de PVC o termoplástico o XLPE / EPR, rellenos y envoltura de protección de material termoplástico.

Para cables con conductores de cobre o aluminio, que cumplen con las normas IRAM 2178 ó 62266, un circuito de cables unipolares o un cable multipolar, dispuestos en cañería, o sobre bandejas en aire libre, la siguiente Tabla 771.16.III establece la intensidad de corriente admisible en amperes para una temperatura ambiente de cálculo igual a 40 °C.

Nota 1: A los fines de esta Reglamentación, y con el objeto de establecer métodos de referencia para determinar las corrientes admisibles de los conductores y los cables, se definen los tres tipos de bandeja portacables que se indican, según se establece en el Capítulo 52 de IEC 60364 (mientras no se indique lo contrario, a las bandejas se las considera sin tapa):

- bandejas tipo escalera o de malla de alambre son aquellas en las cuales el soporte metálico donde apoyan los cables ocupa no más del 10 % de la superficie de la bandeja.
- bandejas perforadas son aquellas donde los agujeros distribuidos simétricamente ocupan más del 30 % de su superficie.
- bandejas no perforadas o de fondo sólido son aquellas donde los agujeros ocupan menos del 30 % de su superficie.

Nota 2: Las tablas siguientes están basadas en las tablas del Capítulo 52 de esta Reglamentación: Tabla A52-3, método de instalación de referencia F, cables unipolares en contacto en aire libre dispuestos sobre bandejas tipo escalera o de malla de alambre (ítem 32 o 34), donde para 3 conductores se aplican las tablas B52-10 para cobre y B52-11 para aluminio, columna 6 para aislación de PVC o termoplástico y B52-12 para cobre y B52-13 para aluminio, columna 6 para aislación de XLPE / EPR o termoestable. Tabla A52-3, método de referencia E, cables multipolares en aire libre dispuestos sobre bandejas tipo escalera o de malla de alambre (ítem 32 o 34), donde para 3 conductores se aplican las tablas B52-10 para cobre y B52-11 para aluminio, columna 3 para aislación de PVC o termoplástico y B52-12 para cobre y B52-13 para aluminio, columna 3 para aislación de XLPE / EPR o termoestable.



Tabla 771.16.III – Intensidades de corriente admisibles [A] para temperatura ambiente de 40 °C

[mm ²] Cobre	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico	Aislación PVC / LS0H Termoplástico
	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 B2	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 C	IRAM 2178 IRAM 62266 E	IRAM 2178 IRAM 62266 E
	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	14	13	17	15	19	16
2,5	20	17	23	21	26	22
4	26	23	31	28	35	30
6	33	30	40	36	44	37
10	45	40	55	50	61	52
16	60	54	74	66	82	70
25	78	70	97	84	104	88
35	97	86	120	104	129	110
50	116	103	146	125	157	133
70	146	130	185	160	202	171
95	175	156	224	194	245	207
120	202	179	260	225	285	240
150	224	196	299	260	330	278
185	256	222	341	297	378	317
240	299	258	401	351	447	374
300	343	295	461	404	516	432
Aluminio						
2,5	15	13	18	16	20	17
4	21	18	24	22	27	23
6	26	23	31	28	34	29
10	36	31	43	38	47	40
16	47	42	57	51	64	53
25	62	54	72	64	77	68
35	75	67	90	78	97	84
50	90	80	109	96	117	102
70	114	101	139	122	151	131
95	137	121	170	148	183	159
120	157	139	197	171	212	184
150	175	153	227	197	245	213
185	200	173	259	225	280	244
240	234	202	306	265	331	287
300	268	231	353	305	382	331

Tabla 771.16.III (continuación)

	Método B2 Caño embutido en pared Caño a la vista		Método C Bandeja no perforada o de fondo sólido Un cable multipolar o cables unipolares en contacto		Método E Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Un cable multipolar	
	Aislación XLPE / Termoesta- ble IRAM 2178 IRAM 62266 B2	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 B2	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 C	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 C	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 E	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 E
[mm ²]						
Cobre	2x	3x	2x o 2x1x	3x o 3x1x	2x	3x
1,5	20	18	22	20	24	21
2,5	27	24	30	27	33	29
4	36	32	41	36	45	38
6	46	40	53	47	57	49
10	63	55	73	65	78	68
16	83	73	97	87	105	91
25	108	96	126	108	136	116
35	133	116	156	134	168	144
50	159	140	190	163	205	175
70	201	177	245	208	263	224
95	241	212	298	253	320	271
120	278	244	348	293	373	315
150	304	273	401	338	430	363
185	349	309	460	386	493	415
240	418	362	545	455	583	490
300	484	414	631	524	674	565
Aluminio						
2,5	21	19	24	22	25	22
4	28	25	32	29	35	29
6	36	32	41	37	45	38
10	49	44	56	52	61	53
16	66	58	76	69	83	70
25	86	76	92	82	98	88
35	105	94	115	102	123	109
50	126	113	140	124	149	133
70	159	142	180	158	192	170
95	191	171	219	192	234	207
120	220	197	255	223	273	239
150	238	218	295	258	315	277
185	273	248	338	294	361	316
240	326	289	399	348	428	372
300	378	331	462	400	494	429

Tabla 771.16.III (continuación)

[mm ²] Cobre	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un diámetro como mínimo	
	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 F	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 F	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 F	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 G	Aislación PVC / LS0H Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 G
	2x1x	3x1x trébol	3x1x plano	3x1x horizontal	3x1x vertical
25	114	96	99	127	113
35	141	119	124	157	141
50	171	145	151	191	171
70	218	188	196	244	221
95	264	230	239	297	271
120	306	268	279	345	315
150	353	310	324	397	365
185	403	356	371	453	418
240	475	422	441	535	495
300	547	488	511	617	573
400	656	571	599	741	692
500	755	652	686	854	800
630	874	744	787	990	931
Aluminio					
25	85	73	76	97	86
35	106	91	95	121	108
50	130	111	116	147	132
70	167	144	151	189	171
95	204	177	184	231	210
120	238	206	215	268	245
150	275	238	250	310	284
185	316	274	287	354	327
240	374	326	341	419	389
300	432	378	396	485	452
400	522	458	480	584	547
500	604	531	557	674	635
630	703	619	649	783	741

Tabla 771.16.III (continuación)

	Método F Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares en contacto			Método G Bandeja perforada Bandeja tipo escalera Cables unipolares separados un diámetro como mínimo	
	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 F	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 F	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 F	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 G	Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 G
[mm ²]					
Cobre	2x1x	3x1x trébol	3x1x plano	3x1x horizontal	3x1x vertical
25	147	123	128	166	147
35	182	154	160	206	183
50	220	188	197	250	224
70	282	244	254	321	289
95	343	298	311	391	354
120	398	349	364	455	413
150	459	404	422	525	480
185	523	464	485	602	551
240	618	552	577	711	654
300	713	640	670	821	758
400	855	749	790	987	917
500	986	861	908	1140	1064
630	1141	990	1047	1323	1239
Aluminio					
25	110	94	97	126	111
35	137	117	123	157	139
50	167	145	150	191	171
70	216	187	196	247	222
95	263	230	240	302	273
120	307	269	280	352	319
150	354	312	326	408	371
185	407	359	376	469	428
240	482	429	448	556	511
300	558	498	520	644	593
400	673	603	632	779	721
500	779	701	733	902	838
630	906	818	857	1050	980

Nota: Las tablas de intensidades admisibles 771.16.III están calculadas para cables con conductores con formación rígida (Clase 2 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280); en caso de utilizar conductores con formación flexible (Clase 5 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280) los valores de intensidades de corriente admisible deben multiplicarse por el factor 0,95.



771.16.2.3.2: Factores de corrección por agrupamiento de conductores o cables en aire y por cables en paralelo

Tabla 771.16.IV - Factores de reducción para agrupamiento de más de un circuito monofásico o trifásico o más de un cable multipolar

Ítem	Disposición de los cables en contacto	Número de circuitos o de cables multipolares												Para ser usados con las intensidades admisibles de los siguientes métodos de referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	Métodos A1, A2, B1, B2, D1 y D2
2	Una sola capa sobre pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No es necesario una mayor reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares	Método C		
3	Una sola capa fijada debajo de cielorraso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Una sola capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				
5	Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrapada	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				
														Métodos E y F

Nota 1: Estos factores son aplicables a grupos uniformes de cables, igualmente cargados, dispuestos en una sola capa (las disposiciones en trespelillo o cuadrado se consideran una sola capa).

Nota 2: Cuando la separación entre cables adyacentes excede de dos veces su diámetro exterior, no es necesario aplicar ningún factor de reducción.

Nota 3: Los mismos factores son aplicables a:

- grupos de dos (dos más PE) o tres (tres más neutro y tres más neutro más PE) cables unipolares.
- cables multipolares.

Nota 4: Si un agrupamiento está formado por cables de dos y tres conductores, el número total de cables es tomado como número de circuitos, y el factor de corrección se aplicará a la tabla para dos conductores cargados para aquellos cables de dos conductores y a la tabla de tres conductores cargados para aquellos de tres conductores, respectivamente.

Nota 5: Si un agrupamiento está constituido por n cables en paralelo, se podrá considerar como $n/2$ circuitos de dos conductores cargados o como $n/3$ circuitos de tres conductores cargados.

Nota 6: Los valores indicados son valores medios en el rango de dimensiones de conductores y de métodos de instalación comprendidos en las tablas 771.16.III, y corresponden a un espaciamiento vertical de las bandejas de 300 mm y una separación mínima entre cada bandeja y la pared de 20 mm; en caso de bandejas verticales dispuestas espalda contra espalda, corresponden a un espaciamiento horizontal de 225 mm. Para espaciamientos entre bandejas inferiores a los indicados los factores deberían ser reducidos. La precisión de los valores dados está en el orden de $\pm 5\%$.

Nota 7: Para algunas instalaciones y para métodos de instalación no previstos en estas tablas, podrá ser apropiado utilizar los factores calculados para casos específicos; ver por ejemplo las tablas B52-20 y B52-21 del Capítulo 52 de esta Reglamentación.

Nota 8: Los conductores de protección PE no se contabilizan como conductores cargados. Los conductores neutros no se contabilizan como conductores cargados si el contenido armónico (THD) es inferior al 15% (ver 771.16.2.4).

Nota 9: Para el dimensionamiento de cables a instalar en locales con riesgo de explosión (clasificación BE3), se debe considerar además de los diferentes factores de corrección indicados en esta Reglamentación, un factor de corrección adicional de 0,85 para el cálculo de las corrientes admisibles.



Para corrección por distinta temperatura ambiente, utilizar la Tabla 771.16. II.a.

Para el dimensionamiento de cables expuestos en forma directa a la radiación solar, se debe considerar un factor de corrección adicional de 0,85 para el cálculo de las corrientes admisibles.

Para el cálculo de la corriente admisible de varios cables en paralelo, se deben considerar dos factores de corrección:

El que surge de la Tabla 771.16.IV y un factor de simetría f_s que tenga en cuenta el eventual reparto desigual entre los conductores unipolares, lo que puede conducir a un calentamiento anormal. Se recomienda emplear la menor cantidad de cables en paralelo, siendo aconsejable no superar el número de cuatro cables por fase.

Para las configuraciones que se indican en 771.12.3.13.1 (2 y 4 cables en paralelo por fase) se considera un factor $f_s = 1$.

De no respetar las configuraciones indicadas para los casos de 2 ó 4 cables por fase, o de emplear 3 cables por fase, el desigual reparto de corrientes se tendrá en cuenta aplicando un factor de corrección $f_s = 0,8$.

En el caso de emplear cables multipolares en paralelo, el factor de simetría será $f_s = 0,8$, cualquiera que sea el número de cables en paralelo.

771.16.2.3.3: Cables dispuestos en conductos enterrados

Un circuito de cables unipolares o un cable multipolar, con conductores de cobre o aluminio (cables, que cumplen con normas IRAM 2178 ó 62266) dispuestos en conductos directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, para una temperatura del terreno igual a 25 °C y una resistividad térmica específica del terreno igual a 1 K.m / W tienen una corriente admisible en ampere establecida en la siguiente Tabla 771.16.V.

Tabla 771.16.V - Intensidad de corriente admisible [A], para una temperatura del terreno igual a 25 °C y resistividad térmica específica del terreno igual a 1 K.m / W

	Método D1 Caño enterrado Aislación del cable PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B52-2 D1	Método D1 Caño enterrado Aislación del cable PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266 B52-4 D1	Método D1 Caño enterrado Aislación del cable XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 B52-3 D1	Método D1 Caño enterrado Aislación del cable XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266 B52-5 D1
[mm ²] Cobre	2x	3x	2x	3x
1,5	25	20	29	25
2,5	33	27	39	33
4	43	35	50	42
6	53	44	63	52
10	71	58	83	69
16	91	75	106	89
25	117	96	137	114
35	140	115	165	138
50	166 *	137	196 *	163
70	205 *	169	241 *	202
95	242 *	201	285 *	239
120	276 *	228	325 *	272
150	312 *	258	367 *	307
185	350 *	289	411 *	344
240	405 *	333	475 *	398
300	457 *	377	537 *	449

* Los cables bipolares se construyen generalmente hasta la sección de 35 mm²: Las intensidades de corriente admisible indicadas para cables de secciones de 2 x 50 mm² hasta 2 x 300 mm² corresponden a cables tripolares, donde el tercero no es utilizado o es empleado como PE.

Nota 1: Los valores dados son promedios para los tipos de cable y rangos de secciones considerados en las tablas 771.16.V. La dispersión de los valores es generalmente menor al 5 %.

Nota 2: Las tablas de intensidades admisibles 771.16.V están calculadas para cables con conductores con formación rígida (Clase 2 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280); en caso de utilizar conductores con formación flexible (Clase 5 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280) los valores de intensidades de corriente admisible deben multiplicarse por el factor 0,95.

Nota 3: Los valores corresponden a circuitos monofásicos o trifásicos simétricos equilibrados.

Nota 4: Para los cables tetrapolares valen las intensidades admisibles indicadas para los cables tripolares.

Nota 5: Los cables bipolares se construyen generalmente hasta la sección de 2 x 35 mm².

Tabla 771.16.V (continuación)

	Método D1 Caño enterrado Aislación del cable PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266	Método D1 Caño enterrado Aislación del cable PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266	Método D1 Caño enterrado Aislación del cable XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266	Método D1 Caño enterrado Aislación del cable XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266
[mm ²] Aluminio	2x	3x	2x	3x
2,5	---	---	---	---
4	33	27	39	33
6	40	34	46	41
10	54	45	63	53
16	70	58	83	69
25	90	74	105	88
35	106	90	127	106
50	127 *	105	150 *	127
70	157 *	131	185 *	156
95	186 *	155	219 *	186
120	212 *	176	249 *	211
150	239 *	200	282 *	238
185	269 *	224	316 *	267
240	311 *	258	365 *	308
300	351 *	291	412 *	349

* Los cables bipolares se construyen generalmente hasta la sección de 35 mm². Las intensidades de corriente admisible indicadas para cables de secciones de 2 x 50 mm² hasta 2 x 300 mm² corresponden a cables tripolares, donde el tercero no es utilizado o es empleado como PE.

Nota 1: Los valores dados son promedios para los tipos de cable y rangos de secciones considerados en las tablas 771.16.V. La dispersión de los valores es generalmente menor al 5 %.

Nota 2: Las tablas de intensidades admisibles 771.16.V están calculadas para cables con conductores con formación rígida (Clase 2 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280); en caso de utilizar conductores con formación flexible (Clase 5 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280) los valores de intensidades de corriente admisible deben multiplicarse por el factor 0,95.

Nota 3: Los valores corresponden a circuitos monofásicos o trifásicos simétricos equilibrados.

Nota 4: Para los cables tetrapolares valen las intensidades admisibles indicadas para los cables tripolares.

Nota 5: Los cables bipolares se construyen generalmente hasta la sección de 2 x 35 mm².



771.16.2.3.4: Cables directamente enterrados

Para cables con conductores de cobre o aluminio, que cumplen con las normas IRAM 2178 ó 62266, un circuito de tres cables unipolares en contacto mutuo o un cable multipolar, dispuestos directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, la siguiente Tabla 771.16.VI establece la intensidad de corriente en amperes, para una temperatura del terreno igual a 25 °C y una resistividad térmica específica del terreno igual a 1 K.m / W.

Nota: En el caso de utilizarse cables unipolares, directamente enterrados y separados un diámetro como mínimo, podrá aplicarse un factor de corrección de 1,07.

Tabla 771.16.VI - Intensidad de corriente admisible [A] para una temperatura del terreno igual a 25 °C y resistividad térmica específica del terreno igual a 1 K.m / W

	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico	Método D2 Enterrado Aislación PVC / Termoplástico	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico
	IRAM 2178	IRAM 2178	IRAM 2178	IRAM 2178	IRAM 2178
	IRAM 62266	IRAM 62266	IRAM 62266	IRAM 62266	IRAM 62266
[mm ²] Cobre	1x	2x	2x	3x	3x
1,5	30	29	25	25	20
2,5	39	39	33	34	27
4	50	51	43	44	35
6	63	65	53	55	44
10	84	88	71	74	58
16	108	112	91	95	75
25	140	144	117	123	96
35	168	173	140	147	115
50	198	207 *	166 *	173	137
70	243	254 *	205 *	211	169
95	291	306 *	242 *	254	201
120	331	350 *	276 *	290	228
150	372	393 *	312 *	325	258
185	420	445 *	350 *	369	289
240	487	519 *	405 *	428	333
300	552	587 *	457 *	484	377
400	631	---	---	---	---
500	726	---	---	---	---
630	823	---	---	---	---

* Los cables bipolares se construyen generalmente hasta la sección de 35 mm². Las intensidades de corriente admisible indicadas para cables de secciones de 2 x 50 mm² hasta 2 x 300 mm² corresponden a cables tripolares, donde el tercero no es utilizado o es empleado como PE.

Nota 1: Los valores dados son promedios para los tipos de cable y rangos de secciones considerados en las tablas 771.16.VI. La dispersión de los valores es generalmente menor al 5 %.

Nota 2: Las tablas de intensidades admisibles 771.16.VI están calculadas para cables con conductores con formación rígida (Clase 2 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280); en caso de utilizar conductores con formación flexible (Clase 5 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280) los valores de intensidades de corriente admisible deben multiplicarse por el factor 0,95.



Nota 3: Los valores corresponden a circuitos monofásicos o trifásicos simétricos equilibrados.

Nota 4: Para los cables tetrapolares valen las intensidades admisibles indicadas para los cables tripolares.

Nota 5: Los valores de intensidades admisibles correspondientes a las tablas 771.16.VI fueron calculados por el método indicado en IEC 60287 considerando temperaturas de los conductores de 70 °C y 90 °C para aislación de PVC / Termoplástico y XLPE / Termoestable, respectivamente.

Tabla 771.16.VI (continuación)

	Método D2				
	Directamente enterrado Aislación XLPE / Termoestable				
	IRAM 2178				
	IRAM 62266				
[mm ²] Cobre	1x	2x	2x	3x	3x
1,5	34	34	29	29	25
2,5	45	46	39	39	33
4	56	60	50	51	42
6	70	76	63	64	52
10	94	102	83	87	69
16	121	135	106	113	89
25	157	175	137	148	114
35	189	210	165	177	138
50	231	251 *	196 *	209	163
70	280	307 *	241 *	256	202
95	327	369 *	285 *	308	239
120	379	420 *	325 *	351	272
150	424	472 *	367 *	393	307
185	473	535 *	411 *	447	344
240	555	623 *	475 *	519	398
300	624	704 *	537 *	586	449
400	710	---	---	---	---
500	825	---	---	---	---
630	941	---	---	---	---

* Los cables bipolares se construyen generalmente hasta la sección de 35 mm². Las intensidades de corriente admisible indicadas para cables de secciones de 2 x 50 mm² hasta 2 x 300 mm² corresponden a cables tripolares, donde el tercero no es utilizado o es empleado como PE.

Nota 1: Los valores dados son promedios para los tipos de cable y rangos de secciones considerados en las tablas 771.16.VI. La dispersión de los valores es generalmente menor al 5 %.

Nota 2: Las tablas de intensidades admisibles 771.16.VI están calculadas para cables con conductores con formación rígida (Clase 2 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280); en caso de utilizar conductores con formación flexible (Clase 5 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280) los valores de intensidades de corriente admisible deben multiplicarse por el factor 0,95.

Nota 3: Los valores corresponden a circuitos monofásicos o trifásicos simétricos equilibrados.

Nota 4: Para los cables tetrapolares valen las intensidades admisibles indicadas para los cables tripolares.

Nota 5: Los valores de intensidades admisibles correspondientes a las tablas 771.16.VI fueron calculados por el método indicado en IEC 60287 considerando temperaturas de los conductores de 70 °C y 90 °C para aislación de PVC / Termoplástico y XLPE / Termoestable, respectivamente.



Tabla 771.16.VI (continuación)

	Método D2 Directamente enterrado Aislación PVC / Termoplástico IRAM 2178 IRAM 62266				
[mm ²] Aluminio	1x	2x	2x	3x	3x
4	40	40 *	33 *	34	27
6	52	53 *	40 *	45	34
10	65	67 *	54 *	57	45
16	84	86	70	73	58
25	109	112	90	94	74
35	130	134	106	113	90
50	153	161 *	127 *	135	105
70	188	198 *	157 *	168	131
95	226	237 *	186 *	202	155
120	258	272 *	212 *	231	176
150	288	305 *	239 *	260	200
185	326	346 *	269 *	294	224
240	380	403 *	311 *	341	258
300	430	457 *	351 *	386	291
400	495	---	---	---	---
500	573	---	---	---	---
630	656	---	---	---	---

* Los cables bipolares se construyen generalmente de secciones de 16, 25 y 35 mm². Las intensidades de corriente admisible indicadas para cables de secciones de 2 x 4 mm² hasta 2 x 10 mm² y de 2 x 50 mm² hasta 2 x 300 mm², corresponden a cables tripolares, donde el tercero no es utilizado o es empleado como PE.

Nota 1: Los valores dados son promedios para los tipos de cable y rangos de secciones considerados en las tablas 771.16.VI. La dispersión de los valores es generalmente menor al 5 %.

Nota 2: Las tablas de intensidades admisibles 771.16.VI están calculadas para cables con conductores con formación rígida (Clase 2 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280); en caso de utilizar conductores con formación flexible (Clase 5 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280) los valores de intensidades de corriente admisible deben multiplicarse por el factor 0,95.

Nota 3: Los valores corresponden a circuitos monofásicos o trifásicos simétricos equilibrados.

Nota 4: Para los cables tetrapolares valen las intensidades admisibles indicadas para los cables tripolares.

Nota 5: Los valores de intensidades admisibles correspondientes a las tablas 771.16.VI fueron calculados por el método indicado en IEC 60287 considerando temperaturas de los conductores de 70 °C y 90 °C para aislación de PVC / Termoplástico y XLPE / Termoestable, respectivamente.

Tabla 771.16.VI (continuación)

	Método D2 Directamente enterrado Aislación XLPE / Termoestable IRAM 2178 IRAM 62266				
[mm ²] Aluminio	1x	2x	* 2x	3x	3x
4	46	47 *	39 *	40	33
6	60	62 *	46 *	52	41
10	75	79 *	63 *	67	53
16	98	104	83	88	69
25	128	136	105	115	88
35	153	163	127	137	106
50	180	194 *	150 *	162	127
70	221	239 *	185 *	198	156
95	265	286 *	219 *	239	186
120	302	326 *	249 *	272	211
150	338	366 *	282 *	305	238
185	384	415 *	316 *	347	267
240	448	484 *	365 *	403	308
300	507	547 *	412 *	456	349
400	583	---	---	---	---
500	679	---	---	---	---
630	782	---	---	---	---

* Los cables bipolares se construyen generalmente de secciones de 16, 25 y 35 mm². Las intensidades de corriente admisible indicadas para cables de secciones de 2 x 4 mm² hasta 2 x 10 mm² y de 2 x 50 mm² hasta 2 x 300 mm², corresponden a cables tripolares, donde el tercero no es utilizado o es empleado como PE.

Nota 1: Los valores dados son promedios para los tipos de cable y rangos de secciones considerados en las tablas 771.16.VI. La dispersión de los valores es generalmente menor al 5%.

Nota 2: Las tablas de intensidades admisibles 771.16.VI están calculadas para cables con conductores con formación rígida (Clase 2 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280); en caso de utilizar conductores con formación flexible (Clase 5 de IEC 60228 o de la Norma IRAM NM 280) los valores de intensidades de corriente admisible deben multiplicarse por el factor 0,95.

Nota 3: Los valores corresponden a circuitos monofásicos o trifásicos simétricos equilibrados.

Nota 4: Para los cables tetrapolares valen las intensidades admisibles indicadas para los cables tripolares.

Nota 5: Los valores de intensidades admisibles correspondientes a las tablas 771.16.VI fueron calculados por el método indicado en IEC 60287 considerando temperaturas de los conductores de 70 °C y 90 °C para aislación de PVC / Termoplástico y XLPE / Termoestable, respectivamente.



771.16.2.3.5: Factores de corrección para cables enterrados en forma directa o dentro de caños o conductos enterrados

Tablas 771.16.VII - Factores de corrección para colocación enterrada

a) Factores de corrección para temperaturas del suelo distintas de 25 °C para cables enterrados o tendidos dentro de caños o conductos enterrados

Temperatura del suelo [°C]	PVC	XLPE o EPR
10	1,16	1,11
20	1,05	1,04
25	1	1
30	0,94	0,97
35	0,88	0,93
40	0,81	0,89
45	0,75	0,83
50	0,66	0,79
55	0,58	0,74
60	0,47	0,68
65	---	0,63
70	---	0,55
75	---	0,48
80	---	0,4

b) Factores de corrección para resistividades térmicas del terreno diferentes de 1 K.m / W a aplicar sobre los valores de intensidades de corriente admisibles para cables dispuestos dentro de caños o conductos enterrados (método de referencia D1) o cables directamente enterrados (método de referencia D2)

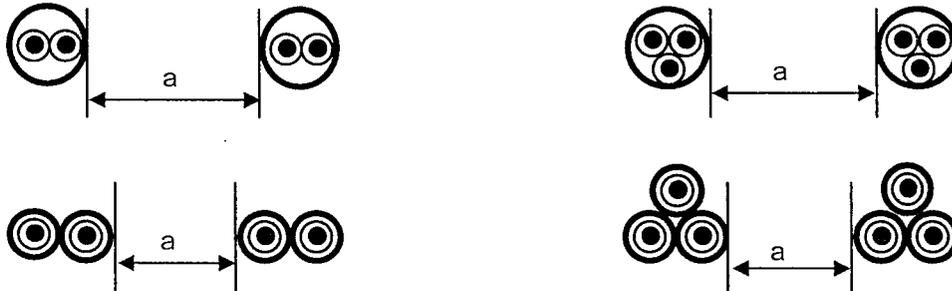
Tipo de terreno	Tierra muy húmeda	Tierra húmeda	Tierra normal seca	Tierra muy seca	70 % tierra 30 % arena ambas muy secas	70 % arena 30 % tierra ambas muy secas	Arena muy seca
Resistividad térmica [K.m / W]	0,5	0,8	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección, cables dentro de caños o conductos enterrados	1,08	1,02	1,00	0,93	0,89	0,85	0,81
Factor de corrección, cables directamente enterrados	1,25	1,08	1,00	0,85	0,75	0,67	0,60

Nota 1: Los factores de corrección dados son valores medios para las dimensiones de conductores y formas de instalación indicados en las tablas 771.16.VI. La precisión de los factores de corrección es del orden de $\pm 5\%$.

Nota 2: Los factores de corrección son aplicables a cables y caños o conductos enterrados hasta una profundidad de 0,7 m.

c) Factores de reducción para más de un circuito, cables directamente enterrados

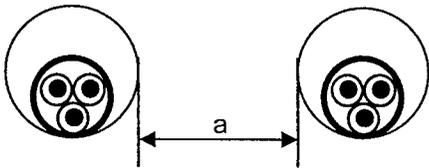
Número de circuitos	en contacto	1 diámetro	Separación entre bordes internos (a) [m]		
			0,125	0,25	0,5
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80



d) Factores de reducción para agrupamiento de caños y conductos enterrados conteniendo cada uno un cable multipolar o un cable unipolar

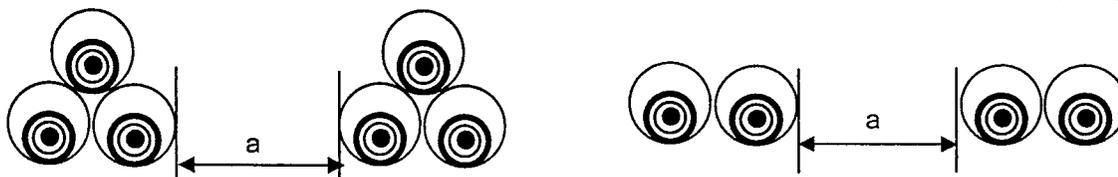
d1) Un cable multipolar por caño

Número de caños	Separación (a) entre bordes internos			
	en contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90



d2) Un cable unipolar en caño no metálico

Número de circuitos de dos o tres cables	Separación (a) entre bordes internos			
	en contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90





771.16.2.3.6: Cables preensamblados

Tabla 771.16.VIII - Intensidad de corriente admisible [A]

Sección nominal de los conductores [mm ²]	Intensidad de corriente admisible para cables instalados en líneas aéreas preensambladas de baja tensión, para una temperatura ambiente de 40 °C, expuestos al sol y viento nulo			
	Conductores de cobre a 90 °C [A]		Conductores de aluminio a 90 °C [A]	
	Bipolar	Tetrapolar	Bipolar	Tetrapolar
4	45	35	-----	-----
6	55	45	-----	-----
10	70	55	-----	-----
16	-----	75	75	60
25	-----	-----	96	76
35	-----	-----	117	96
50	-----	-----	145	117
70	-----	-----	-----	152
95	-----	-----	-----	200
120	-----	-----	-----	250
150	-----	-----	-----	305
185	-----	-----	-----	380

Tabla 771.16.IX - Factores de corrección para distintas temperaturas ambiente

Temperatura ambiente [°C]	Factores de corrección para distintas temperaturas ambiente						
	20	25	30	35	40	45	50
Factor de corrección	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89

Tabla 771.16.X - Factores de corrección (reducción) por agrupamiento de cables preensamblados

Número de cables	1	2	3
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80

En esta tabla figuran los factores de corrección para la intensidad máxima admisible, en caso de agrupación próxima de varios cables preensamblados, tendidos en aire. Estos factores se aplican en caso que los cables se encuentren separados entre sí una distancia comprendida entre un cuarto de diámetro y un diámetro, tendidos en un mismo plano, sea en forma horizontal o vertical. Se considera como diámetro de un cable preensamblado al de su círculo circunscrito.



771.16.2.3.7: Cables o cordones flexibles

Nota 1: Estos cables responden a las normas IRAM NM 247-5 e IRAM NM 287-4 (en estudio), por lo que no pueden ser empleados en instalaciones eléctricas fijas debido a que su tensión de aislación es de 300/500 V y para las instalaciones fijas se requiere como mínimo 450/750 V y su comportamiento frente al fuego no cumple con lo exigido para los cables permitidos en instalaciones fijas. Los valores de corriente admisible se indican solamente para conexión de equipos móviles o portátiles.

Nota 2: Los valores indicados en la tabla consideran que los cables multipolares con neutro alimentan cargas equilibradas.

Tabla 771.16.XI – Corrientes admisibles para cables flexibles

Sección nominal	Corriente admisible en aire a 40 °C
[mm ²]	[A]
3 x 2,5	16
4 x 2,5	16
5 x 2,5	16
3 x 4	22
4 x 4	22
5 x 4	22
3 x 6	30
4 x 6	30
5 x 6	30
3 x 10	40
4 x 10	40
5 x 10	40

771.16.2.3.8: Corrientes admisibles en barras de cobre

Esta cláusula permite determinar las secciones de las barras de cobre para corriente permanente, instaladas en aire y no ventiladas artificialmente, para ser empleadas en instalaciones interiores o exteriores de corriente continua o alterna.

Las cargas admisibles indicadas en la tabla son para una temperatura ambiente de 35 °C y una temperatura en servicio en las barras de 65 °C.



Tabla 771.16.XII – Corrientes admisibles en barras de cobre

Dimensiones Ancho x espe- sor [mm x mm]	Sección [mm2]	Peso [kg / m]	Corriente permanente para T° ambiente de 35 °C y T° en servicio en barras de 65 °C.							
			Corriente alterna hasta 60 Hz				Corriente continua y alterna hasta 16 2/3 Hz			
			Pintada		Desnuda		Pintada		Desnuda	
			Cantidad de barras		Cantidad de barras		Cantidad de barras		Cantidad de barras	
			1 I	2 II	1 I	2 II	1 I	2 II	1 I	2 II
12 x 2	23,5	0,209	123	202	108	182	123	202	108	182
15 x 2	29,5	0,262	148	340	128	212	148	240	128	212
15 x 3	44,5	0,396	187	316	162	282	187	316	162	282
20 x 2	39,5	0,351	189	302	162	264	189	302	162	266
20 x 3	59,5	0,529	237	394	204	348	237	394	204	348
20 x 5	99,1	0,882	319	560	274	500	320	562	274	502
20 x 10	199	1,77	497	924	427	825	499	932	428	832
25 x 3	74,5	0,663	287	470	245	412	287	470	245	414
25 x 5	124	1,11	384	662	327	586	384	664	327	590
30 x 3	89,5	0,796	337	544	285	476	337	546	286	478
30 x 5	149	1,33	447	760	379	472	448	766	380	676
30 x 10	299	2,66	676	1200	573	1060	683	1230	579	1080
40 x 3	119	1,06	435	692	366	600	436	696	367	604
40 x 5	199	1,77	573	952	482	836	576	966	484	848
40 x 10	399	3,55	850	1470	715	1290	865	1530	728	1350
50 x 5	249	2,22	697	1140	583	994	703	1170	588	1020
50 x 10	499	4,44	1020	1720	852	1510	1050	1830	875	1610
60 x 5	299	2,66	826	1330	688	1150	836	1370	696	1190
60 x 10	599	5,33	1180	1960	985	1720	1230	1130	1020	1870
80 x 5	399	3,55	1070	1680	885	1450	1090	1170	902	1530
80 x 10	799	7,11	1500	2410	1240	2110	1590	2730	1310	2380
100 x 5	499	4,44	1300	2010	1080	1730	1340	2160	1110	1810
100 x 10	999	8,89	1810	2850	1490	2480	1940	3310	1600	2890
120 x10	1200	10,7	2110	3280	1740	2860	2300	3900	1890	3390
160 x10	1600	14,2	2700	4130	2220	3590	3010	5060	2470	4400
200 x10	2000	17,8	3290	4950	2690	4340	3720	6220	3040	5390

Para temperaturas ambiente y de barras diferentes a las indicadas, se deberán dividir los valores de la tabla por k_2 que se obtiene del gráfico siguiente.

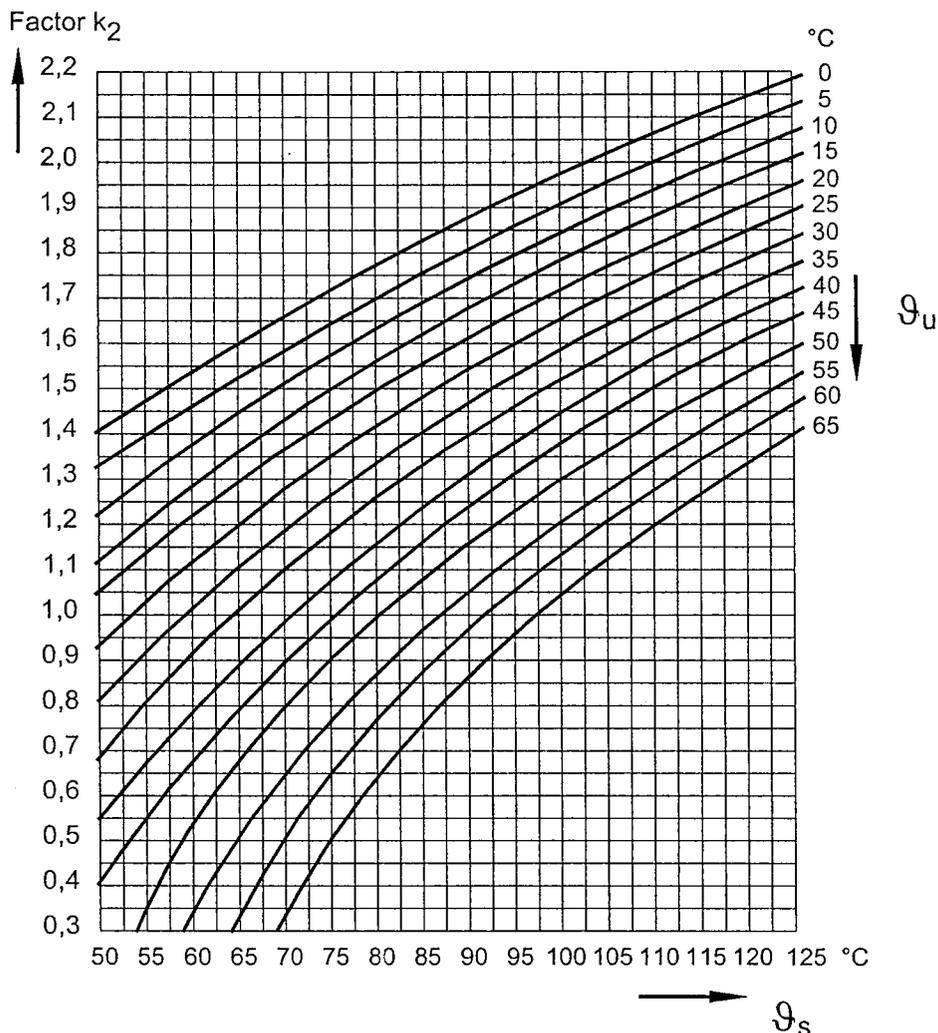


Figura 771.16.I - Factor k_2 para determinar la sección de barras de cobre para temperaturas ambiente θ_u de 0 a 65 °C y/o temperaturas de servicio θ_s de hasta 125 °C

771.16.2.4: Factores de corrección por contenido armónico en las corrientes

La tasa de distorsión armónica se define de dos maneras distintas:

- a) Según el VEI 161-02-23, THD (de Total Harmonic Distortion) "es la relación entre el valor eficaz del contenido armónico (sin incluir la fundamental) y el valor eficaz de la magnitud alterna (incluyendo la fundamental"; su expresión matemática es:

$$THD(h) [\%] = 100 \frac{\sqrt{h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + h_6^2 + \dots + h_n^2}}{h_{ef}} = 100 \frac{\sqrt{\sum_2^n h_n^2}}{h_{ef}}$$

$$h_{ef} = \sqrt{h_1^2 + h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + \dots + h_n^2}$$

- b) Según CIGRE, D "es la relación entre el valor eficaz del contenido armónico (sin incluir la fundamental) y el valor eficaz de la fundamental"



$$D(h) [\%] = 100 \frac{\sqrt{h_2^2 + h_3^2 + h_4^2 + h_5^2 + h_6^2 + \dots + h_n^2}}{h_1} = 100 \frac{\sqrt{\sum_2^n h_n^2}}{h_1}$$

Cuando la distorsión es baja (caso frecuente en la tensión), no hay prácticamente diferencia entre ambas distorsiones. La relación entre ambas es la siguiente:

$$D^2 = \frac{THD^2}{1 - THD^2} \quad \text{o} \quad THD^2 = \frac{D^2}{1 + D^2}$$

Cuando se prevea el uso de aparatos utilizadores, monofásicos o trifásicos, que generen distorsión armónica en la forma de onda de la corriente, tales como bancos de iluminación fluorescente, balastos electromagnéticos o electrónicos, fuentes de tensión continua conmutadas, etc., el conductor neutro de un sistema trifásico podría ser sobrecargado.

En estos casos, tanto los conductores de línea como el neutro se deberán dimensionar según el contenido de la tercera armónica presente en los conductores de línea. Así, para porcentajes de hasta 33 % de tercera armónica en la corriente de línea, el cálculo de la sección de los conductores deberá realizarse en función de los de línea, corrigiendo la sección del neutro. En cambio, para porcentajes mayores del 33 % de tercera armónica en la corriente de línea, el cálculo de la sección de los conductores deberá realizarse en función de las corrientes en el neutro corrigiendo la sección de los de línea, todo de acuerdo a los coeficientes de la Tabla 771.16.XIII. En 771-H.4 se muestra el modo de empleo de la tabla citada y el mecanismo de cálculo, a través de algunos ejemplos.

Tabla 771.16.XIII - Factor de corrección (por reducción de la intensidad de corriente admisible) en los conductores de línea y neutro

Contenido de tercera armónica en la corriente de línea (%)	Factor de reducción	
	Selección basada en la corriente de línea	Selección basada en la corriente de neutro
(%) ≤ 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 con cuatro o cinco conductores donde el conductor neutro sea del mismo material y de la misma sección que 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 corrientes armónicas superiores (9ª y otras), son aplicables también las reducciones consideradas.

Para sistemas desequilibrados, cuando exista un desequilibrio de fases de más del 50 % entonces las reducciones también son aplicables. Cuando sea esperable que la corriente de neutro supere la corriente de fase, entonces la sección del cable debe ser seleccionada sobre la base de la corriente de neutro. Cuando se elija un cable basado en la corriente de neutro y esta corriente no sea significativamente mayor que la de fase será necesario reducir las intensidades de corriente admisibles para los tres conductores cargados. Si por el contrario se espera que la corriente de neutro supere en más de 135 % la corriente de fase y el cable fue seleccionado de acuerdo con la corriente de neutro, entonces no es necesario aplicar reducción alguna a las intensidades de corriente admisibles por las fases ya que éstas estarán más frías y contribuirán a la disipación del calor.

Se destaca que, después del cálculo realizado, las secciones de los conductores de línea y neutro siempre deben ser iguales.

Los valores de los contenidos armónicos se obtendrán de los declarados por los fabricantes de los equipos a alimentar.

771.16.2.5: Cálculo de alimentadores de tableros de comando y protección de motores y otras cargas

Cuando desde un tablero esté prevista la alimentación de varios motores, el cable o los conductores alimentadores del tablero (circuito seccional o de distribución) deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad nominal del motor de mayor potencia más la intensidad nominal de todos los demás con una simultaneidad del 100 %. De existir un factor de simultaneidad menor del 100 % y/o enclavamientos que impidan el funcionamiento simultáneo de dos motores o grupos de motores, la alimentación deberá estar dimensionada para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad nominal del motor de mayor potencia más la intensidad nominal de todos los demás con el factor de simultaneidad que corresponda.



El mismo método de cálculo se debe realizar cuando desde el tablero se alimentan además de motores, otras cargas; en este caso los conductores de alimentación del tablero deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad nominal del motor de mayor potencia más la intensidad nominal de todos los demás motores y cargas con una simultaneidad del 100 %. De existir un factor de simultaneidad menor del 100 % y/o enclavamientos que impidan el funcionamiento simultáneo de dos motores o grupos de motores o cargas, la alimentación deberá estar dimensionada para una intensidad no menor a la suma del 125 % de la intensidad nominal del motor de mayor potencia más la intensidad nominal de todos los demás motores y cargas con el factor de simultaneidad que corresponda.

Cuando se trate de dimensionar los conductores o cables de alimentación a un solo motor es aplicable el mismo método de cálculo, o sea que se deberán dimensionar para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad nominal del motor en cuestión.

Nota: El coeficiente 1,25 (125 %) podrá ser reducido si se conoce el factor de servicio real de los motores, pero nunca será inferior a 1.

771.17: Dispositivos de maniobra y protección

Nota: Los términos "dispositivo" y "aparato" se usan indistintamente.

771.17.1: Generalidades

Toda instalación eléctrica debe ser objeto como mínimo de medidas de protección contra las siguientes fallas eléctricas:

a) De cumplimiento obligatorio:

- Protección contra fallas a tierra
- Protección contra contactos directos
- Protección contra contactos indirectos
- Protección contra sobrecorrientes (sobrecargas y/o cortocircuitos)

b) Altamente recomendables:

- Protección contra sobretensiones transitorias (descargas atmosféricas, maniobras eléctricas, etc.)
- Protección contra sobretensiones permanentes (interrupción del conductor neutro, etc.)
- Protección contra subtensiones.

Lo considerado en esta Cláusula 771.17 se refiere a las condiciones particulares para instalaciones en viviendas, oficinas y locales (unitarios). No obstante en la Parte 4 de esta Reglamentación se desarrolla este tema con más amplitud.

El objeto de las protecciones eléctricas es el de salvaguardar la integridad de las personas, los animales domésticos y de cría, los bienes y las instalaciones propiamente dichas.

Nota: En el caso de la protección de las instalaciones propiamente dichas, se hace referencia a la protección de los circuitos de la instalación. No se pretende que estas protecciones protejan también a los equipos o a las cargas, ya que estos últimos deben cumplir con las normas de producto específicas. Para el caso particular de la alimentación a motores eléctricos ver 771.17.3 y para las luminarias ver Anexo 771-A.

Se considera que en las viviendas no se encuentran normalmente personas de las categorías BA4 o BA5.

En las oficinas y locales (unitarios) podrán existir integrantes del personal pertenecientes a las categorías BA4 o BA5; los mismos deberán cumplir con los requisitos mencionados en la Ley 19587 y sus Decretos Reglamentarios N° 351/79 y 911/96 (ver también Anexo 771-J de esta Sección 771).

771.17.2: Definiciones

Las definiciones correspondientes de los dispositivos de maniobra y protección se encuentran en el Anexo 771-G.

771.17.3: Dispositivos de maniobra y protección para motores eléctricos de instalación fija

771.17.3.1: Generalidades sobre maniobra y protección de los motores eléctricos

Para la elección adecuada del método de arranque, se deberán 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 (ver 771.13.b). Cuando se trate de una instalación nueva o de una ampliación de una instalación existente, éstas serán proyectadas de manera de limitar las perturbaciones eléctricas por medio de una adecuada elección de las secciones de conductor y los métodos de protección y arranque del motor.



Toda alimentación de motores eléctricos deberá contar con dispositivos de maniobra y protección contra sobrecargas y contra cortocircuitos, específicas para dichos motores. Esta medida no es exigible, pero sí recomendable, para motores con potencias inferiores a 0,75 kW, los cuales podrán ser maniobrados por pequeños interruptores automáticos, interruptores-seccionadores o interruptores de efecto de corriente asignada y categoría de empleo adecuada. Se destaca que, en estos casos, el motor no se encuentra protegido por los dispositivos destinados a la protección del circuito de alimentación.

Cuando se utilicen circuitos de comando, éstos deberán poseer una protección exclusiva contra cortocircuitos, independiente de la protección principal (ver 771.20.4).

771.17.3.2: Maniobra y protección de los motores

Los motores de corriente alterna deberán tener como mínimo un dispositivo de maniobra que permita el arranque y detención del motor mediante el cierre o apertura de fase y neutro si son monofásicos, o de todas las fases en forma simultánea si son polifásicos.

En el caso de motores polifásicos deberá utilizarse un dispositivo que detecte la falta de una fase y que interrumpa el circuito de alimentación frente a la ausencia de ésta.

Los motores deberán contar con protección dedicada y específica contra las sobrecargas y específica o compartida contra cortocircuitos y fugas a tierra.

Los fusibles y los interruptores automáticos no son aplicables a la protección contra sobrecarga de motores.

Nota: Se podrán utilizar interruptores automáticos que cumplan con IEC 60947-2 destinados exclusivamente a la protección de motores (relés según IEC 60947-4).

Para la protección de motores se deberá utilizar una adecuada combinación de elementos, en forma separada o integrada, que asegure la maniobra y la protección contra sobrecargas, cortocircuitos, fugas a tierra y faltas de fase.

771.18: Protección de las personas, animales domésticos y de cría contra los choques eléctricos

La “**Regla fundamental de protección contra los choques eléctricos**” de AEA 91140 establece:

Las partes activas peligrosas no deberán ser accesibles y las masas eléctricas o partes conductoras expuestas o accesibles no deberán volverse activas peligrosas

- a) ni en condiciones normales (funcionando en la forma prevista o en el uso proyectado y en ausencia de defecto) (ver Nota 3 “uso proyectado” y Nota 4 para “condición normal”),
- b) ni en las condiciones de defecto simple (ver Nota 5 “condición de defecto simple”).

Nota 1: Las reglas de accesibilidad para las personas comunes pueden diferir de aquellas establecidas para las personas instruidas o capacitadas eléctricamente (BA4 y BA5) y también pueden variar para diferentes productos y lugares.

Nota 2: Para las instalaciones, redes, materiales y equipos de alta tensión (tensiones superiores a 1 KV), el ingreso a la zona peligrosa es considerado como equivalente al contacto con partes activas peligrosas.

Nota 3: La ISO/IEC Guide 51 indica en 3.13 lo siguiente: “Uso proyectado, es el uso de un producto, un proceso o un servicio de acuerdo con la información proporcionada por el proveedor”.

Nota 4: La IEC Guide 104 indica en 2.7 lo siguiente: “Condición normal, es la condición en la cual todos los medios de protección están intactos”.

Nota 5: La IEC Guide 104 indica en 2.8 lo siguiente: “Condición de defecto simple o de primer defecto, es la condición en la cual un medio de protección contra los riesgos o peligros está defectuoso o se presenta un defecto que puede causar un riesgo o peligro”.

La protección en las condiciones normales es proporcionada o asegurada por la protección básica y la protección en las condiciones de defecto simple es proporcionada o asegurada por una protección en caso de defecto. Las medidas de protección reforzadas aseguran la protección en ambos casos.

Con el fin de satisfacer la **regla fundamental de protección contra los choques eléctricos** en las **condiciones normales**, es necesaria una **protección básica**. Para las instalaciones, equipos y sistemas de baja tensión, la protección básica corresponde generalmente a la protección contra los **contactos directos** empleada en esta Reglamentación.



Se deben considerar “**Condiciones de defecto simple**” si:

- a) una parte activa, accesible no peligrosa se vuelve una parte activa peligrosa (por ejemplo en razón de una falla en la limitación de la corriente de contacto en régimen permanente y de la carga eléctrica), o si
- b) una masa eléctrica que no está activa en condiciones normales se vuelve (peligrosamente) activa (por ejemplo debido a una falla entre la aislación básica y las masas), o si
- c) una parte activa peligrosa se hace accesible, por ejemplo por falla mecánica de una envolvente. (Se reconoce que este aspecto no ha sido tratado hasta ahora. Serán necesarias prescripciones mecánicas adecuadas y ensayos. Ellas no pueden ser reemplazadas por la especificación de parámetros eléctricos).

Para satisfacer la **regla fundamental en condiciones de defecto simple**, es necesaria una **protección en caso de defecto**. Esta protección puede ser realizada por

- d) una medida de protección adicional, independiente de la medida de protección básica y
- e) una medida de protección reforzada que proporciona a la vez protección básica y una protección en caso de defecto

tomando en cuenta todas las influencias apropiadas.

Para las instalaciones, redes, materiales y equipos de baja tensión, la frase “protección en caso de defecto” corresponde generalmente para esta Reglamentación a la protección contra los **contactos indirectos**, fundamentalmente cuando se produce una falla de la aislación básica.

771.18.1: Generalidades

La protección contra los contactos directos consiste en tomar todas las medidas destinadas a proteger las personas y animales domésticos y de cría, contra un posible contacto con las partes normalmente bajo tensión o activas de la instalación (sin que la instalación o los equipos conectados a ella hayan fallado).

Nota 1: La protección contra los contactos directos es la protección básica o en servicio normal, en ausencia de defecto.

Todos los equipos, instalaciones y materiales eléctricos deben ser objeto, como mínimo, de una o más de las medidas de protección contra los contactos directos.

Para la protección contra los contactos directos existen cuatro medidas de protección, a saber:

- a) Protección por aislación de las partes activas,
- b) Protección por medio de barreras o por medio de envolturas,
- c) Protección parcial por medio de obstáculos,
- d) Protección parcial por puesta fuera de alcance por alejamiento,

y una medida adicional, por la cual se puede aumentar la protección por el uso de dispositivos diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ (aumento de la protección o protección complementaria o adicional).

El orden en el cual se describen las medidas de protección, no implica importancia relativa entre ellas.

La protección contra los contactos indirectos consiste en tomar todas las medidas destinadas a proteger las personas, animales domésticos y de cría, y los bienes, contra los peligros provenientes de un contacto con masas eléctricas, (partes metálicas o conductoras accesibles), puestas bajo tensión (o energizadas) accidentalmente a consecuencia de una falla de aislación de la instalación o de los equipos conectados a ella.

Nota 2: La protección contra los contactos indirectos es la protección contra los choques eléctricos en caso de defecto.

La protección contra los contactos indirectos puede ser omitida en los siguientes casos:

- e) Soportes de pared de aisladores de líneas aéreas y partes metálicas conectadas a los mismos (accesorios de líneas aéreas) si ellos no están situados al alcance de la mano.
- f) Postes de hormigón armado, en los que la armadura de acero no es accesible.
- g) Masas eléctricas que, debido a sus dimensiones reducidas (aproximadamente 50 mm x 50 mm) o a su disposición, no pueden ser tomadas o entrar en contacto con una parte importante del cuerpo humano y siempre que la conexión con un conductor de protección sea de difícil ejecución o que la misma sea poco confiable.

Nota: Esto se aplica, por ejemplo, a pernos, remaches, placas de características y abrazaderas de fijación del cable.



A excepción de los casos mencionados en la cláusula anterior, todos los equipos, instalaciones y materiales eléctricos deben ser objeto de una o más de las medidas de protección contra los contactos indirectos.

Para la protección contra los contactos indirectos existen cinco medidas:

- a) Protección por desconexión automática de la alimentación,
- b) Protección por uso de equipos, materiales e instalaciones de Clase II de aislación,
- c) Protección por ubicación en un local no conductor (ver Capítulo 41 de esta Reglamentación),
- d) Protección por conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra (ver Capítulo 41 de esta Reglamentación) y
- e) Protección por separación eléctrica (ver Capítulo 41 de esta Reglamentación).

Toda instalación o equipo eléctrico debe ser objeto de protección contra contactos directos e indirectos, sea por la medida descrita en 771.18.2, sea por la combinación de lo indicado en 771.18.3 y 771.18.4.

771.18.2: Protección simultánea contra los contactos directos e indirectos

Nota 1: Si se requiriesen más detalles puede consultarse la Parte 4, Capítulo 41, de esta Reglamentación.

La protección en forma simultánea contra los contactos directos y contra los contactos indirectos se puede lograr mediante el uso de fuentes y circuitos de Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra (MBTS).

La Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra (MBTS) no debe confundirse con la Muy Baja Tensión Funcional (MBTF) que solamente comparte los valores de la tensión pero no el resto de los requisitos y que se utiliza en alimentación de equipos (intercomunicadores, alarmas, etc.) que por sus características constructivas requieren muy baja tensión para su funcionamiento pero no por razones de seguridad.

No se permite la utilización de circuitos MBTP [Muy Baja Tensión de Protección (fuente de seguridad de muy baja tensión con un punto del circuito secundario puesto a tierra)], para la protección en forma simultánea contra los contactos directos y contra los contactos indirectos, por las dificultades que ofrece para garantizar una adecuada protección contra los contactos indirectos.

Nota 2: MBTS (SELV): Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra. En este esquema la tensión no puede sobrepasar el valor de la MBT (24 V), ni en condiciones normales ni en condiciones de defecto, comprendiendo los defectos a tierra de otros circuitos.

Nota 3: MBTP (PELV): Muy Baja Tensión de Protección con un punto del circuito secundario puesto a tierra, pero satisfaciendo todas las otras condiciones de la MBTS. En este esquema la tensión no puede sobrepasar el valor de la MBT (24 V), ni en condiciones normales ni en condiciones de defecto, con excepción de los defectos a tierra en otros circuitos.

La protección contra los choques eléctricos por MBTS se considera asegurada tanto contra los contactos directos como contra los contactos indirectos cuando:

- a) La tensión nominal no sea superior a 24 V para ambientes secos, húmedos y mojados y de 12 V para lugares en donde el cuerpo esté sumergido en agua.

Nota 4: De acuerdo con la Parte 3 de esta Reglamentación, se definen los distintos tipos de emplazamientos, en función de la presencia de agua, de la siguiente manera:

Local seco (Clasificación AD1): lugar en el cual las paredes no muestran generalmente trazas de agua, pero pueden aparecer en cortos períodos, por ejemplo en forma de vapor, y que se seca rápidamente por ventilación.

Local húmedo (Clasificaciones AD2 y AD3): lugar con posibilidad de caída vertical de agua o caída de agua pulverizada, con ángulo superior a 60° con respecto a la vertical.

Local mojado (Clasificaciones AD4, AD5 y AD6): lugar con posibilidad de proyecciones o chorros de agua en todas direcciones.

- b) La fuente de alimentación sea una fuente de seguridad según los términos siguientes:

- Un transformador de seguridad que cumpla con los requisitos de fabricación y ensayos establecidos en IEC 61558-2-6.

Nota 5: Un transformador de seguridad está definido en la norma citada como un transformador de separación de circuitos destinado a alimentar circuitos con muy baja tensión. Para ello, y entre otras, un transformador de seguridad debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Tener una tensión de salida igual o inferior a 24 V.
- Tener separación de protección (eléctrica) entre los circuitos primario y secundario (no se admiten los auto-transformadores), definiéndose la separación de protección eléctrica como la separación de un circuito eléctrico de otro por medio de:
 - doble aislación o aislación reforzada (Clase II) o;
 - aislación básica y una protección eléctrica por pantalla, entendiéndose por protección eléctrica por pantalla la separación de circuitos eléctricos y/o conductores, de partes activas peligrosas, por una pantalla conductora de protección, la que al igual que el núcleo deberá estar eléctricamente vinculada a la red de conexión equipotencial de protección conectada a tierra.



- Una fuente con un grado de seguridad equivalente a la mencionada en el párrafo anterior, donde el origen de la energía no esté vinculado a circuitos de tensión más elevada, por ejemplo grupos motor – generador cuyos arrollamientos presenten aislación equivalente a la descrita.
- Una fuente electroquímica (pilas, baterías de acumuladores, celdas de combustible).
- Las fuentes móviles, tales como transformadores de seguridad o grupos motor – generador, estarán provistos de aislación Clase II.

Los circuitos secundarios de MBTS o sus partes activas no deben ser conectados a tierra, ni a las partes activas, ni a conductores de protección pertenecientes a otros circuitos.

En particular, es necesaria una separación eléctrica por lo menos equivalente a aquella prevista entre los arrollamientos primarios y secundarios de un transformador de seguridad, en todos los equipamientos (materiales) eléctricos, tales como relés, contactores, interruptores auxiliares y entre las partes activas de un circuito secundario y una parte cualquiera de un circuito de tensión más elevada.

Los conductores de todo circuito MBTS estarán separados de cualquier otro circuito; si esto no fuera posible, será satisfecha por lo menos una de las siguientes condiciones:

- Adicionalmente a su aislación básica, los conductores de los circuitos de MBTS estarán munidos de una cubierta o envoltura no metálica (este requisito está cumplido en los cables que cumplen con las normas IRAM 2178, IRAM 2268 e IRAM 62266).
- Los conductores de los circuitos con tensiones diferentes estarán separados por una pantalla metálica conectada a tierra.
- Un cable multipolar o un agrupamiento de conductores aislados y/o cables unipolares puede contener circuitos de tensiones diferentes siempre que se asegure que los conductores de los circuitos de MBTS estén aislados ya sea individualmente o colectivamente para la tensión más elevada puesta en juego.

Las fichas y tomacorrientes empleados en MBTS no deben permitir su acoplamiento cuando pertenezcan a tensiones diferentes y responderán a los requisitos de la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Dado que los circuitos MBTS no deben incorporar conductor de protección, las fichas y tomacorrientes empleados en estos circuitos MBTS no deben ir provistas de contacto para la conexión del conductor de protección.

Las masas eléctricas de los equipos eléctricos conectados a los circuitos MBTS, no deben estar conectadas intencionalmente:

- a) ni a tierra;
- b) ni a conductores de protección o masas eléctricas de otros circuitos;
- c) ni a masas extrañas; sin embargo, para los materiales o equipos que por su disposición deben ser necesariamente unidos a masas extrañas, la presente medida permanece válida si se puede asegurar que las mismas no pueden alcanzar valores de tensión por encima de los 24 V.
- d) si existiera la posibilidad que las masas de los circuitos MBTS pudieran entrar en contacto con masas eléctricas de otros circuitos, ya sea fortuita o intencionalmente, la protección contra los choques eléctricos ya no depende más únicamente de la medida de protección por MBTS, sino de las medidas de protección correspondientes a las masas de aquellos otros circuitos.

Todo circuito que no cumpla alguna de las condiciones mencionadas en los párrafos anteriores, aún siendo de tensión reducida, no será considerado como de Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra (MBTS), sino de Muy Baja Tensión Funcional (MBTF) y como tal deberá cumplir con todos los requisitos de protección contra los contactos directos e indirectos de un circuito común, debiendo el conductor de protección acompañar también a su circuito secundario de MBTF.

Nota 6: MBTF (FELV). Cuando, por razones funcionales se utiliza una MBT de 24 V, pero todos los requerimientos relativos a los circuitos MBTS, no se cumplen, y donde la MBTS no es necesaria (tales condiciones pueden, por ejemplo, ser encontradas cuando los circuitos contienen equipos o materiales como transformadores, relés, telerruptores, contactores, insuficientemente aislados con respecto a circuitos de tensión más elevada), deberán tomarse las siguientes medidas para asegurar la protección tanto contra los contactos directos como contra los contactos indirectos.

La protección contra los contactos directos en circuitos MBTF deberá ser asegurada por una de las medidas siguientes:

- a) Barreras o envolventes.
- b) Una aislación correspondiente a la tensión mínima de ensayo prescrita para el circuito principal o primario.

La protección contra los contactos indirectos en circuitos MBTF deberá ser asegurada por la medida siguiente:

- a) Conexión de las masas eléctricas de los equipos de un circuito MBTF al conductor de protección del circuito primario, con la condición que este circuito primario sea objeto de una de las medidas de protección por corte o desconexión automática de la alimentación; esto no excluye la conexión de un conductor activo del circuito MBTF al conductor de protección del primario.

La medida de MBTS (Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra), será obligatoria en los volúmenes o zonas 0 y 1 en el caso de piscinas, fuentes en general, juegos de agua, o similares, con luminarias u otros dispositivos o aparatos eléctricos sumergidos en el líquido (en el volumen 0). En dichos volúmenes sólo se permite como medida de protección la MBTS de 12 V de tensión nominal, estando la fuente de alimentación fuera de las zonas 0, 1 y 2.

Nota 7: Esta prescripción se basa en que en las instalaciones eléctricas de lugares especiales donde el cuerpo humano puede estar sumergido, tales como las piscinas, fuentes en general, juegos de agua, pediluvios y sus zonas cercanas, el riesgo de choque eléctrico está aumentado en razón de la reducción de la resistencia del cuerpo humano y del contacto de éste con el potencial de tierra. En la Sección 702 de esta Reglamentación, actualmente en estudio, se darán prescripciones adicionales.

771.18.3: Protección contra los contactos directos

Nota: Ver 771.18.1 y para mayores detalles ver la Parte 4 actualmente en estudio de la presente Reglamentación.

771.18.3.1: Protección contra los contactos directos por aislación de las partes activas

Nota 1: Aislación básica es, según el VEI 195-06-06, "La aislación aplicada a las partes activas peligrosas, que proporciona la protección básica (contra los choques eléctricos en ausencia de defecto). Este concepto no se aplica a la aislación empleada exclusivamente por razones funcionales".

Las partes activas estarán completamente recubiertas de una aislación que no pueda ser removida por otro medio que no sea su destrucción. Esta aislación deberá ser durable, soportar las influencias eléctricas, mecánicas, químicas y térmicas. Si se emplea una aislación básica sólida, ella debe impedir todo contacto con partes activas peligrosas.

Nota 2: En caso de instalaciones, redes, materiales y equipos de alta tensión, sobre la aislación sólida puede existir tensión por lo que pueden ser necesarias precauciones adicionales.

Para los equipos y materiales armados en fábrica, la aislación debe cumplir con las normas de producto referidas a éstos. No se considera aislación (básica) suficiente para la protección contra los contactos directos a las pinturas, los barnices, las lacas y los productos análogos, que, en cambio, son considerados adecuados como aislación funcional.

Nota 3: Cuando la aislación sea aplicada en obra durante la instalación o montaje, la calidad de aquella debe ser verificada por medio de ensayos análogos a aquellos destinados a verificar la calidad de la aislación de equipos similares montados en fábrica.

Nota 4: Cuando la aislación esté proporcionada por el aire, el acceso a las partes activas peligrosas o el ingreso a una zona peligrosa, cuando la Reglamentación lo permita, será impedido o evitado por obstáculos, barreras, envolturas o por colocación fuera del alcance.

771.18.3.2: Protección contra los contactos directos por medio de barreras o por medio de envolturas

Nota 1: Barrera de protección (eléctrica) es según el VEI 826-12-23 y el VEI 195-06-15 la "Parte que proporciona protección contra los contactos directos en todas las direcciones habituales de acceso".

Nota 2: Envoltente o envoltura según el VEI 826-12-20 y el VEI 195-02-35 "Es un alojamiento que proporciona el tipo y grado de protección apropiado para la aplicación prevista". También se define en el VEI 441-13-01 dedicado a Aparatos de maniobra, de comando y fusibles lo siguiente: "Envoltura (de un conjunto). Parte de un conjunto que proporciona un grado de protección especificado a los materiales o equipos contra ciertas influencias externas y un grado de protección especificado contra la proximidad o el contacto con las partes activas o contra el contacto con piezas en movimiento".

Nota 3: Envoltente o envoltura eléctrica es según el VEI 826-12-21 y el VEI 195-06-13 la "Envoltura que proporciona protección contra los riesgos previsibles creados por la electricidad".

Nota 4: Envoltente o envoltura de protección (eléctrica) es según el VEI 826-12-22 y el VEI 195-06-14 la "Envoltura eléctrica que rodea las partes internas de los equipos o materiales para impedir el acceso a las partes activas peligrosas desde cualquier dirección". Además, una envoltura proporciona generalmente protección contra influencias internas o externas, por ejemplo, ingreso de polvo o agua o una protección contra daños mecánicos.

Las barreras o envolturas están destinadas a impedir todo contacto con las partes activas, aún no aisladas de la instalación eléctrica. Las partes activas deben colocarse en el interior de envoltentes o detrás de barreras que posean por lo menos el grado de protección IP2X o IPXXB. Sin embargo, si se producen aberturas más grandes durante el reemplazo de partes tales como: portalámparas, tomacorrientes o fusibles, o si se requieren aberturas más grandes para permitir el buen funcionamiento de los equipos conforme con las normas aplicables a estos materiales:

- a) deberán adoptarse las precauciones adecuadas para impedir que personas o animales domésticos toquen accidentalmente las partes activas, y
- b) deberá garantizarse que, en la medida de lo posible, las personas sean conscientes del hecho de que las partes accesibles por la abertura son partes activas y no deben tocarse voluntariamente.

Nota 5: Los materiales que por construcción poseen un grado de protección al menos igual a IP2X o IPXXB cumplen con esta medida de protección. Las aberturas de dimensiones inferiores a 12 mm confieren el grado de protección IP2X o IPXXB. Las aberturas superiores a 12 mm pueden responder al grado IP2X o IPXXB si las partes activas no pueden ser alcanzadas por el dedo de prueba. Los materiales que no respondan a estas disposiciones deben ser protegidos por barreras o envolturas complementarias. Es posible admitir una abertura más grande para la utilización de ciertos materiales que por su principio de funcionamiento necesitan de tales aberturas. Esto es así, por ejemplo, en el caso de:

- a) Ciertos portalámparas cuando la lámpara no está colocada;
- b) Ciertas bases portafusibles cuando el cartucho fusible no está colocado.

Para algunos componentes eléctricos, como por ejemplo los tomacorrientes o similares y para los rieles electrificados, las Normas respectivas requieren aberturas más pequeñas que la indicada por el IPXXB.



Las superficies superiores de barreras o envolventes horizontales que sean fácilmente accesibles tendrán por lo menos un grado de protección IP4X o IPXXD.

Nota 6: Por superficies superiores se entienden las superficies sobre las cuales circulan normalmente las personas, tales como planchadas o pasarelas, dispuestas sobre las partes activas (por ejemplo los juegos de barras).

Para las puertas y paneles de tableros o gabinetes aún accesibles a personas no calificadas es suficiente un grado de protección IP2X o IPXXB, porque las personas no pueden pararse sobre dichas puertas o paneles. No obstante, en los Tableros es necesario cumplir con los requisitos específicos establecidos en 771.20.4.

Esta disposición está destinada a prevenir los peligros resultantes de las caídas fortuitas de una herramienta, donde la parte metálica podría penetrar en la barrera o envolvente.

Las barreras y envolturas deben estar fijadas de manera segura y deben tener resistencia mecánica, estabilidad y durabilidad suficientes para mantener el grado de protección requerido con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones conocidas de servicio normal y teniendo en cuenta las influencias externas del interior de la envoltura y externas a ella (ambiente que la rodea).

Cuando sea necesario suprimir, remover o desmontar las barreras, abrir las envolturas o quitar parte de las mismas, o tener acceso a las partes activas peligrosas, esto sólo será posible:

- a) ya sea con ayuda de una llave o herramienta especial;
- b) o bien desconectando la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o envolventes, no debiendo ser posible restablecer la tensión de alimentación (para lo cual se deberán efectuar enclavamientos eléctricos o mecánicos) hasta después de haber vuelto a colocar las barreras o envolventes, partes de la envoltura que hayan sido desmontadas o después del cierre de las puertas.
- c) o bien si se intercala una segunda barrera que posea por lo menos el grado de protección IP2X o IPXXB, la cual sólo pueda retirarse con ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

771.18.3.3: Protección parcial contra los contactos directos por puesta fuera de alcance

Nota 1: La protección parcial por puesta fuera de alcance por alejamiento sólo está permitida para impedir que las personas instruidas o calificadas eléctricamente, BA4 y BA5 respectivamente, tomen contacto no intencional o fortuito con las partes activas pero no está permitida para proteger a las personas que desconocen los riesgos eléctricos (calificación BA1, BA2 y BA3 de esta Reglamentación). Por lo expuesto, esta es una medida de protección parcial contra los contactos directos. Ver por ejemplo 410.3.4.10, 410.3.4.11 y 410.3.4.12 del Capítulo 41 de esta Reglamentación.

Nota 2: Esta medida de protección, que no asegura una protección completa contra los contactos directos, se encuentra limitada en su aplicación a los recintos de servicio eléctrico, por lo que está permitida sólo en esos lugares y a los que deben tener acceso exclusivo, y de acuerdo con las instrucciones de operación, personas eléctricamente instruidas, BA4, o calificadas, BA5, y si son cumplidas en forma simultánea las condiciones indicadas en 410.3.4.10 del Capítulo 41 de esta Reglamentación.

En lo que respecta a las líneas eléctricas aéreas se debe respetar lo establecido en la Reglamentación de Líneas Aéreas Exteriores de la AEA.

La puesta fuera de alcance está destinada a impedir los contactos no intencionales con las partes activas. Las partes simultáneamente accesibles con potenciales diferentes no deben encontrarse dentro de una zona de accesibilidad (ver Figura 771.18.A).

Nota 3: Dos partes se consideran simultáneamente accesibles si ellas están a una distancia menor de 2,5 m. El piso, si no es aislante, debe ser considerado como una de las partes simultáneamente accesibles. Para definición de pisos aislantes ver 413.3.4 del Capítulo 41 de esta Reglamentación.

Nota 4: La "Zona al Alcance de la Mano o Volumen de Accesibilidad al Contacto" está definida en el VEI 195-06-12 como la zona que se extiende entre todo punto de la superficie donde las personas están de pie o se mueven habitualmente, y los límites que una persona puede alcanzar con la mano, en cualquier dirección, sin asistencia o medio auxiliar.

Nota 5: La colocación fuera de la zona al alcance de la mano o del volumen de accesibilidad al contacto puede ser apropiada para evitar:

- a) en el caso de instalaciones y equipos de baja tensión, un contacto no intencional y simultáneo con partes conductoras entre las cuales puede aparecer o existir una tensión peligrosa,
- b) en el caso de instalaciones y equipos de media y alta tensión, todo acceso no intencional a una zona peligrosa.

Cuando el espacio en el cual se encuentran y circulan normalmente las personas está limitado en una dirección horizontal por un obstáculo (por ejemplo una baranda de protección, alambrado o reja) que presente un grado de protección inferior a IP2X o IPXXB, la zona o volumen de accesibilidad comienza a partir de este obstáculo. En dirección vertical, la zona de accesibilidad está limitada a 2,50 m a partir de la superficie S sobre la que se encuentran o circulan personas, sin tener en cuenta los obstáculos intermedios que presenten un grado de protección inferior a IP2X o IPXXB.

Nota 6: Las distancias de la zona de accesibilidad suponen un contacto directo con partes activas con las manos desnudas sin un cuerpo intermedio (por ejemplo una herramienta o escalera).

Nota 7: En instalaciones de baja tensión, las partes que están separadas por una distancia mayor de 2,5 m son normalmente consideradas como dos partes no simultáneamente accesibles.

En los lugares donde objetos conductores de gran longitud o volumen (por ejemplo: caños, escaleras, gabinetes) son habitualmente manipulados, las distancias establecidas en los párrafos anteriores se aumentarán para tener en cuenta las dimensiones de estos objetos.

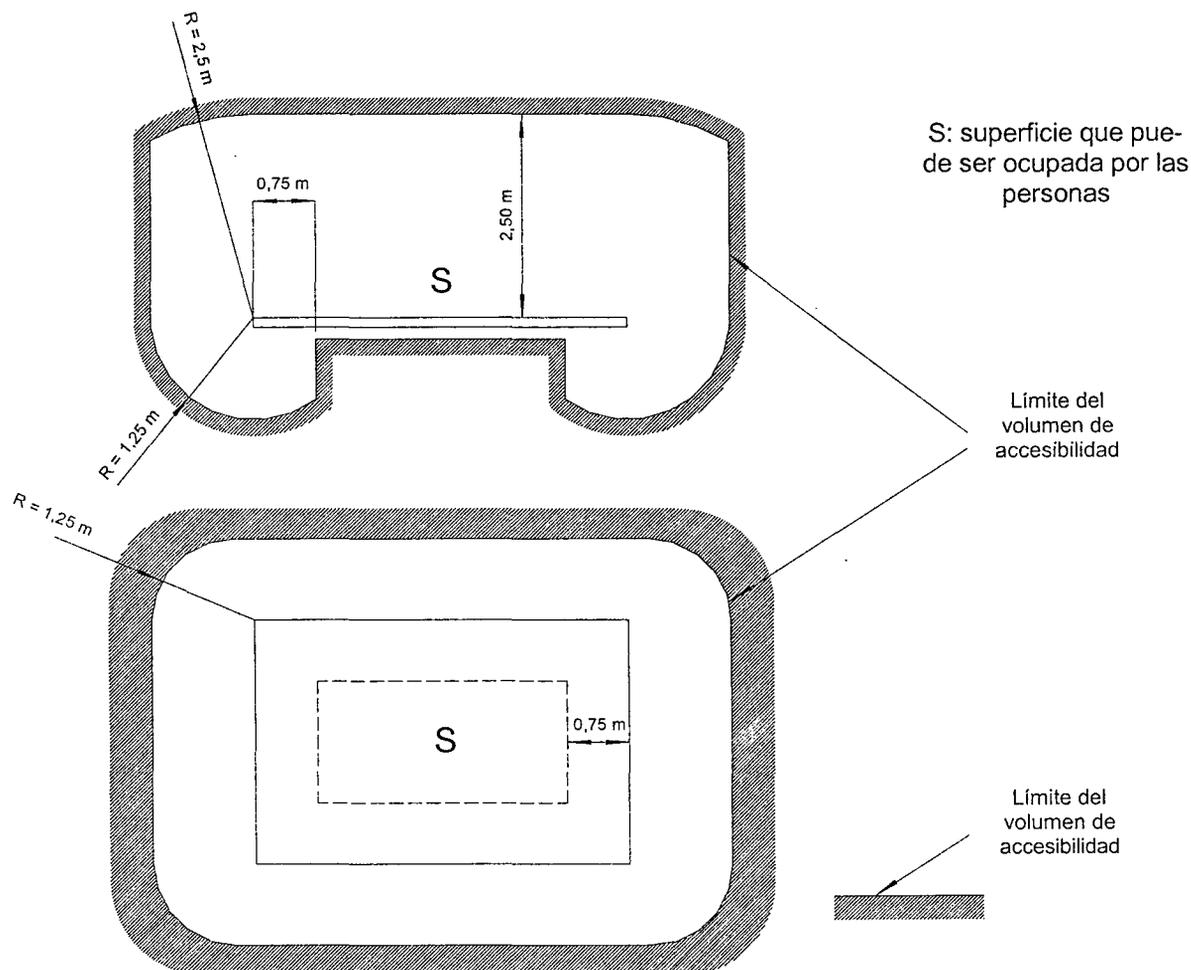


Figura 771.18.A – Zonas de accesibilidad

771.18.3.4: Protección parcial contra los contactos directos por medio de obstáculos

Los obstáculos están destinados a impedir los contactos no intencionales o fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de sortear el obstáculo como en el caso de realizar una operación de mantenimiento. Por lo expuesto, esta es una medida de protección parcial contra los contactos directos.

Nota 1: Los obstáculos sólo están permitidos para proteger a las personas instruidas o calificadas eléctricamente, BA4 y BA5 respectivamente, pero no están permitidos para proteger a las personas que desconocen los riesgos eléctricos (calificación BA1, BA2 y BA3 de esta Reglamentación). Ver por ejemplo 410.3.4.10, 410.3.4.11 y 410.3.4.12 de esta Reglamentación.

Esta medida de protección, que no asegura una protección completa contra los contactos directos, se encuentra limitada en su aplicación, a los recintos de servicio eléctrico, por lo que está permitida sólo en esos lugares y a los que deben tener acceso exclusivo, y de acuerdo con las instrucciones de operación, personas eléctricamente instruidas, BA4, o calificadas, BA5, y si son cumplidas en forma simultánea las condiciones indicadas en 410.3.4.10 del Capítulo 41 de esta Reglamentación.

Los obstáculos deben impedir:

- Una aproximación física no intencional a las partes activas, o bien
- Los contactos no intencionales con las partes activas durante operaciones de equipos bajo tensión en servicio normal.

Los obstáculos pueden ser desmontables sin ayuda de una llave o herramienta, debiendo estar, de todos modos, fijados de forma tal que se impida retirarlos involuntariamente.

Nota 2: Cuando un obstáculo conductor es separado de las partes activas peligrosas por una aislación básica, dicho obstáculo es considerado una masa eléctrica y en ese caso se deben tomar además, medidas de protección contra los contactos indirectos o protección en caso de defecto.

771.18.3.5: Protección complementaria o adicional contra los contactos directos por interruptores diferenciales (dispositivos a corriente diferencial de fuga)

Todos los circuitos terminales que se indican en el párrafo siguiente deberán estar protegidos contra los contactos directos, en forma complementaria, por un interruptor diferencial de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ (alta sensibilidad), de actuación no retardada ("instantánea").

Específicamente: los circuitos de iluminación de uso general (IUG) y especial (IUE), tomacorrientes de uso general (TUG) y especial (TUE) y los circuitos de uso específico MBTF, ATE, APM, ACU, ITE y OCE deberán estar siempre protegidos contra los contactos directos, en forma complementaria, por interruptores diferenciales sin retardo o instantáneos, con sensibilidad máxima de 30 mA, que cumplan con las normas IRAM 2301, IEC 61008 o IRAM NM IEC 61008 (en estudio) o con IEC 61009. En los casos de los dispositivos diferenciales que responden a IEC 61008 y 61009 el tiempo máximo de actuación a $I_{\Delta n}$ debe ser el indicado en las mismas.

No obstante lo anterior, en el caso de equipos en los que se demuestre fehacientemente que su funcionamiento normal puede ser perturbado por la presencia de un interruptor diferencial de $I_{\Delta n}$ hasta 30 mA, en su circuito 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 (para la protección complementaria del contacto directo), cumpliendo estrictamente las siguientes condiciones:

- El circuito debe ser de alimentación a carga única (ACU), el que por definición no debe tener ningún tipo de derivación.
- Se garantizará la protección contra contactos directos empleando alguna de las dos (2) medidas de protección citadas en [771.18.3.1](#) y [771.18.3.2](#).
- Se garantizará la protección contra el riesgo de contacto indirecto de acuerdo con [771.18.4](#).

El empleo de dispositivos diferenciales, en los que el valor de la corriente diferencial asignada de funcionamiento es inferior o igual a 30 mA, es reconocido como medida de protección complementaria contra los contactos directos accidentales, producidos por falla de otras medidas de protección contra los contactos directos o imprudencia de los usuarios.

La utilización de estos dispositivos no está reconocida como una medida de protección completa contra los contactos directos, sino que está destinada sólo a aumentar o complementar otras medidas de protección contra los contactos directos o choques eléctricos durante el servicio normal y, por lo tanto, no exime en modo alguno del empleo de por lo menos una del resto de las medidas de seguridad enunciadas, pues, por ejemplo, este método no evita los accidentes provocados por contacto simultáneo de dos partes conductoras activas de potenciales diferentes.

771.18.3.6: 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 la aislación de las partes activas.
 Segundo: Protección por medio de barreras o por medio de envolturas.

771.18.4: Protección contra los contactos indirectos

Nota: Ver [771.18.1](#) y para mayores detalles ver la Parte 4 de esta Reglamentación.

La protección contra los contactos indirectos deberá lograrse utilizando por lo menos uno de los métodos prescritos en [771.18.4.1](#), [771.18.4.2](#) y [771.18.4.3](#).

771.18.4.1: Protección contra los contactos indirectos por utilización de equipos, dispositivos y canalizaciones de doble aislación (Clase II)

Nota 1: Esta medida de protección está destinada a impedir la aparición de tensiones peligrosas sobre las partes accesibles de los materiales, equipos y componentes eléctricos debido a una falla en la aislación básica.

Nota 2: Material, componente o equipo Clase II es aquel en el que la protección contra choques eléctricos en ausencia de fallas (protección básica o protección contra los contactos directos), se obtiene con la aislación básica y en los que la protección en caso de falla o protección contra los choques eléctricos en condiciones de defecto simple (protección contra los contactos indirectos) se obtiene con una aislación suplementaria, o en los cuales la protección básica y la protección en caso de falla se obtienen por una aislación reforzada.

Las partes conductoras accesibles y las superficies accesibles de partes de material aislante deben ser:



- separadas de partes activas peligrosas por aislación doble o reforzada, o
- diseñadas con disposiciones constructivas que proporcionen una protección equivalente.

Las partes conductoras que pueden ser tocadas y las partes intermedias no deberán ser conectadas intencionalmente a ningún dispositivo de conexión para un conductor de protección.

Si los equipos están provistos de medios o dispositivos para el mantenimiento de la continuidad del enlace equipotencial de protección, pero en todos los otros aspectos es construido como equipo de Clase II, tales medios o dispositivos deberán ser:

- aislados de las partes activas y de las partes conductoras accesibles del equipo por una aislación básica, y
- marcado como un material de Clase I.

El equipo no será marcado con el símbolo que representa a los equipos Clase II.

Los equipos Clase II deberán estar marcados con el símbolo  que corresponde al símbolo gráfico N° 5172 de IEC 60417.

Para esta Reglamentación, las siguientes instalaciones se consideran de Clase II:

a) cables que además de su aislación básica tengan una cubierta 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 (tales como los cables de 1 kV y de 1,1 kV que cumplen con las normas IRAM 2178, 2268 ó 62266 en instalaciones de 400/230 V).

El cable no deberá tener ninguna cubierta, armadura o pantalla metálica.

b) conductores unipolares (sin cubierta o envoltura) instalados en conductos aislantes (cañería, conducto, cablecanal, etc.). Los conductos deben cumplir con las normas mencionadas en esta Reglamentación, por ejemplo IEC 61386 para cañerías plásticas o IEC 61084 (ver 771.12.3.4.g) para cablecanales plásticos, debiendo ser en todos los casos autoextinguibles.

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 equipotencializarse a tierra.

771.18.4.2: Protección contra los contactos indirectos por ubicación o emplazamiento de los equipos o aparatos en locales no conductores

Nota: La definición de local no conductor y el tratamiento de este método de protección se encuentran en la Parte 4, Capítulo 41 de esta Reglamentación.

771.18.4.3: Protección contra los contactos indirectos por corte automático de la alimentación

Cualquiera sea el esquema de conexión a tierra adoptado, la protección contra contacto indirecto por desconexión automática de la alimentación en circuitos terminales, debe realizarse en los tiempos máximos indicados en la tabla siguiente. Los valores adoptados fueron extraídos de las curvas de tensión máxima de contacto presunta (para 24 Vca) detalladas en el Capítulo 41 de AEA 90364 y para una tensión de fase U_0 .

Tabla 771.18.I – Tiempos máximos de desconexión para la protección contra contacto indirecto por corte automático de la alimentación en circuitos terminales

Esquema	$50 V < U_0 \leq 120 V$		$120 V < U_0 \leq 230 V$		$230 V < U_0 \leq 400 V$	
	ca	cc	ca	cc	ca	cc
TN	0,4 s	a)	0,2 s	5 s	0,06 s	0,2 s
TT	0,2 s		0,06 s	0,2 s	0,01 s	0,02 s
IT	Ver <u>771.3.3.3</u> y <u>771-H.5</u>					

a) La desconexión puede ser requerida por razones distintas a la de la protección contra los choques eléctricos.

Nota 1: Para los circuitos seccionales en esquemas TT, se admiten tiempos de desconexión menores o iguales a 1 s. Para los esquemas TN, también para circuitos seccionales, se admiten tiempos de desconexión menores o iguales a 5 s.

En el esquema de conexión a tierra TT, para la protección contra contactos indirectos por corte automático de la alimentación, sólo se podrán utilizar dispositivos de corriente diferencial, no permitiéndose el empleo de dispositivos de protección contra sobrecorrientes, ya que la protección contra los contactos indirectos por medio de dispositivos de protección contra sobreintensidades serían solamente aplicables si las resistencias de las tomas de tierra R_b del neutro de la alimentación y R_a de protección de la instalación (que forman parte de la impedancia del lazo de falla) fueran muy bajas; debido a que los bajos valores de las mismas son de muy difícil obtención y que no se puede garantizar la permanencia de su valor en el tiempo, la protección contra los contactos indirectos en el esquema TT, por corte automático de la alimentación, sólo podrá realizarse por medio de dispositivos diferenciales.



Nota 2: Si la protección se efectúa con un pequeño interruptor termomagnético de 16 A con curva B, éste disparará en forma instantánea con una corriente de entre 48 y 80 A como máximo (3 a 5 veces In). Para que se establezca esa corriente en el circuito de falla, se requiere que dicho lazo tenga como máximo una impedancia total de $220/80 = 2,75 \Omega$ de los cuales $0,3 \Omega$ ($80 \text{ A} \times 0,3 \Omega = 24 \text{ V}$) le deben corresponder a la tierra de protección valor también de muy difícil obtención. Si el PIA es de curva C de 16 A el lazo de falla deberá tener como máximo una resistencia total de $220/160 = 1,375 \Omega$ de los cuales $0,15 \Omega$ ($160 \text{ A} \times 0,15 \Omega = 24 \text{ V}$) le deben corresponder a la tierra de protección valor más difícil de obtener todavía.

Esta protección tiene por objeto la eliminación de la falla antes que pueda producirse un efecto fisiológico peligroso sobre las personas o los animales domésticos o de cría, a raíz de la magnitud y duración de la tensión de contacto (IEC TS 60479-1).

En los esquemas TT, obligatorios para esta Reglamentación para las instalaciones alimentadas desde la red pública de BT, la única medida de protección aceptada para la protección contra los contactos indirectos por medio del corte automático de la alimentación es el empleo de dispositivos diferenciales, no permitiéndose el empleo de dispositivos de protección contra sobrecorrientes como medida de protección contra los contactos indirectos.

Nota 3: El corte automático de la alimentación, por medio de interruptores diferenciales, sirve también para evitar la generación de un incendio por los efectos de la corriente de fuga a tierra (una corriente de fuga a tierra del orden de 300 a 500 mA puede generar un incendio).

Para su correcta actuación esta medida de protección necesita de la coordinación entre las características del sistema de puesta a tierra, de los conductores de protección (ver 771.18.5) y de los dispositivos de protección por corriente diferencial de fuga, para lograr que la tensión límite de contacto no sea mayor que 24 V para locales secos, húmedos y mojados.

a) Partes de la instalación protegidas en forma complementaria contra los contactos directos por interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$:

Cuando la instalación o parte de ella esté protegida contra los contactos directos por medio de interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ y se cumpla que el valor máximo permanente de la resistencia de puesta a tierra de protección R_a no sea mayor que 40Ω , se considera a la instalación (o a parte de ella) protegida contra los contactos indirectos ya que la tensión de contacto será sensiblemente menor que los valores indicados en esta cláusula.

b) Partes de la instalación eventualmente no protegidas contra los contactos directos por dispositivos diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$:

b.1) Para viviendas, oficinas y locales (unitarios), sin la presencia de personal con capacidad BA4 o BA5.

En aquellos casos en que, entre el tablero principal y el tablero seccional, o entre tableros seccionales, se utilice como protección para los contactos indirectos el corte automático de la alimentación, se efectuará la protección contra los contactos indirectos por la utilización de interruptores diferenciales con una $I_{\Delta n}$ como máximo de 300 mA, recomendándose que éstos sean selectivos con los interruptores diferenciales de 30 mA instalados aguas abajo. Las normas IEC 61008 y 61009 obligan a los fabricantes a indicar la característica de "selectivo" en el frente del aparato con el siguiente símbolo:

S

Cuando el circuito esté protegido contra los contactos indirectos por medio de interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ y se cumpla que el valor máximo permanente de la resistencia de puesta a tierra de protección R_a no sea mayor que 40Ω , se considera al circuito protegido contra los contactos indirectos ya que la tensión de contacto será menor que los 24 V indicados.

b.2) Para locales (unitarios), con la presencia de personal con capacidad BA4 o BA5, quedando excluidas las viviendas y las oficinas (unitarias).

En los tableros seccionales se deberá fijar en forma segura una lámina plastificada que contenga el esquema unifilar, dibujado con los símbolos del Anexo 771.K donde figuren, escritos con caracteres visibles de 5 mm de altura como mínimo, los datos indicados en la Tabla 771.18.II, firma y datos personales del personal de categoría BA4 o BA5 que interviene y la siguiente nota:

"Ante eventuales reparaciones se deberá mantener la configuración del presente tablero en cuanto a las características de operación y coordinación entre los respectivos dispositivos de protección entre sí y con los dispositivos situados aguas arriba y aguas abajo de ellos y los conductores salientes del tablero. De modificarse la configuración, la nueva deberá ser volcada en el esquema unifilar presente manteniendo el mismo grado de legibilidad, fijación e indelebilidad".

Tabla 771.18.II - Resumen de datos que deben figurar en los esquemas unifilares

Fusible	Interruptor automático	Interruptor diferencial	Interruptor-Sectionador manual	Conductor
Calibre en A	Intensidad asignada en A	Intensidad asignada o de paso en A	Intensidad asignada en A	Sección en mm ²
	Número de polos	Número de polos	Número de polos	Cantidad de conductores
Curva de respuesta (gG, gC, aM, etc.)	Si correspondiera, curva de respuesta (por ej. B; C o D) *	Intensidad de corriente de fuga de actuación en mA		Material del conductor
Capacidad de ruptura en kA	Capacidad de ruptura en A o kA	Tiempo de actuación en ms		Material de la aislación

* Si correspondiera, agregar punto de ajuste o regulación del dispositivo de protección.

Las indicaciones de marca, tipo, modelo, norma correspondiente y tensiones de los materiales y equipos de la instalación eléctrica no necesariamente deben estar detalladas en el esquema unifilar, pero deben estar indicadas en alguna parte de la documentación exigida por la autoridad de aplicación con competencia en el tema (por ejemplo, en planillas de listado de materiales).

Cuando pueda asegurarse la imposibilidad de contactos directos, podrán utilizarse interruptores diferenciales con intensidades de fuga de hasta 300 mA para la protección contra los contactos indirectos en circuitos seccionales o en circuitos específicos de carga única (ACU).

La imposibilidad de los contactos directos se asegurará mediante el cumplimiento de alguna de las cláusulas 771.18.3.1 y 771.18.3.2.

Se garantizará que el circuito así protegido no posea derivaciones a bocas de tomacorrientes, luminarias o dispositivos de maniobra o protección con puntos con tensión accesibles. La alimentación de cualquiera de estos elementos corresponde a circuitos terminales que como tales deberán estar protegidos por interruptores diferenciales con $I_{\Delta n}$ máxima de 30 mA.

Cuando el circuito esté protegido contra los contactos indirectos por medio de interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ y se cumpla que el valor máximo permanente de la resistencia de puesta a tierra de protección no sea mayor que 40Ω , se considera al circuito protegido contra los contactos indirectos ya que la tensión de contacto será menor que los 24 V indicados.

En el caso de locales sin riesgo de incendio y con presencia permanente de personal BA4 o BA5, se permitirá, tanto sea para la protección contra los contactos indirectos como para obtener selectividad diferencial vertical, el empleo de interruptores automáticos con protección diferencial incorporada o asociada, con corrientes diferenciales mayores a 300 mA, siempre que se garantice no superar los tiempos de desconexión, en función de la tensión de contacto indirecto, indicados en la Parte 4 de esta Reglamentación, y se respeten los valores máximos de resistencia de puesta a tierra indicados en la Tabla 771.3.1 para cada valor de sensibilidad en esquema TT.

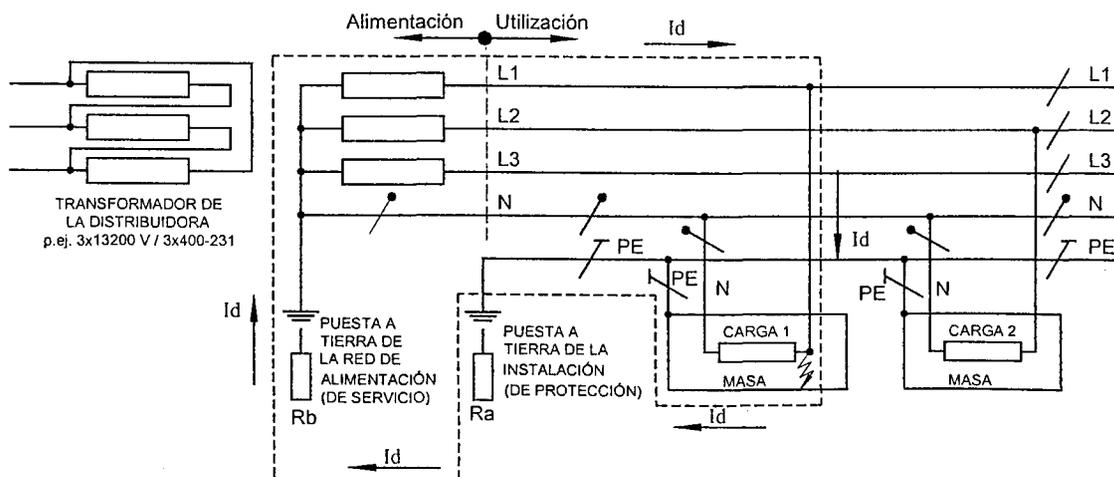


Figura 771.18.B – Lazo de falla esquema TT



771.18.5: Características del sistema de puesta a tierra

Nota: En el Anexo 771-C se indican otras prescripciones reglamentarias sobre las instalaciones de puesta a tierra.

771.18.5.1: Esquema de conexión a tierra

El esquema de conexión a tierra exigido para las instalaciones eléctricas en inmuebles dedicados a vivienda, oficinas o locales (unitarios) es el TT.

771.18.5.2: Toma de tierra de protección

Nota: Para electrodos en paralelo ver nota 2 de 771-C.2.2.4.

La toma de tierra está formada por el conjunto de elementos que permiten vincular con tierra al conductor de puesta a tierra. Esta toma deberá realizarse de acuerdo con las prescripciones que se establecen en el Anexo 771-C.

Los componentes seleccionados como electrodos específicos, sean jabalinas, cintas, placas, cables o alambres, deberán ajustarse a las normas IRAM correspondientes.

Las uniones enterradas entre estos elementos deberán realizarse con soldadura cuproaluminotérmica o, si los componentes a unir tienen la misma sección, podrán utilizarse los métodos de compresión oval o hexagonal.

Se deberá cumplir con lo establecido en 771.3.3.1. Allí se indica que el valor máximo permanente de la resistencia de puesta a tierra de protección debe ser menor o igual a 40Ω .

771.18.5.3: Ubicación de la toma de tierra de protección

Para asegurar que el esquema de conexión a tierra sea TT, la toma de tierra de protección deberá estar alejada de la toma de tierra de servicio más cercana de la empresa distribuidora, a una distancia superior a diez (10) veces el valor del radio equivalente de la toma de tierra de la de mayor longitud.

771.18.5.4: Cámara de inspección

El conexionado entre la toma de tierra y el conductor de puesta a tierra deberá efectuarse dentro de un elemento diseñado para tal fin, denominado cámara de inspección, de manera tal que permita ejecutar cómodamente la transición entre el o los elementos sin aislación que conforman la toma de tierra y el conductor de puesta a tierra aislado. Constará de una tapa removible, se instalará a nivel de piso terminado siendo recomendable que se ubique en un lugar no transitado permanentemente y libre de obstáculos a fin de permitir realizar inspecciones y mediciones periódicas.

El conexionado de los elementos deberá efectuarse en una barra de cobre electrolítico, con puentes removibles que permitan desconectar y conectar rápidamente en los momentos de efectuar las mediciones pertinentes. No obstante lo anterior, en los casos en que la toma de tierra esté conformada por un solo electrodo específico, del tipo jabalina cilíndrica acero-cobre Norma IRAM 2309, se permitirá efectuar la conexión del conductor de puesta a tierra a la misma por medio de la pieza de bronce o latón, diseñada exclusivamente para cumplir esa función, denominada tomacable.

771.18.5.5: Ingreso del conductor de puesta a tierra a la instalación

El ingreso del conductor de puesta a tierra a la instalación, conductor que vincula la toma o electrodo de tierra con la barra equipotencial principal (si existiera) o con la barra principal de puesta a tierra o juego de bornes principal de tierra de la instalación, deberá hacerse por el tablero principal, teniendo en cuenta que favorece las condiciones para protección contra sobretensiones transitorias. Si no se pudiese cumplir, se admitirá el ingreso por la caja o tablero más cercano a la ubicación de la toma de tierra de protección. Su sección nominal mínima deberá seleccionarse de entre los valores de la siguiente tabla:

Tabla 771.18.III - Sección nominal mínima de los conductores de puesta a tierra y de protección

Sección nominal de los conductores de línea (fase) de la instalación "S" [mm ²]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección "S _{PE} " [mm ²] y del conductor de puesta a tierra "S _{PAT} " [mm ²]
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2

Nota: Si el material del conductor de protección no es el mismo que el de los conductores de línea, deberá aplicarse la Tabla 771-C.II.



En ningún caso la sección del conductor de puesta a tierra será menor que 4 mm². Este conductor deberá tenderse en forma independiente al conductor de protección (aún cuando compartan la misma canalización) y deberá acometer a la barra o juego de bornes que conforman la barra equipotencial principal.

771.18.5.6: Conductor de protección

La puesta a tierra de las partes conductoras accesibles (masas eléctricas) se realizará por medio de un conductor, denominado "conductor de protección" (PE) de cobre electrolítico aislado (ver nota 1) conforme a normas IRAM NM 247-3, IRAM 2178, IRAM 62266 o IRAM 62267, que recorrerá la instalación integralmente, incluyendo aquellas cajas y bocas que no posean tomacorrientes, desde la barra o juego de bornes que conforman la barra principal de tierra, salvo los circuitos secundarios de MBTS. Su sección nominal mínima deberá seleccionarse de entre los valores de la Tabla 771.18.III.

Nota 1: Salvo en bandejas o canales donde se acepta desnudo en determinadas condiciones de instalación (ver 771.12.3.9 y 771.12.3.11).

En ningún caso la sección del conductor de protección será menor que 2,5 mm². Cuando los circuitos de alimentación sean dimensionados con los valores que arroje el cálculo por caída de tensión, el conductor PE podrá tener una sección distinta y menor a la de las fases, siempre que cumpla con su respectivo cálculo térmico y verificación al cortocircuito (estos cálculos deberán ser parte de la Memoria Técnica).

El conductor de protección no deberá interrumpirse en ningún punto de su recorrido, con excepción de los eventuales cambios de sección a realizar en los tableros seccionales y de los empalmes.

Nota 2: Cuando un conductor de protección recorre una instalación atravesando en su recorrido cajas o gabinetes metálicos, las cajas, gabinetes y cañerías deben conectarse a tierra derivando desde el conductor de protección que recorre la instalación, sin que este sea cortado, tramos de conductores aislados bicolor verde y amarillo, estando prohibida la conexión a tierra de las masas en serie (guirnalda).

771.18.5.7: Conexión de las masas eléctricas

Para asegurar su efectiva puesta a tierra, se realizará la conexión de todos los elementos metálicos con el conductor de protección, para lo cual todas las cajas metálicas, canalizaciones metálicas, los tableros y equipos deberán disponer de bornes o barras de tierra claramente identificados, ya sea con el símbolo  que se corresponde con el símbolo N° 5019 de IEC 60417, o con las letras PE o por la combinación bicolor verde y amarillo. Las indicaciones no serán fijadas ni colocadas sobre un tornillo, arandela u otras partes que puedan ser removidas en la conexión de los conductores. Se asegurará además la continuidad eléctrica entre las cajas y los conductos metálicos que a ella acometen, utilizando dispositivos apropiados, no susceptibles de desconexión accidental o involuntaria.

La conexión del borne de tierra de todos los tableros, cajas, canalizaciones y equipos, incluyendo los tomacorrientes, al conductor de protección se efectuará mediante una derivación con conductor de cobre aislado bicolor verde-amarillo de una sección nominal mínima que deberá seleccionarse de entre los valores de la Tabla 771.18.III y no menor que 2,5 mm².

La conexión del conductor de protección a los aparatos de conexión fija, se podrá realizar de alguna de las siguientes maneras, según sea la forma de alimentación:

- a) cuando la alimentación se haga a través de un cable multipolar, el conductor de protección deberá ser aislado bicolor verde y amarillo y estar integrado en el cable multipolar,
- b) cuando la alimentación se haga por conductores aislados dentro de una canalización, el conductor de protección deberá ser aislado bicolor verde y amarillo y acompañar a los conductores activos por dentro de la misma canalización,
- c) cuando la alimentación se haga a través de un cable multipolar, que no incorpore al conductor de protección, dicha alimentación deberá realizarse por dentro de una canalización, debiendo emplearse como conductor de protección, un conductor aislado bicolor verde y amarillo que acompañe al cable multipolar por dentro de la canalización.

Cuando la formación de colores del cable multipolar no incluya el bicolor verde y amarillo, se deberá emplear uno de los colores disponibles a ese efecto, identificando en cada extremo la función de conductor de protección con cinta bicolor verde-amarillo o anillos con el símbolo  o la sigla PE.

La eventual bornera de conexión de esos aparatos incluirá el borne para la puesta a tierra, debidamente identificado. En los equipos o materiales conectados con cables flexibles, se deberán tomar los recaudos para que el conductor de protección incorporado en el cable, sea el último en ser interrumpido, en caso de falla del dispositivo de retención o prensacable.

En las cajas y gabinetes construidos en material aislante con partes metálicas accesibles que puedan quedar con tensión por una falla de aislación o por el desprendimiento de un conductor, el conductor de protección deberá conectarse a la barra de tierra prevista e identificada a ese efecto. Para el caso específico de las cajas y gabinetes construidos en material aislante y que posean cerradura metálica, no será necesario poner ésta a tierra.

En todos los tableros o gabinetes construidos con materiales aislantes o metálicos, que requieran barra de tierra, se deberá instalar una barra de tierra con perforaciones roscadas o una barra de tierra con perforaciones y tornillos o morsetos de ajuste o bornes de tierra puenteados en la cantidad necesaria de perforaciones y/o bornes como para poder conectar:

- d) el o los conductores de puesta a tierra (si fuera la barra equipotencial principal o la barra principal de tierra),
- e) los conductores de protección de entrada y salida que llegan y los de protección de salida, debiéndose emplear un borne o perforación por conductor de protección (no está permitida la conexión de más de un conductor por borne),
- f) los conductores equipotenciales.

La conexión de los conductores de puesta a tierra, de protección y equipotenciales deberá realizarse a la barra o juego de bornes mediante terminales comprimidos por indentación, con excepción de dispositivos de conexión con morsetos, en los que el mecanismo de compresión está dado por una pieza diseñada a tal efecto (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 tipo "pin", "pala" o similar que eviten la rotura de los hilos del conductor).

Nota 1: Si el conductor de puesta a tierra no ingresa por el tablero principal, podrá omitirse en éste los bornes o barra de tierra.

Además en la barra de tierra deben preverse una cantidad de bornes (o perforaciones roscadas o perforaciones y tornillos o morsetos de ajuste) de reserva para mediciones, electrodos específicos auxiliares o futuras ampliaciones de la instalación. Dicha cantidad de bornes de reserva debe estar de acuerdo con la reserva equipada prevista en el tablero para futuros circuitos o de acuerdo con la cantidad de circuitos que será posible incorporar en el espacio de reserva que se debe prever en el tablero.

Nota 2: Toda canalización metálica se deberá conectar al conductor de protección en forma específica, tanto si dicha canalización se vincula a cajas de material aislante como si se vincula a cajas metálicas.

Nota 3: Si la caja o gabinete debe mantener las características de aislación correspondiente a Clase II, la barra de puesta a tierra deberá estar aislada de sus soportes.

Nota 4: Para mayor aclaración sobre las disposiciones de puesta a tierra y los conductores de protección puede consultarse lo indicado en el Anexo 771-C y en el Capítulo 54 de la Parte 5 de esta Reglamentación.

771.18.5.8: Conexiones equipotenciales

En cada edificio se debe efectuar la igualación (o nivelación) de potencial o equipotencialidad de todas las masas presentes en el mismo.

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.

Las conexiones equipotenciales se pueden clasificar en:

- 1) Conexión equipotencial principal.
- 2) Conexión equipotencial suplementaria.
- 3) Conexión equipotencial para la protección contra las descargas atmosféricas.

771.18.5.8.1: Conexión equipotencial principal

Todos los edificios deberán contar con un sistema de equipotencialización principal; este sistema se conformará a partir de una barra equipotencial principal (BEP) a la cual se conectarán los siguientes elementos:

- a) el conductor de puesta a tierra desde el o los electrodos específicos;
- b) barra principal de tierra (si es que no coincide con la barra equipotencial principal);
- c) cuando la barra principal de tierra y la barra equipotencial principal coinciden, los conductores de protección PE, que pondrán a tierra las masas de los equipos eléctricos, tableros, bornes de tierra de los tomacorrientes y de las cajas, cañerías, bandejas portacables, canalizaciones metálicas, etc. (cuando la barra principal de tierra y la barra equipotencial principal no coinciden, los conductores de protección PE deberán conectarse a la barra principal de tierra);

y a través de los conductores de equipotencialización principal y suplementarios

- d) las masas extrañas que forman parte de la estructura metálica;
- e) las masas extrañas que forman parte de las canalizaciones no eléctricas tales como agua, gas, desagües, etc.;
- f) las masas extrañas que forman parte de las canalizaciones de otros servicios (conductos de aire acondicionado y calefacción);
- g) las masas extrañas que forman parte de la estructura metálica del hormigón armado (armadura);
- h) otras masas extrañas tales como guías de ascensores, marcos metálicos, etc. cuando sean accesibles durante el uso normal o, en el caso, por ejemplo, de los marcos metálicos, cuando haya riesgo de contacto simultáneo con estas masas extrañas y una o varias masas eléctricas;
- i) las pantallas metálicas de los cables de telecomunicaciones, señales y datos con el consentimiento de los propietarios y usuarios de los mismos;

Nota: Si no puede obtenerse esta autorización, es responsabilidad del propietario o del usuario de estos cables evitar todo peligro, debido a la exclusión de la conexión de estos cables a la conexión o enlace equipotencial principal. Esta responsabilidad se extenderá a las empresas prestatarias de servicios no eléctricos que no autoricen tal conexión.

- j) la conexión a tierra prevista en los dispositivos de protección contra sobretensiones (vías de chispas de separación, descargadores de sobretensión, etc.).

Cuando tales elementos conductores provengan del exterior del edificio, deben conectarse lo más cerca posible a su punto de entrada al inmueble. Para la determinación de las secciones mínimas de los conductores de equipotencialidad principal, ver [771-C.8.1.1](#).

771.18.5.8.2: Conexión equipotencial suplementaria (o local)

En las instalaciones en las que el valor de la impedancia del lazo de falla no sea lo suficientemente bajo para lograr la protección por corte o desconexión automática de la alimentación, será necesario realizar conexiones equipotenciales suplementarias que comprendan la interconexión de los elementos conductores simultáneamente accesibles, ya se trate de masas de equipos fijos o de elementos conductores de la estructura, etc., que permitan lograr caminos de menor impedancia para la corriente de falla a tierra facilitando la actuación del dispositivo de protección (dispositivos diferenciales para los esquemas de conexión a tierra TT y TN-S o dispositivos de protección contra sobrecorrientes sólo para los TN-S).

El enlace equipotencial suplementario no constituye por sí solo un medio o recurso que permita hacer cumplir las condiciones de protección. Para la determinación de las secciones mínimas de los conductores de equipotencialidad suplementaria, ver [771-C.8.1.2](#). En la siguiente [Figura 771.18.C](#) se muestra un ejemplo de equipotencialización:

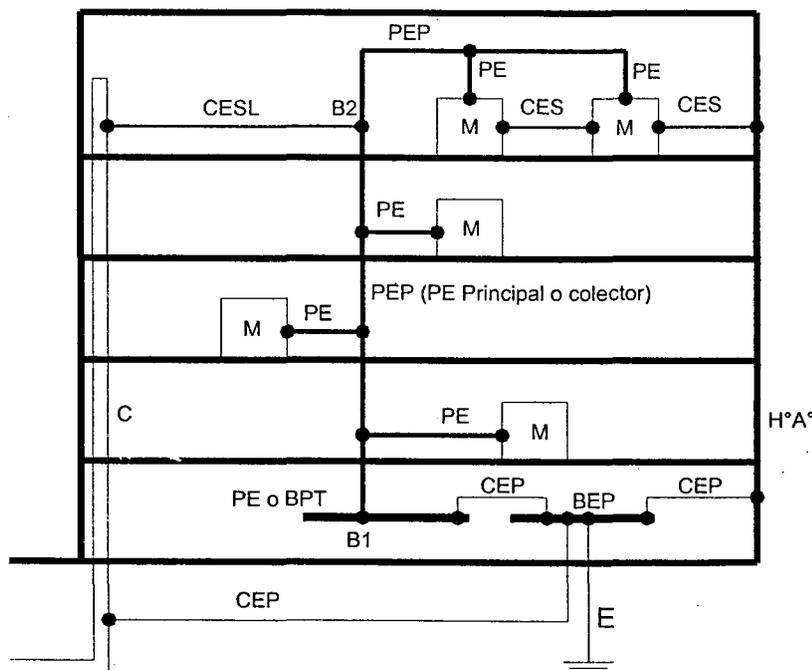


Figura 771.18.C – Ejemplo de equipotencialización



En la figura anterior cada abreviatura significa:

- B1 y B2 = Puntos de referencia,
- BEP = Barra Equipotencial Principal,
- PE o BPT = Barra de Puesta a Tierra o Barra Principal de protección,
- PEP = Conductor de Protección Principal o Colector,
- PE = Conductor de Protección,
- CEP = Conductor de interconexión Equipotencial Principal,
- CES = Conductor de interconexión Equipotencial Suplementaria,
- CESL = Conductor de interconexión Equipotencial Suplementaria Local,
- C = Masa extraña (parte conductora ajena o extraña a la instalación eléctrica, p. ej. cañería de agua, de gas, conducto de calefacción, etc.),
- M = Masa eléctrica o parte conductora expuesta o accesible de un equipo o material eléctrico,
- H° A° = Estructura metálica del edificio o Armadura de Hierro del hormigón
- E = Electrodo de puesta a tierra (dispersor o jabalina) con el conductor de puesta a tierra

Nota: Las barras BEP y BPT o PE pueden coincidir.

771.18.5.8.3: Conexión equipotencial para la protección contra descargas atmosféricas

Cuando un inmueble requiere protección primaria contra los rayos, se deberá cumplir con lo indicado en la serie de normas IEC 62305. En estos casos además de las equipotencializaciones indicadas en 771.18.5.8.1 y 771.18.5.8.2 se deberá conectar (equipotencializar) a la BEP el sistema de puesta a tierra de la instalación primaria de protección contra las descargas atmosféricas (pararrayos). Cuando la instalación incorpore protección contra las sobretensiones (altamente recomendada) los DPS (dispositivos de protección contra las sobretensiones) deberán también conectarse a la BEP o en su defecto a la barra de puesta a tierra.

En la siguiente Figura 771.18.D se muestra un ejemplo típico de equipotencialización considerando la protección contra choques eléctricos y contra descargas atmosféricas:



- FS:** vías de chispas de separación o explosor
BEP: Barra Equipotencial Principal
BPT o PE: Barra de Puesta a Tierra de protección en tableros
PE: conductor de protección
CEP: conductor de protección principal
CES: conductor equipotencial suplementario

771.19: Protección de las instalaciones

771.19.1: Elección de los elementos de conducción, maniobra y protección. Montaje, competencia y responsabilidad

Tabla 771.19.1 – Elección y montaje del equipamiento

Elemento	Proyecto / Elección	Montaje	Responsabilidad
Línea de alimentación	Empresa distribuidora	Empresa distribuidora	(*)
Caja de toma / Pilar	Empresa distribuidora	(*)	(*)
Caja medición	Empresa distribuidora	(*)	(*)
Puesta a tierra de servicio	Empresa distribuidora	(*)	(*)
Línea principal	Empresa distribuidora	(*)	(*)
Seccionamiento de emergencia intercalado en la línea principal (*)	(*)	(*)	(*)
Interruptor principal	Proyectista / Instalador	Instalador	Proyectista / Instalador (**)
Puesta a tierra de protección	Proyectista / Instalador	Instalador	Proyectista / Instalador (**)
Circuito seccional	Proyectista / Instalador	Instalador	Proyectista / Instalador (**)
Interruptor de cabecera (en tableros seccionales)	Proyectista / Instalador	Instalador	Proyectista / Instalador (**)
Protecciones de circuitos	Proyectista / Instalador	Instalador	Proyectista / Instalador (**)
Circuitos terminales	Proyectista / Instalador	Instalador	Proyectista / Instalador (**)

(*) Según lo exigido por la Autoridad de Aplicación correspondiente.

(**) Esta responsabilidad alcanza al cumplimiento de las prescripciones de esta Reglamentación, en oportunidad de su proyecto y ejecución.

Nota 1: El término "empresa distribuidora" comprende también a las Cooperativas, las Direcciones de Energía y todo otro organismo encargado de la distribución de la energía eléctrica.

Nota 2: Las asignaciones establecidas en la tabla precedente podrán ser modificadas por la Autoridad de Aplicación correspondiente.

771.19.2: Protección de los conductores y cables contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito

771.19.2.1: Protección contra las corrientes de sobrecarga

En todas las instalaciones, deben ser previstos dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores de un circuito antes que ella pueda provocar un daño por calentamiento a la aislación, a las conexiones, a los terminales o al ambiente que rodea a los conductores.

La característica de funcionamiento u operación de un dispositivo de protección de un cable o un conductor contra las sobrecargas debe satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$1) \quad I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$2) \quad I_2 \leq 1,45 I_Z$$

donde:

I_B = Corriente de proyecto (intensidad proyectada de la corriente de carga o corriente de empleo para la cual el circuito fue diseñado).

I_Z = Intensidad de corriente admisible en régimen permanente por los cables o conductores a proteger.



I_2 = Intensidad de corriente que asegure el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo convencional en las condiciones definidas; la intensidad de corriente I_2 que asegure el funcionamiento del dispositivo de protección está definida en la norma del producto o puede ser obtenida del fabricante.

I_n = Corriente asignada o nominal del dispositivo de protección.

Nota: Para los dispositivos de protección regulables, I_n se deberá tomar igual a la intensidad de corriente de la regulación elegida I_r .

771.19.2.2: Protección contra las corrientes de cortocircuito

771.19.2.2.1: Generalidades

Los dispositivos de protección estarán previstos para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes que pueda producir daños térmicos y/o mecánicos en los conductores, sus conexiones y en el equipamiento de la instalación.

771.19.2.2.2: Corrientes de cortocircuito máximas en los dispositivos de maniobra y protección de los tableros

La empresa distribuidora correspondiente proporcionará la intensidad de corriente máxima de cortocircuito en los bornes de entrada del medidor, (si este se encuentra en la línea municipal), y en bornes de toma primaria, [en el caso que el(los) medidores se encuentre(n) en el interior del inmueble].

La corriente presunta de cortocircuito será determinada en los puntos de la instalación donde se considere necesaria. Esta determinación podrá ser efectuada por cálculo o por medición con instrumentos proyectados para tal fin.

Las determinaciones de las corrientes máximas de cortocircuito pueden realizarse por aplicación de los métodos recomendados por AEA 90909.

Nota: También pueden utilizarse como guía de orientación las tablas que figuran en el [Anexo 771-H](#).

Para cualquier método utilizado se deberá redactar una memoria técnica que incluya los datos aportados por la empresa distribuidora, y donde por lo menos una copia quede en poder del proyectista y otra en poder del comitente.

Todo dispositivo que asegure la protección contra los cortocircuitos, debe responder a las dos condiciones siguientes:

a) Regla del poder de corte

La capacidad de ruptura del dispositivo de protección (P_{dCcc}), será por lo menos igual a la máxima intensidad de corriente de cortocircuito presunta (I_k'') en el punto donde el dispositivo está instalado.

$$P_{dCcc} \geq I_k''$$

También será admitida la instalación de un dispositivo con una capacidad de ruptura inferior, con la condición que otro dispositivo con la necesaria capacidad de ruptura sea instalado del lado "alimentación" o lado fuente. En este caso las características de ambos dispositivos deben ser coordinadas de tal forma que la energía que ellos dejan pasar, no exceda la que puede soportar sin daño el dispositivo ubicado en el lado "carga" y los conductores protegidos por estos dispositivos.

Nota: En ausencia de reglas sobre la coordinación entre dispositivos de protección distintos, se deben solicitar las indicaciones necesarias a los fabricantes de los dispositivos.

b) Regla del tiempo de corte

Toda corriente causada por un cortocircuito que ocurra en cualquier punto del circuito debe ser interrumpida en un tiempo tal, que no exceda de aquél que lleva al conductor a su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de duración de entre 0,1 s hasta 5 s, el tiempo t , en el cual una corriente dada de cortocircuito llevará a la temperatura del conductor desde su temperatura máxima admisible en servicio normal, hasta su temperatura límite admisible en cortocircuito, podrá ser calculado aproximadamente por la siguiente expresión:

$$\sqrt{t} \geq k \cdot \frac{S}{I}$$



donde:

t = Duración de la interrupción o tiempo de desconexión en segundos (válido entre 0,1 s y 5 s).

S = Sección del conductor en mm².

I = Intensidad de corriente de cortocircuito en amperios, expresada como valor eficaz.

k = Un factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo.

Para cortocircuitos de muy corta duración (< 0,1 s), donde la asimetría de la corriente es importante, y para los dispositivos de protección limitadores de la energía pasante, la fórmula anterior no es aplicable y en esos casos se debe verificar que $k^2 S^2$ debe ser mayor que el valor de energía específica $I^2 t$, integral de Joule para la duración del cortocircuito en $A^2 s$, que deja pasar el dispositivo de protección, valor dado por el fabricante del dispositivo, o sea que la fórmula está mejor representada por:

$$k^2 S^2 \geq (I^2 t)$$

Para los cortocircuitos de duración superior a algunos periodos, (tiempos entre 0,1 s y 5 s) el valor de $I^2 t$ puede obtenerse suponiendo para I el valor eficaz en amperios, de la corriente de cortocircuito, y para t , la duración en segundos del cortocircuito.

771.19.2.2.3: Protección de los circuitos frente a las corrientes de cortocircuito máximas

Para garantizar la protección de los conductores, sean de circuitos seccionales o de circuitos terminales, se deberá cumplir alguna de las siguientes condiciones, dadas en función del elemento de protección seleccionado:

1) Utilizando dispositivos limitadores de la corriente de cortocircuito, o con tiempos de apertura inferiores a 0,1 s.

Considerando el empleo de dispositivos de protección que presentan características de limitación de la corriente de cortocircuito, o con tiempos de apertura inferior a 0,1 s, la protección de los conductores queda asegurada si se cumple la siguiente expresión:

$$k^2 S^2 \geq I^2 t$$

siendo:

$I^2 t$ Máxima energía específica pasante aguas abajo del dispositivo de protección. Este dato no es calculable por el proyectista o instalador, por ser un valor garantizado por el fabricante.

S La sección nominal de los conductores, en milímetros cuadrados.

k Un factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo. Para los conductores aislados con materiales de uso común, los valores de k para los conductores de línea se muestran en la Tabla 771.19.II.

La característica de máxima energía específica pasante $I^2 \cdot t$ se encuentra ligada a la clase de limitación que posee el elemento de protección. Para los interruptores automáticos IEC 60898 esta clase puede no estar marcada en el dispositivo, pero el fabricante deberá entregar la información a solicitud del proyectista, en forma de curvas o dato garantizado. En los productos que responden a la norma europea EN 60898 (Norma IEC 60898, modificada), la clase de limitación está grabada en el frente del aparato, con el número respectivo dentro de un cuadrado. En los productos que son fabricados según IEC 60947-2, la información es entregada por el fabricante, en forma de curvas.

Nota: Para detalles informativos, ver Anexo 771-H.



Tabla 771.19.II – Valores de k para los conductores de línea

Aislación de los conductores		k					
		PVC \leq 300 mm ²	PVC $>$ 300 mm ²	EPR / XLPE	Goma 60 °C	Mineral	
						PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C		70	70	90	60	70	105
Temperatura final °C		160	140	250	200	160	250
Material conductor	Cobre	115	103	143	141	115	135 / 115 ^a
	Aluminio	76	68	94	93	--	93
	Uniones estañadas en conductor de cobre	115	--	--	--	--	--

^a Este valor debe ser empleado para cables desnudos expuestos al contacto

2) Utilizando dispositivos con tiempos de apertura de 0,1 s y mayores, hasta 5 s.

Nota: Estos dispositivos cumplen con IEC 60947, y en los casos que lleven retardo a la apertura, la verificación deberá realizarse como se indica a continuación.

Para los cortocircuitos cuya duración es de 0,1 s y mayores, hasta 5 s, un determinado valor de la corriente de cortocircuito elevará la temperatura del conductor desde su temperatura máxima admisible en servicio normal hasta su temperatura límite admisible, pudiendo incluso sobrepasarla. Se considerará protegido al conductor cuya sección nominal cumpla con la siguiente expresión:

$$S \geq \frac{I \cdot \sqrt{t}}{k}$$

771.19.2.2.4: Protección de los circuitos frente a las corrientes de cortocircuito mínimas

Los circuitos seccionales y terminales serán verificados frente a las corrientes de cortocircuito mínimas, de manera de comprobar que la corriente de cortocircuito sea suficiente para que el dispositivo de protección desconecte en forma instantánea.

Nota: Ver tablas de orientación en Anexo 771-H.

771.19.2.2.5: Coordinación entre la protección contra las sobrecargas y la protección contra cortocircuitos

771.19.2.2.5.1: Protecciones aseguradas por un mismo dispositivo

Se aplican, simultáneamente, las condiciones para sobrecargas y cortocircuitos.

771.19.2.2.5.2: Protección asegurada por dispositivos distintos

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 las sobrecargas.

771.19.2.2.6: Protección de los interruptores diferenciales contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos y su capacidad de ruptura asignada

Si los interruptores diferenciales no son protegidos adecuadamente pueden quedar expuestos a daños tanto debido a corrientes de sobrecarga como a elevadas corrientes de falla a tierra y/o a elevadas corrientes de cortocircuito entre los conductores activos. Por ello en su elección se deben considerar la intensidad de corriente asignada (o de paso), su capacidad de ruptura y la corriente de cortocircuito que pueden soportar.

En lo que concierne a la protección contra sobrecargas, la corriente asignada de un interruptor diferencial (ID) debe ser elegida teniendo en cuenta la máxima corriente de carga que, en forma permanente, podrá circular por él. Para ello se podrá optar por alguna de las dos soluciones siguientes:

- verificar que la corriente asignada del ID sea mayor o igual que la corriente asignada del dispositivo de protección contra las sobrecargas ubicado, en serie, aguas arriba, o
- verificar que la corriente asignada del ID (cuando el ID está ubicado aguas arriba de un grupo de circuitos) sea igual o mayor que la suma aritmética (por fase) de las corrientes asignadas de cada interruptor termomagnético de protección de cada circuito aguas abajo de él.



En lo que corresponde a la capacidad de ruptura y a las corrientes de cortocircuito, siempre debe verificarse:

- a) que los ID posean una capacidad de ruptura adecuada (igual o mayor que la corriente de falla a tierra presunta en el lugar de instalación) y
- b) que puedan soportar sin daños las corrientes de cortocircuito que pudieran presentarse en el lugar de instalación.

Nota: Debe tenerse en cuenta que en el caso de una falla bifásica con contacto a tierra se superpondrá una corriente de falla a tierra (que provocará la actuación del interruptor diferencial) con una corriente de cortocircuito entre las dos fases falladas.

Si alguna de las dos condiciones anteriores no se cumple, será necesario proteger al ID por medio de un dispositivo de protección contra los cortocircuitos (DPCC) que deberá estar instalado aguas arriba del ID. No obstante se considera aceptable proteger al ID, por los DPCC (interruptores automáticos o fusibles) instalados aguas abajo del ID, **pero ubicados en el mismo tablero**, y siempre que dicho tablero haya sido construido cumpliendo las prescripciones de esta Reglamentación. Los máximos valores de los DPCC (interruptores automáticos o fusibles) admisibles para cada interruptor diferencial (coordinación entre los ID y los DPCC) se le debe solicitar al fabricante del interruptor diferencial (ver orientación en 771-H.2.5).

771.19.3: Pasos a seguir para la protección contra las sobrecargas y cortocircuitos

Todo circuito, sea seccional o terminal, deberá ser calculado de acuerdo con el procedimiento que se indica en esta subcláusula.

Nota: Una guía de aplicación de orientación se encuentra en el Anexo 771-H.

- a) Determinación de la corriente de proyecto I_B
 - Ver 771.9 "Carga total correspondiente a un inmueble".
- b) Elección de las canalizaciones y conductores y cables en función de las influencias externas de la instalación.
 - Ver Tabla 771.12.I.
- c) Elección de la sección S de los conductores y cables, y su correspondiente corriente máxima admisible I_Z , teniendo en cuenta las condiciones de instalación:
 - Tipos de canalización (ver 771.12).
 - Conductores aislados colocados en cañerías embutidas o a la vista.
 - ❖ Ver Tabla 771.16.I y Tabla 771.16.III
 - Cables enterrados directamente o en conductos.
 - ❖ Ver Tabla 771.16.V y Tabla 771.16.VI
 - Cables preensamblados en líneas aéreas exteriores.
 - ❖ Ver Tabla 771.16.VIII
 - Cables en bandejas portacables.
 - ❖ Ver Tabla 771.16.III
 - Otras formas de instalación.
 - ❖ Ver Capítulo 52 de AEA 90364
 - Factores de corrección (Temperatura, agrupamiento, etc.)
 - Conductores aislados colocados en cañerías embutidas o a la vista.
 - ❖ Ver Tabla 771.16.II.a (Diferente temperatura ambiente)
 - ❖ Ver Tabla 771.16.II.b (Por agrupamiento en un mismo caño)
 - ❖ Ver Tabla 771.16.IV (Por agrupamiento de cables en aire)
 - Cables enterrados directamente o en conductos.
 - ❖ Ver Tabla 771.16.VII a (Diferente temperatura del terreno)
 - ❖ Ver Tabla 771.16.VII c (Por agrupamiento de cables directamente enterrados)
 - ❖ Ver Tabla 771.16.VII d (Por agrupamiento de cables en conductos enterrados)
 - ❖ Ver Tabla 771.16.VII b (Diferente resistividad térmica del terreno)



- Cables preensablados en líneas aéreas exteriores.
 - ❖ Ver Tabla 771.16.IX (Diferente temperatura ambiente)
 - ❖ Ver Tabla 771.16.X (Por agrupamiento de cables)
- Cables en bandejas portacables.
 - ❖ Ver Tabla 771.16.II a) (Diferente temperatura ambiente)
 - ❖ Ver Tabla 771.16.IV (Por agrupamiento de cables)

Con lo cual queda determinada la sección S a partir de la corriente máxima admisible del conductor o cable elegido.

$$I_Z \geq I_B$$

- d) Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- Dispositivos para protección de circuitos seccionales o terminales:

- Fusibles IEC 60269.
- Interruptores automáticos: IRAM 2169; IEC 60898; IEC 60947-2; IEC 61009.

Nota: Cuando en las viviendas y oficinas (unitarias) se prevea la utilización de interruptores contruidos según IEC 60947 con órganos de disparo por sobrecarga ajustables, la intensidad de corriente a utilizar para el dimensionamiento de los conductores será, el valor más alto de regulación de la protección contra sobrecargas del relé instalado en el interruptor, independientemente del rango y ajuste de la misma. Esta restricción no es aplicable a locales (unitarios) con presencia de personal BA4 o BA5.

Si el órgano de protección tuviera disparo magnético o electrónico ajustable, los conductores deberán verificarse para el valor más alto del rango ajustable. Esta restricción no es aplicable a locales (unitarios) con presencia de personal BA4 o BA5.

- e) Verificación de la actuación de la protección elegida contra sobrecarga:

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

- I_2 = Intensidad de corriente de operación o disparo seguro de los pequeños interruptores automáticos (PIA) conforme a IEC 60898:

$$I_2 = 1,45 I_n, \text{ para } I_n \leq 63 A \text{ (tiempo convencional 1 hora)}$$

$$I_2 = 1,45 I_n, \text{ para } I_n > 63 A \text{ (tiempo convencional 2 horas)}$$

- I_2 = Intensidad de corriente de operación o disparo seguro de los interruptores automáticos conforme a IEC 60947-2:

$$I_2 = 1,3 I_n, \text{ para } I_n \leq 63 A \text{ (tiempo convencional 1 hora)}$$

$$I_2 = 1,3 I_n, \text{ para } I_n > 63 A \text{ (tiempo convencional 2 horas)}$$

- I_2 = Intensidad de corriente de fusión de los fusibles gG, según IEC 60269 para:

$I_n \leq 4 A$	en tiempo convencional 60 minutos	$I_2 = 2,1 I_n$
$4 A < I_n \leq 16 A$	en tiempo convencional 60 minutos	$I_2 = 1,9 I_n$
$16 A < I_n \leq 63 A$	en tiempo convencional 60 minutos	$I_2 = 1,6 I_n$
$63 A < I_n \leq 160 A$	en tiempo convencional 120 minutos	$I_2 = 1,6 I_n$
$160 A < I_n \leq 400 A$	en tiempo convencional 180 minutos	$I_2 = 1,6 I_n$
$I_n \geq 400 A$	en tiempo convencional 240 minutos	$I_2 = 1,6 I_n$

Si no se cumple esta condición ($I_2 \leq 1,45 I_z$), deberá adoptarse una sección superior denominada S_1 .

La correcta aplicación de los ítems a) hasta e) inclusive de la presente subcláusula, puede sintetizarse en la figura siguiente:

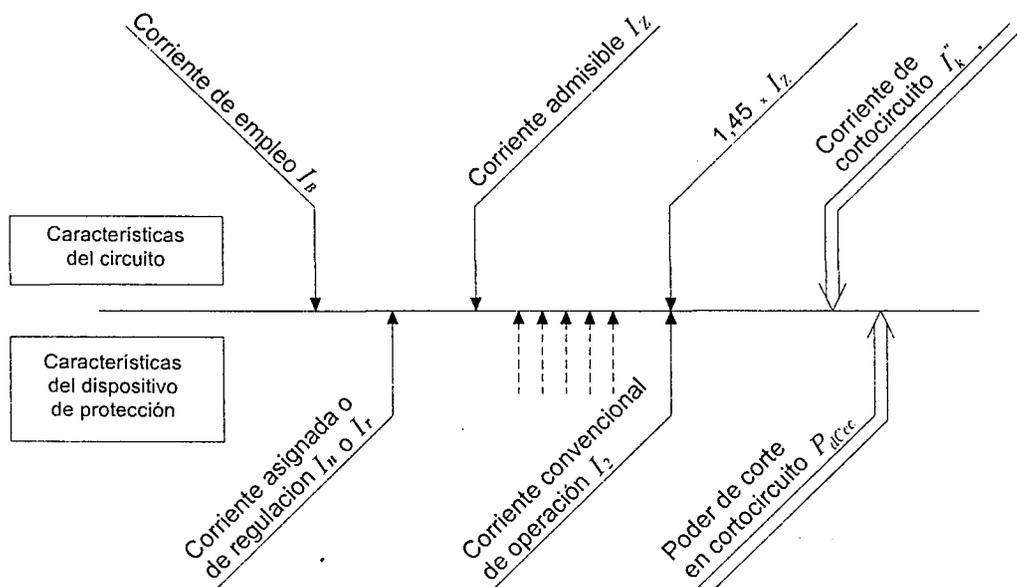


Figura 771.19.A- Coordinación entre conductores y dispositivos de protección contra sobrecargas

- f) Cálculo de la corriente de cortocircuito y verificación al cortocircuito de la sección adoptada
- Cálculo de la corriente máxima de cortocircuito I_k'' (ver subcláusula 771.19.2.2).
 - A partir de la corriente máxima de cortocircuito se determinará la capacidad de ruptura del órgano de protección (ver subcláusula 771.19.2.2).
 - Se verificará la aptitud de la sección S_1 determinada anteriormente por medio de las ecuaciones indicadas en 771.19.2.3 1) o 2) según corresponda.
- De no ser la sección S_1 apta se elegirá aquella que lo sea denominándola S_2 .
- g) Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito
- Verificación de la operación o disparo de la protección, en función de la longitud máxima del circuito, la corriente mínima de cortocircuito $I_{k\ min}$, el nivel de cortocircuito I_k'' , el dispositivo de protección seleccionado, el tipo de cable o conductor y la sección S_2 adoptada hasta esta instancia (ver tablas de orientación en el Anexo 771-H).
 - Si de la verificación realizada se concluye que no se logrará una operación o disparo seguro del dispositivo de protección seleccionado, se deberá elegir una sección mayor que verifique dicha condición, denominándola S_3 , o bien rediseñar la configuración del circuito de forma que su longitud no exceda la máxima necesaria para la operación de la protección, o ambas soluciones.
- h) Verificación a la caída de tensión
- Verificación, y de ser necesario, nueva determinación de la sección del conductor S_4 [ver subcláusulas 771.19.7 a), b) y c)].

771.19.4: Protección contra las sobretensiones transitorias

Nota: Se puede obtener información adicional en el Capítulo 44, Sección 443 "Sobretensiones de origen atmosférico o debidas a las maniobras" y en el Capítulo 53 Sección 534 "Dispositivos de protección contra las sobretensiones", de esta Reglamentación.

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 de los equipos eléctricos y electrónicos causados por sobretensiones transitorias, debidas fundamentalmente a las descargas atmosféricas y sobretensiones permanentes, en las instalaciones eléctricas.



Por ello al ejecutar los proyectos de nuevas instalaciones o de remodelación de instalaciones existentes es necesario considerar las prescripciones establecidas en la serie de normas IEC 62305 y básicamente, la tarea del proyectista se podrá enfocar en analizar si corresponde ejecutar alguno de los siguientes sistemas de protección:

- 1- Sistema externo o primario, conformado por los dispositivos captores, los conductores de bajada y el sistema de puesta a tierra.
- 2- Sistema interno o secundario, consistente en la equipotencialidad de todas las masas y la adecuada ubicación, instalación y coordinación de dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS).

Para poder efectuar un análisis eficiente de las medidas de protección recién mencionadas que requieran ser adoptadas, se deberán emplear las informaciones o mapas isoceráunicos de la zona y la frecuencia anual promedio de rayos directos, si correspondiera, emitidos por los organismos competentes (por ejemplo el Servicio Meteorológico Nacional).

Asimismo, deberán considerarse las prescripciones establecidas en las secciones 443 y 534 de esta Reglamentación, que en resumen indican cuando es obligatoria la instalación de DPS (sistema interno o secundario):

Tabla 771.19.III – Condiciones de instalación de los DPS

Características de alimentación del inmueble o tipo de inmuebles a alimentar	Nivel cerámico	
	AQ ≤ 25 días por año (AQ1)	AQ > 25 días por año (AQ2)
Inmueble equipado con pararrayos (sistema externo o primario)	Obligatorio	Obligatorio
Inmueble alimentado en BT por una red totalmente aérea o parcialmente aérea ⁽¹⁾	No obligatorio ⁽³⁾	Obligatorio ⁽²⁾
Inmueble alimentado en BT por una red totalmente subterránea	No obligatorio ⁽³⁾	No obligatorio ⁽³⁾
Inmuebles que son afectados por la salida de servicio de la instalación (instalación indisponible) y/o inmuebles en los que se ve afectada la seguridad de las personas por la salida de servicio de equipos vinculados con la seguridad ⁽⁴⁾	Según el análisis de riesgo	Obligatorio

⁽¹⁾ Esta disposición no es aplicable cuando las líneas aéreas están constituidas por conductores aislados con pantalla metálica conectada a tierra o incluyen un conductor conectado a tierra.

⁽²⁾ Sin embargo, se admite no colocar dispositivos de protección contra sobretensiones si se ha realizado, por medio de la norma IEC 62305-2, un análisis del riesgo que lo justifique.

⁽³⁾ La utilización de dispositivos de sobretensión puede igualmente ser necesaria para la protección de equipos o aparatos eléctricos o electrónicos cuando el costo o la no disponibilidad puede ser crítica en las instalaciones según resulte del análisis de riesgo efectuado.

⁽⁴⁾ Esto es el caso por ejemplo en:

- o instalaciones donde existan tratamientos médicos ininterrumpibles.
- o instalaciones que incluyan sistemas de seguridad contra incendios, sistemas de alarmas técnicas, sistemas de alarmas sociales.

Quando los DPS no son obligatorios, se puede efectuar un análisis de riesgo si el costo de los equipos o la no disponibilidad de la instalación, lo justifican.

Quando los DPS son instalados en los circuitos de potencia, se recomienda también instalar DPS en los circuitos de comunicaciones y datos. Quando se instalan DPS en las redes de datos o comunicaciones, se deben conectar a la barra de tierra de la instalación.

771.19.5: Protección contra las sobretensiones permanentes

Quedarà a criterio del proyectista la adopción de medidas de protección contra sobretensiones permanentes.



771.19.6: Protección contra las subtensiones o cero tensión

Cuando una caída de tensión o una falta transitoria de tensión con un posterior restablecimiento, pueda 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, máquina o aparato utilizador de energía eléctrica pueda ser dañada 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.

Nota: Estas reglas se aplican sobre todo al caso de máquinas, 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 y la alimentación de los equipos correspondientes, cuando la tensión de la alimentación principal caiga por debajo del límite de funcionamiento correcto.

Adicionalmente deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- 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.
- La utilización de contactores con apertura y reconexión retardada no impedirán la desconexión instantánea por los dispositivos de comando o protección.
- 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 los equipos protegidos.
- Cuando la reconexión de un dispositivo de protección pueda crear una situación peligrosa, esta reconexión no debe ser automática.

771.19.7: Caídas de tensión

Las máximas caídas de tensión admisibles están indicadas en la cláusula 771.13.

A los efectos del cálculo de la caída de tensión, los circuitos de tomacorrientes se consideran cargados en su extremo más alejado del tablero seccional. Los circuitos de iluminación se consideran con 66 % de la carga total en el extremo más alejado del tablero seccional.

Para su cálculo se podrá emplear alguno de los métodos indicados a continuación:

- El cálculo aproximado de la caída de tensión en los conductores puede realizarse utilizando la expresión:

$$\Delta U = k \cdot I \cdot L (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \text{ [volt]}$$

Donde:

k = constante igual a 2 para sistemas monofásicos y bifásicos y $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos

I = intensidad de la corriente de línea en ampere.

L = longitud del circuito en kilómetros (L es la distancia que separa los dos puntos entre los que se calcula la caída de tensión y no debe confundirse con la longitud que totalizan los conductores involucrados)

R = resistencia eléctrica efectiva del conductor a la temperatura de servicio en ohm / km (1)

X = reactancia de los conductores en ohm / km (2)

φ = ángulo de desfasaje entre la tensión y la corriente

$\cos \varphi$ = factor de potencia (3)

- El valor de la resistencia eléctrica efectiva del conductor, teniendo en cuenta los incrementos por efecto pelicular, efecto proximidad y temperatura, puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante o aplicando los cálculos recomendados por IEC 60287.
- El valor de la reactancia de los conductores depende de su forma y disposición geométrica entre ellos y puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante o aplicando los cálculos recomendados por IEC 60287.
- El denominado "factor de potencia", en circuitos de las características de los aquí utilizados, depende fundamentalmente de la carga conectada. A falta de otros valores más precisos pueden utilizarse los siguientes:

a. $\cos \varphi = 0,85$ y $\sin \varphi = 0,53$

b. Durante el arranque de motores: $\cos \varphi = 0,30$ y $\sin \varphi = 0,95$



- b) Para conductores unipolares en contacto, que cumplan con IRAM NM 247-3 o 62267, dispuestos en cañerías y para $\cos \varphi = 0,80$ y $\sin \varphi = 0,60$, puede utilizarse la siguiente tabla:

**Tabla 771.19.IV – Caída de tensión en conductores aislados normas IRAM NM 247-3 y 62267
(Tabla válida para líneas monofásicas)**

Sección nominal	Caída de tensión						
mm ²	V/A km						
1,5	26	6	6,5	25	1,6	70	0,6
2,5	15	10	3,8	35	1,2	95	0,5
4	10	16	2,4	50	0,8	120	0,4

- c) También puede utilizarse para un cálculo aproximado la siguiente expresión:

$$\Delta U = GDC \frac{I \cdot L}{S}, \text{ en volt}$$

Válida para conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 y 62267 y para cables según normas IRAM 2178 y 62266 en cañerías o conductos, en aire o enterrados o dispuestos en tresbolillo. No válida para cables dispuestos en plano separados un diámetro.

Donde:

$$GDC = \text{Gradiente de caída en } \frac{[\text{volt}] \cdot [\text{mm}^2]}{[\text{amper}] \cdot [\text{metro}]}$$

I = intensidad de la corriente de línea en amper.

L = longitud del circuito en metros.

S = sección nominal de los conductores en mm².

Tipo de sistema	Gradiente de caída (GDC)	
	Carga común ($\cos \varphi = 0,8$ (1))	
	Cobre	Aluminio
Monofásico	0,040	0,063
Trifásico	0,035	0,055

- (1) Dispersión máxima del valor de la caída de tensión del 8 % con conductores entre 1,5 mm² y 70 mm², tanto en cobre como en aluminio.

Para el caso del arranque de motores, debido a la mayor influencia de la reactancia, dependiente de la geometría de los conductores, se utilizará la siguiente tabla:

Tipo de sistema	Sección de los conductores	Gradiente de caída (GDC)	
		Arranque de motores ($\cos \varphi = 0,3$ (2))	
		Cobre	Aluminio
Monofásico	De 1,5 a 25 mm ²	0,0160	0,0250
	de 35 a 70 mm ²	0,0205	0,0290
Trifásico	De 1,5 a 25 mm ²	0,0135	0,0215
	de 35 a 70 mm ²	0,0175	0,0255

- (2) Dispersión máxima del valor de la caída de tensión del 12 % con conductores de cobre o de aluminio.



771.20: Tableros eléctricos

Los tableros eléctricos deberán cumplir con lo indicado en esta Sección 771 y con las prescripciones de la Sección 552 del Capítulo 55 de esta Reglamentación que actualmente está en estudio.

Hasta que la misma no se finalice, se deberán aplicar las prescripciones de esta Sección y los requisitos de armado, seguridad y ensayos de:

- La Norma IEC 60439-1 "Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies", para los tableros a ser empleados en lugares operados y mantenidos en forma permanente por personal BA5 o BA5.
- La Norma IEC 60439-3 "Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 3: Particular requirements for low-voltage switchgear and controlgear assemblies intended to be installed in places where unskilled persons have access for their use - Distribution boards", para los tableros a ser instalados en lugares accesibles a las personas comunes o no calificadas (BA1) para su utilización.
- La Norma IEC 60439-4 "Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 4: Particular requirements for assemblies for construction sites" para los tableros destinados a ser operados por BA4 o BA5 en obradores y sitios similares (ver Anexo 771-B.7), prevaleciendo lo establecido en esta Reglamentación.

Estas normas son de aplicación si las envolturas están equipadas como parte de su proceso de fabricación o han sido ensayadas y certificadas con los aparatos de maniobra y protección que establece su certificado.

Cumpliendo con las normas citadas en los párrafos anteriores, se podrán emplear gabinetes o envoltentes vacíos que respondan a las normas:

IEC 60670-24 "Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations - Part 24: Particular requirements for enclosures for housing protective devices and similar power consuming devices". Esta parte de IEC 60670 se aplica a envoltentes o gabinetes vacíos antes que el instalador o tablerista le incorpore los aparatos de maniobra y protección tal como han sido recibidos del fabricante y en los que el fabricante declara la potencia máxima disipable por el gabinete en uso normal y en los que los gabinetes están previstos para el empleo de dispositivos eléctricos destinados a ser empleados con una tensión asignada que no supere los 400 V y con una corriente de alimentación que no exceda de 125 A para instalaciones eléctricas fijas cuyos usuarios son personas comunes no conocedoras del riesgo eléctrico (BA1). Estas envoltentes están destinadas a alojar dispositivos de maniobra y protección y cualquier otro dispositivo con disipación de potencia o sin disipación de potencia. Deben ser instalados en lugares donde la corriente presunta de cortocircuito no supera los 10 kA salvo si se emplean dispositivos de protección limitadores de corriente que limitan la corriente a un valor que no supera los 17 kA.

IEC 62208 "Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies - General requirements" Esta Norma se aplica a envoltentes o gabinetes vacíos antes que el instalador o tablerista le incorpore los aparatos de maniobra y protección tal como han sido recibidos del fabricante. Estas envoltentes pueden operar con tensiones de hasta 1000 V c.a. y 1000 Hz o 1500 V c.c. tanto en lugares interiores como intemperie.

771.20.1: Generalidades

Los tableros están constituidos por cajas o gabinetes que contienen los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con su cableado, barras, cubiertas y soportes correspondientes.

Se definen:

a) Tablero eléctrico de baja tensión.

Es la combinación de uno o más dispositivos de baja tensión de maniobra y conexión, junto con sus dispositivos de comando, medición, señalización, protección, regulación, etc. completamente montados y armados bajo la responsabilidad de su fabricante y o proyectista, con todas sus interconexiones internas mecánicas y eléctricas y sus elementos estructurales.

En esta Reglamentación la palabra Tablero se emplea para identificar, en forma abreviada, un conjunto de dispositivos de maniobra y protección de baja tensión (dentro de una envoltente o gabinete o sobre bastidores en presentación "abierta", o en otras configuraciones) pudiendo ser los componentes de un tablero, dispositivos electromecánicos o electrónicos.

Por diversas razones, por ejemplo facilidades para el transporte o para la fabricación, etc., ciertas etapas de ensamblado o armado (o el armado completo) pueden efectuarse fuera de la planta del fabricante.



b) Tablero eléctrico de baja tensión de serie (armado en fábrica) (TS).

Es el tablero eléctrico de baja tensión construido en concordancia con un tipo o un sistema establecido sin desviaciones susceptibles de alterar significativamente el funcionamiento de un tablero tipo ensayado de acuerdo con las prescripciones de IEC 60439 y de esta Reglamentación.

En esta Reglamentación, la abreviatura TS se emplea para designar los tableros de baja tensión de serie.

Por diversas razones, por ejemplo facilidades para el transporte o para la fabricación, etc., ciertas etapas de ensamblado o armado pueden efectuarse fuera de la planta del fabricante del TS. Tal tablero se seguirá considerando un TS, siempre que el montaje se realice de acuerdo con las instrucciones del fabricante, de manera tal que se asegure la conformidad del tipo o sistema establecido en las disposiciones de IEC 60439 y de esta Reglamentación, incluyendo la realización de los ensayos individuales que sean aplicables.

c) Tablero eléctrico de baja tensión derivado de serie o parcialmente ensayado (TDS).

Es el tablero de baja tensión que contiene sectores que han sido montados habiendo sido sometidos a ensayos de tipo y sectores que han sido montados sin haber sido sometidos a ensayos de tipo pero que cumplen con la condición de ser derivados (por ejemplo por cálculo) de montajes que han sido sometidos a ensayos de tipo y que los ha cumplido.

En esta Reglamentación, la abreviatura TDS se emplea para designar los tableros de baja tensión derivados de serie.

Para los tableros que cumplen con IEC 60439-3, no se aplican los TDS.

d) Tablero eléctrico de distribución (sólo aplicable a los tableros que cumplen IEC 60439-3).

Es un tablero que contiene dispositivos de maniobra y protección de baja tensión encerrados en un gabinete o envolvente (por ejemplo interruptores-seccionadores, pequeños interruptores automáticos, interruptores diferenciales) asociados a uno o varios circuitos de salida alimentados por uno o varios circuitos de entrada o alimentación, así como bornes para los conductores activos y para los conductores de protección. Puede incluir también, dispositivos de señalización, fusibles de protección de circuitos auxiliares y otros dispositivos de comando.

e) Circuito principal (de un tablero).

Son todas las partes conductoras de un tablero incluidas en un circuito (distinto de un circuito auxiliar) que está destinado a transportar energía eléctrica (VEI 441-13-02).

f) Circuito auxiliar (de un tablero).

Son todas las partes conductoras de un tablero incluidas en un circuito (distinto del circuito principal) que está destinado al comando, medición, señalización, regulación, procesamiento de datos, etc. (VEI 441-13-03 modificada). Los circuitos auxiliares de un tablero incluyen los circuitos de comando y los circuitos auxiliares de los aparatos de maniobra.

g) Corriente asignada (I_n) de un circuito de un tablero.

La corriente asignada (I_n) de un circuito de un tablero será establecida por el fabricante, teniendo en cuenta los valores asignados de los componentes existentes en el interior del tablero, de su disposición y de su utilización. Esta corriente deberá ser soportada sin que el calentamiento de las distintas partes sea mayor que los límites especificados en el apartado 7.3 (tabla 2) de IEC 60439-1, cuando el ensayo se realiza según se indica en el apartado 8.2.1 de la citada Norma.

Dada la complejidad de los factores que determinan las corrientes asignadas, no se puede dar ningún valor normalizado.

h) Corriente asignada de un tablero de distribución.

La corriente asignada de un tablero de distribución es aquella indicada por el fabricante como corriente asignada del o los circuito(s) de alimentación. Si existen varios circuitos de alimentación, la corriente asignada del tablero de distribución es la suma aritmética de las corrientes asignadas de todos los circuitos de llegada destinados a utilizarse simultáneamente. Esta corriente o corrientes deben circular sin que el calentamiento de las diversas partes sobrepase los límites especificados en el apartado 7.3 de IEC 60439-1 en el momento de ensayarse, de conformidad con el apartado 8.2.1 de la citada Norma.

Los tableros eléctricos deberán ser:

1. Tableros normalizados construidos y certificados según IEC 60439-1 (para ser operados sólo por personal capacitado BA4 o BA5), en los que no hay limitación de corriente y cuya tensión asignada no supere los 1000 V en corriente alterna a frecuencias inferiores a los 1000 Hz, o 1500 V en corriente continua, o



2. Tableros normalizados contruidos y certificados según IEC 60439-1 y las prescripciones suplementarias de IEC 60439-3, para ser utilizados en corriente alterna con una tensión que no sobrepase los 300 V contra tierra y en los que la corriente total de alimentación o llegada no debe ser superior a 250 A, en los que los circuitos de salida incluyen dispositivos de protección contra los cortocircuitos, cada uno de los cuales tiene una corriente asignada que no sobrepase los 125 A, que pueden incluir dispositivos de comando y/o señalización y que están destinados para su utilización en el interior, ya sea en viviendas, oficinas o bien en otros lugares o locales donde las personas que tengan acceso al mismo durante su utilización pueden ser personas no calificadas o comunes (BA1), o
3. tableros normalizados contruidos y certificados según IEC 60439-1 y las prescripciones suplementarias de IEC 60439-4 para obradores (para ser operados sólo por personal capacitado BA4 o BA5),

o bien

4. empleando gabinetes o envoltentes vacíos que cumplan con IEC 60670-24 o con IEC 62208 y que en su armado cumplan con IEC 60439-1 y con sus ensayos (sólo para ser operados sólo por personal capacitado BA4 o BA5), o
5. empleando gabinetes o envoltentes vacíos que cumplan con IEC 60670-24 o con IEC 62208 y que en su armado cumplan con IEC 60439-1 y con IEC 60439-3 y con sus ensayos (para ser operados por personas comunes BA1 o por personal capacitado BA4 o BA5), o
6. empleando gabinetes o envoltentes vacíos que cumplan con IEC 60670-24 o con IEC 62208 y que en su armado cumplan con IEC 60439-1 y con IEC 60439-4 para obradores y con sus ensayos (para ser operados sólo por personal capacitado BA4 o BA5).

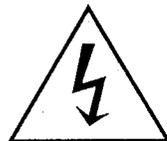
De acuerdo con la ubicación en la instalación, los tableros reciben las designaciones siguientes:

- a. **Caja o gabinete individual de medidor:** es aquel al que acomete la línea de alimentación y que contiene el medidor de energía desde donde parte la línea principal. Esta caja o gabinete puede contener además medios de maniobra, protección y control pertenecientes a la línea de alimentación.
- b. **Tablero principal:** es aquel al que acomete la línea principal y que contiene el interruptor principal y del cual se derivan el(los) circuito(s) seccionales o terminales.
- c. **Tablero o gabinete colectivo de medidores:** es aquel al que acomete el circuito de alimentación y que contiene los medidores de energía y las líneas principales. Este tablero puede contener a los dispositivos de maniobra, protección y control pertenecientes a la línea de alimentación y a los interruptores principales pertenecientes a la instalación del inmueble, desde donde parten los circuitos seccionales. En este caso, los cubicles o gabinetes que albergan a los interruptores principales se comportan como tableros principales.
- d. **Tablero seccional:** es aquel al que acomete un circuito seccional y del cual se derivan otros circuitos seccionales o terminales.
- e. **Tablero seccional general:** es aquel al que acomete un circuito seccional proveniente del tablero principal con esa única salida y del cual se derivan otros circuitos seccionales o terminales.

771.20.2: Condiciones de instalación de los tableros

771.20.2.1: Lugar de instalación y grado de protección IP

Siendo que todos los tableros eléctricos de distribución (principal y seccionales), son considerados por esta Reglamentación, elementos o equipos de seguridad de las instalaciones, los mismos deben ser fácilmente identificables, para lo cual las envolturas o envoltentes que los constituyan deberán poseer en la parte frontal exterior de sus marcos, o de sus puertas o, en caso de no poseerlas, de sus barreras de protección contra el contacto directo, el símbolo de "riesgo eléctrico" (Norma IRAM 10005-1) con una altura mínima de 40 mm.



El símbolo de "riesgo eléctrico", así como las restantes marcaciones exigidas por la norma de producto deberán ser durables y estar siempre visibles; podrán estar grabadas, pintadas en forma indeleble, o fijadas mediante un método adecuado que asegure su permanencia en el tiempo.

Debajo del símbolo, deberá pintarse o fijarse una leyenda indicativa de la función del tablero (por ejemplo: "Tablero principal"; "Tablero Seccional" o "Tablero Seccional General"), escrita con letras negras, con una altura mínima de 10 mm, sobre un fondo de color amarillo.



Estando el tablero en su ubicación definitiva, el símbolo de "riesgo eléctrico", las leyendas indicativas de la función y las restantes marcaciones que exija la norma de producto, deberán permanecer fácilmente visibles por lo que no podrán ser cubiertas o tapadas, tanto en la etapa de fabricación como de armado o instalación.

Con el fin de evitar que el símbolo de "riesgo eléctrico" se pueda mimetizar con el color de las partes visibles del tablero, se recomienda adoptar para estas partes visibles un color de contraste suficiente frente al símbolo de riesgo eléctrico.

Los tableros se instalarán en lugares secos, ambiente normal, de fácil acceso y alejados de otras instalaciones, tales como las de agua, gas, cloacas, etc. Se permite realizar en el tablero instalaciones de telefonía y datos, que hagan a la funcionalidad de la instalación. No se permite la instalación de tableros en el interior de muebles (alacenas, armarios, etc.) o debajo de mesadas, o dentro de huecos de la construcción o lugares de difícil acceso. Para lugares húmedos, mojados, a la intemperie o polvorientos, los tableros deberán construirse con el grado de protección IP adecuado al ambiente.

En los inmuebles de más de una planta, deberá preverse un tablero seccional, como mínimo, por planta prevista para ser habitada.

771.20.2.2: Pasillos y espacios libres de circulación

Delante de la superficie frontal del tablero habrá un espacio libre suficiente para facilitar la realización de trabajos y operaciones. Cuando el tablero sea operado por personal BA1 el mismo debe cumplir con IEC 60439-3 (corriente de alimentación máxima de 250 A) y dicho espacio no será menor que 0,9 m. Cuando el tablero sea operado sólo por personal BA4 o BA5, el mismo debe cumplir con IEC 60439-1 y dicho espacio no será menor que 1 m. Para el caso en que los tableros necesiten acceso posterior deberá dejarse detrás del mismo un espacio libre mínimo de 0,7 m. En los casos en que el tablero tuviera puerta posterior, deberá dejarse una distancia, con puerta abierta, de 0,5 m. Se deberá respetar la condición más desfavorable. (ver requerimientos adicionales en [771.20.4.2.4](#)).

771.20.2.3: Iluminación de la sala

El recinto donde se ubicarán los tableros deberá disponer de iluminación artificial adecuada para operar en forma segura y efectiva los dispositivos de maniobra y leer los instrumentos con facilidad.

El nivel mínimo de iluminación en la sala donde se ubique el tablero será de 200 lx, medido a un metro de nivel del piso, sobre el frente del tablero. Además es recomendable prever un sistema de iluminación de emergencia autónomo, fijo o portátil.

771.20.2.4: Instalación en un local específico

Cuando los tableros se instalen en un local específico, dicho local no podrá ser usado para el almacenamiento de tipo alguno de material, con excepción de herramientas y repuestos propios del tablero.

Las dimensiones mínimas del local y el número mínimo de salidas estarán de acuerdo con lo indicado en los esquemas de la [Figura 771.20.A](#). No existirán desniveles en su piso y su altura mínima desde el punto de vista eléctrico podrá ser de 2,4 m, no obstante deberá cumplirse con los requisitos del código de edificación correspondiente.

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

La puerta del local deberá abrir hacia afuera del mismo, sin impedimento alguno desde el interior, y poseer la identificación en caracteres de fácil lectura a la distancia desde donde se la pueda visualizar. Estará construida con material de una resistencia al fuego similar a las paredes del local según clasificación del Decreto PEN 351/79 Reglamentario de la Ley Nacional N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Capítulo 18 "Protección contra incendio") y poseerá doble contacto y cierre automático.

771.20.3: Ubicación de los tableros

Será de exclusiva responsabilidad del proyectista la ubicación de los tableros y la elección de los aparatos de maniobra y protección integrantes de los mismos, de acuerdo con las prescripciones de esta Reglamentación.

771.20.3.1: Tablero principal

El tablero principal deberá cumplir con las prescripciones de [771.20.2](#). El mismo deberá instalarse dentro de la propiedad, a una distancia de la caja de medidor individual o del gabinete colectivo de medidores no superior a los 2 m.

Nota: En caso de imposibilidad de respetar la distancia mencionada, la ubicación resultará del acuerdo entre proyectista, usuario (o propietario) y la empresa distribuidora o la autoridad de aplicación correspondiente.

Estos gabinetes con los que se armarán los tableros principales deberán ser de aislación Clase II, normalizados y certificados y deberán ser montados y armados respetando los criterios de la doble aislación.

De la misma forma la línea principal y su canalización deberán cumplir con las prescripciones de la doble aislación o aislación clase II o aislación reforzada.

Si se instalan a la intemperie, el grado de protección no debe ser inferior a IP54 (ver Anexo 771-B.3).

Los tableros principales no se instalarán en los cuartos de baño.

771.20.3.2: Tablero seccional general y tableros seccionales

El tablero seccional general y los tableros seccionales deberán cumplir con las prescripciones de 771.20.2. Estarán instalados en lugares de fácil localización dentro de la vivienda, oficina o local. No se instalarán en los cuartos de baño.

771.20.4: Forma constructiva de los tableros

Los tableros con capacidad de corriente asignada de hasta 250 A deberán tener un espacio disponible de reserva, para eventuales ampliaciones, de por lo menos el 20 % de la capacidad total del tablero en módulos de 18 mm; si los módulos fueran de 27 mm o los interruptores de caja moldeada, se reservará un espacio correspondiente al 20 % de cada tipo de módulo y como mínimo el espacio de un interruptor de cada tipo como reserva. Para tableros con capacidades de corrientes asignadas superiores a dicho valor, el espacio de reserva quedará a criterio del proyectista.

Las partes constitutivas de los tableros podrán ser metálicas o de materiales aislantes que tengan, además de rigidez mecánica, características de no-inflamabilidad, no-higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas. Los tableros se protegerán contra contactos directos, como mínimo, por medio de aislación de las partes activas o cubiertas o envolturas y contra contactos indirectos como mínimo por corte automático de la alimentación (incluyendo la puesta a tierra de las masas) o por uso de equipamiento de Clase II.

Para viviendas y oficinas (unitarias) (personas BA1, BA2 o BA3), y para locales sin personal BA4 o BA5, el grado de protección será como mínimo IP41 o IP31D. No tendrá partes con tensión accesibles desde el exterior, aún 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.

Para locales (unitarios) con personal BA4 o BA5, se podrá utilizar un grado de protección mínimo IP3XD o adecuado a las condiciones ambientales.

Todo borne o elemento bajo tensión deberá ser protegido contra contactos directos por medio de una barrera. Las palancas o elementos de comando de los dispositivos de maniobra y/o protección deberán ser fácilmente accionables y ubicados a una altura respecto del piso del local (en el que el tablero está instalado), entre 0,40 m y 2 m. Podrán estar a la vista o cubiertos por una puerta con bisagra; para facilitar las tareas de operación y mantenimiento, es recomendable que las puertas queden retenidas en sus posiciones extremas por dispositivos diseñados o contruidos a tal efecto, tomando esta recomendación mayor importancia en el caso de los tableros empleados a la intemperie donde la acción del viento podría perturbar o poner en peligro la operación y el mantenimiento. Las borneras de conexión, ya sean destinadas a los conductores de alimentación o a los de salida de circuitos, deberán estar ubicadas a una altura mínima de 0,2 m, medida desde su parte inferior con respecto al nivel de piso terminado.

En los accesos y zonas de maniobra y estacionamiento para vehículos automotores, las cajas o gabinetes que sirvan para alojar equipamiento eléctrico de cualquier tipo, serán instalados con su borde inferior a no menos de 1,5 m de altura con relación a la superficie por donde transitan los vehículos. En caso que, por razones constructivas o edilicias, no pueda ser cumplida la prescripción anterior, las cajas o gabinetes deberán protegerse de las eventuales colisiones mediante obstáculos de resistencia mecánica y al impacto adecuadas.

Los componentes eléctricos no podrán montarse directamente sobre las caras posteriores o laterales del tablero, sino en soportes, perfiles o accesorios dispuestos a tal efecto. En la cara anterior sólo podrán montarse los elementos que deberán ser visualizados o accionados desde el exterior.

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

En todos los tableros se debe efectuar una verificación de los límites de calentamiento. Dicha verificación debe realizarse según corresponda cumpliendo con lo establecido en las normas IEC 60439-1, IEC 60439-3, IEC TR 60890, 60670-24 o 62208.

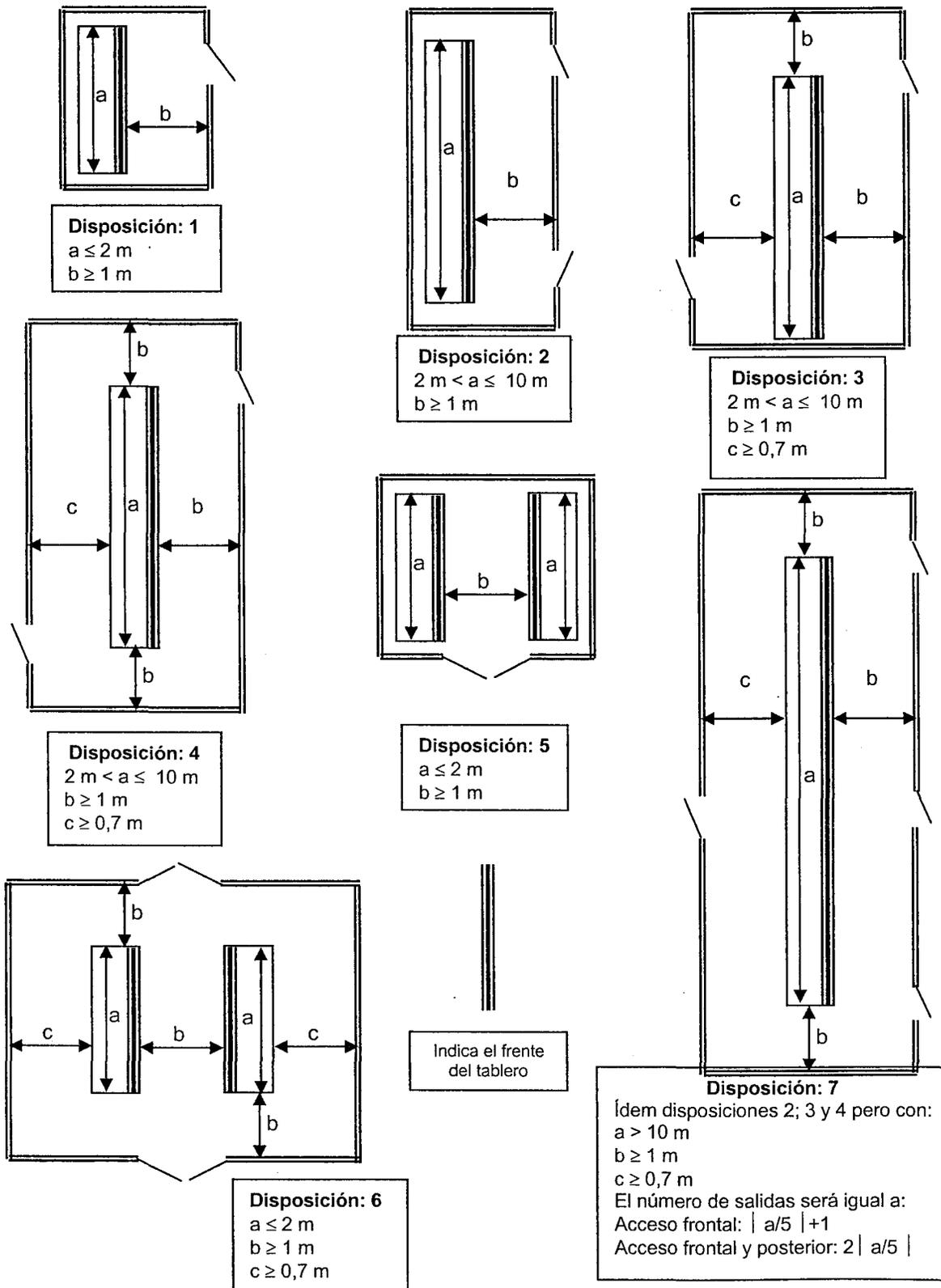


Figura 771.20.A- Disposición de tableros ubicados sobre el solado. (No se aplica a tableros embutidos)



Los tableros ejecutados por el Fabricante Responsable (ver más abajo) deberán cumplir con las prescripciones de la cláusula 8.2 de las normas IEC 60439-1 e IEC 60439-3 (en el caso de esta última Norma no se deberá superar la corriente asignada determinada por el fabricante del gabinete, debiendo el proyectista, el instalador o el Fabricante Responsable verificar que el valor de corriente del dispositivo de cabecera sea menor o igual que el valor de corriente asignada garantizada por el fabricante para el gabinete) y al finalizar el ensayo de calentamiento se debe verificar que no han sido sobrepasados los valores de temperatura establecidos en la Tabla 2 de IEC 60439-1.

Esta última norma establece que los ensayos se deben efectuar haciendo circular corriente por todos los aparatos o, para determinados tableros, utilizando resistencias calefactoras de potencia disipada equivalente. Asimismo permite efectuar la verificación del calentamiento por extrapolación aplicando IEC TR 60890.

De la misma forma, los tableros armados por Montadores Responsables, sean de material aislante o metálicos, se dimensionarán y verificarán térmicamente de manera tal de asegurar que no se producirán sobreelevaciones de temperatura que sean perjudiciales para el funcionamiento u operación de los dispositivos, aparatos, bornes, conductores y demás materiales instalados en el tablero y para el tablero mismo. Para ello se podrán seguir alguno de los dos procedimientos que se indican a continuación:

- a) Para los tableros armados en gabinetes que cumplen con IEC 60670-24, se deberá verificar que la potencia disipada por los dispositivos, accesorios y aparatos instalados en su interior no supere la potencia máxima disipable por el gabinete (dato garantizado por fabricante).
- b) Para los tableros armados en gabinetes que cumplen con IEC 62208, se deberá verificar que la potencia disipada por los dispositivos instalados no supere la potencia máxima disipable por el gabinete. En este caso la Norma IEC 62208 establece en 6.2 "**Documentación**" que "*La documentación del fabricante debe incluir todas las características constructivas y mecánicas de fabricación, la clasificación del gabinete, y todas las instrucciones necesarias para un correcto mantenimiento, armado, instalación, y las condiciones de empleo del gabinete o envoltorio. También deberá estar disponible la información correspondiente al valor de la potencia térmica disipable con relación a la superficie efectiva de enfriamiento, con el objetivo de que el armador del tablero pueda tener la información correcta para la elección de los materiales eléctricos que deben ser instalados en su interior. Para los propósitos del cálculo se admite que el calor generado por los aparatos elegidos e instalados se distribuye en forma uniforme en el interior de la envoltorio (espacio protegido). El fabricante de la envoltorio puede determinar la potencia disipable por el gabinete vacío empleando un método de cálculo adecuado (por ej. IEC TR 60890) o por ensayos (ver por ej. la cláusula 8.2.1.4 de IEC 60439-1 donde se indica como hacer el ensayo de calentamiento empleando resistencias calefactoras de potencia disipada equivalente)*".
- c) Para cualquier otro caso los tableros deberán ser verificados al calentamiento empleando un método de cálculo adecuado (por ej. el de extrapolación dado en IEC TR 60890) o mediante ensayos (ver por ej. la cláusula 8.2.1.4 de IEC 60439-1 o la cláusula 101 de IEC 60670-24 donde se indica como hacer el ensayo de calentamiento empleando resistencias calefactoras de potencia disipada equivalente).

En el Anexo 771-H se muestran ejemplos de cálculo de verificación térmica según IEC 60670-24.

Los tableros que tengan más de tres circuitos de salida deberán contar con un juego de barras que permita efectuar el conexionado o remoción de cada uno de los dispositivos de maniobra, cómodamente y sin interferir con los restantes. Este juego de barras podrá ser realizado con pletinas desnudas de cobre o latón, montadas en soportes adecuados, bornes de distribución, peines de conexión o una combinación de ellos.

Por razones de seguridad, se recomienda utilizar una sola conexión por cada borne o morseto de los dispositivos de maniobra.

Las barras deben proyectarse para una corriente nominal no menor que la de alimentación del tablero y para un valor de corriente de cortocircuito no menor que el valor eficaz de la corriente de falla máxima presunta en el lugar de la instalación. Asimismo se deben respetar las secciones y longitudes de las barras de conexión a interruptores establecidas por los fabricantes en sus catálogos con el fin de que el interruptor automático funcione dentro de sus parámetros de fabricación, como así también se deberán respetar las distancias recomendadas por los fabricantes de los interruptores automáticos, a las superficies que rodean al dispositivo.

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 encuentre 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 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 771.12.3.13.5, o bien con las siglas mencionadas (N, L1, L2, y L3).



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

Las alimentaciones a los dispositivos de maniobra y protección deberán ser ejecutadas con conductores de una sección cuya corriente admisible sea por lo menos igual a la asignada o nominal de dicho dispositivo (no la ajustada del relé de protección, si éste existiese). No obstante lo anterior, se recomienda, como regla general y debido a los efectos térmicos dentro de los tableros, aumentar la sección a la inmediata superior siguiente, para estas alimentaciones.

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.

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

Los conductores no podrán estar flojos ni sueltos en su recorrido dentro del tablero. Para ello deberán fijarse entre sí y a puntos fijos apropiados o tenderse en conductos específicos. Los extremos se prepararán 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 a ajuste por tornillo solamente, los conductores deberán ser conectados por medio de terminales apropiados (tipo "pin", "pala" o similar).

Los tableros dispondrán de una placa, barra colectora o bornera interconectada de puesta a tierra, identificada con el símbolo de puesta a tierra o por el color normalizado internacionalmente (verde y amarillo), con la cantidad suficiente de bornes adecuados al número de circuitos de salida, donde se reunirán todos los conductores de protección de los distintos circuitos y desde donde se realizará también la puesta a tierra del tablero. Se deberá asegurar que los tableros tengan conectadas al conductor de protección todas sus masas y las partes metálicas no activas. Para el caso específico de los tableros construidos en material aislante y armados como tableros de doble aislación, no será necesario poner a tierra el riel de montaje de los dispositivos (de medidas 35-7,5 mm y 35-15 mm que responden a IEC 60715 y conocidos comercialmente como riel DIN) ni la cerradura ni las bisagras, si éstos elementos fuesen metálicos.

Los tableros prearmados estarán marcados indeleblemente por el fabricante de manera que las indicaciones permanezcan visibles después de la instalación (eventualmente luego de abrir una puerta sin usar herramientas). Figurarán como mínimo los datos siguientes:

- Fabricante responsable.
- Tensión de utilización (monofásica o trifásica).
- Intensidad de corriente de cortocircuito máxima de cálculo.

En los casos en que los tableros sean armados por montadores electricistas, deberán marcarse con los mismos datos del párrafo anterior, reemplazando la indicación "Fabricante responsable", por la de "Montador responsable".

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 que están destinados.

Por razones de seguridad los dispositivos de maniobra y protección deben instalarse en forma vertical y ser alimentados por sus bornes superiores. También se admitirá la alimentación por los bornes inferiores, en cuyo caso se exigirá la colocación de 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 solado (piso), sobre pared o para embutir.

Las masas o partes conductoras accesibles de los instrumentos, relevadores, medidores y transformadores de medición, instalados en los tableros serán puestas a tierra.

Las condiciones de bloqueo de los tableros estarán de acuerdo con las prescriptas en la Norma IRAM 2450.

En todo aquello referente a los tableros eléctricos no especificado aquí explícitamente, los mismos deberán cumplir los requisitos de las normas IEC 60439-1, IEC 60439-3 "Tableros eléctricos para ser operados por personal no calificado (BA1)" e IEC 60439-4 "Tableros eléctricos para ser utilizados en obradores", en lo que les sea aplicable.

En el caso que el tablero incorpore circuitos auxiliares o de comando (para circuitos de señalización, comando de motores, circuitos voltimétricos, etc.) los mismos deberán poseer una protección exclusiva contra cortocircuitos, independiente de la protección principal. Dicha protección podrá ser efectuada por interruptores automáticos o fusibles, en ambos casos de capacidad de ruptura adecuada a la corriente de cortocircuito presunta en el punto de instalación.

En el caso de emplear fusibles tipo D (que constan de una base portafusible o zócalo, una cubierta aislante de protección contra contactos, un anillo de contacto de diferentes colores para impedir la introducción de calibres mayores, el cartucho fusible y la tapa roscada de retención o sujeción del cartucho) la alimentación deberá ser efectuada por el borne central y se deberán emplear anillos de ajuste adecuados al calibre. En el caso de emplearse portafusibles seccionables (para fusibles cilíndricos 8,5 x 31,5, 10 x 38, 14 x 51, 22 x 58) es recomendable efectuar la alimentación por los bornes superiores.

En caso de contar con tomacorrientes como parte integrante del tablero, ver 771.8.6.2.

771.20.4.1: Factor de simultaneidad asignado

El factor de simultaneidad asignado de un tablero o de una parte del mismo que tenga varios circuitos principales, es la relación entre la suma máxima, en cualquier instante, de las corrientes previstas en todos los circuitos principales considerados, y la suma de las corrientes asignadas de todos los circuitos principales del tablero o de la parte elegida del tablero.

Cuando el fabricante o proyectista define un factor de simultaneidad asignado, este factor debe utilizarse para el ensayo de calentamiento en concordancia con 8.2.1 de IEC 60439-1.

Para los tableros que cumplen con IEC 60439-1 (que sólo pueden ser operados por BA4 o BA5) y en ausencia de informaciones relacionadas con las corrientes reales, pueden ser utilizados los valores convencionales dados en la Tabla 771.20.I.

Tabla 771.20.I - Factor de simultaneidad asignado para tableros que cumplen con IEC 60439-1

N° de circuitos principales	Factor de simultaneidad asignado
2 y 3	0,9
4 y 5	0,8
6 a 9 inclusive	0,7
10 (y mayor cantidad)	0,6

Cuando se trata de tableros que cumplen además con IEC 60439-3 (que pueden ser operados por personas BA1 y por BA4 o BA5), el número de circuitos principales es el número de circuitos de salida conectados a cada fase o línea de la alimentación. En ausencia de información referente a las corrientes reales, pueden utilizarse los valores convencionales que se establecen en la Tabla 771.20.II.

Tabla 771.20.II - Factor de simultaneidad asignado para tableros que cumplen con IEC 60439-3

N° de circuitos principales	Factor de simultaneidad asignado
2 y 3	0,8
4 y 5	0,7
6 a 9 inclusive	0,6
10 (y mayor cantidad)	0,5

771.20.4.2: Los tableros y la protección contra los choques eléctricos

Las prescripciones siguientes están destinadas a asegurar que las medidas de protección requeridas contra los choques eléctricos se mantienen vigentes después del montaje de un tablero en una instalación cuando esta instalación se ejecutó según las correspondientes prescripciones de esta Reglamentación.

Las medidas de protección requeridas son en general las indicadas en esta Reglamentación en las Partes 4 y 5 y en esta Sección 771.

Las medidas de protección particularmente importantes para un tablero se detallan a continuación, teniendo en cuenta las necesidades específicas de los tableros.

Se puede aplicar la medida de protección simultánea contra los contactos directos e indirectos por medio de la protección por MBTS, para lo cual se deberán cumplir con lo establecido en 771.18.2 y con las cláusulas establecidas en el Capítulo 41.



771.20.4.2.1: Protección contra los contactos directos en los tableros

Los tableros abiertos no son aplicables en lugares (viviendas, oficinas y locales) donde operan personas BA1. Por esa razón no se tratan en IEC 60439-3.

La protección contra contactos directos puede obtenerse ya sea por la adopción de adecuadas medidas de construcción del tablero en sí mismo o por el empleo de medidas adicionales tomadas durante su instalación. En este último caso la información sobre las medidas a adoptar será proporcionada por el fabricante, por el proyectista o por el instalador del tablero. Un ejemplo típico en el que hay que tomar medidas complementarias, es cuando se debe efectuar la instalación de un tablero abierto en un lugar o local donde el acceso esté solamente permitido para personal autorizado y capacitado (BA4 y BA5).

Pueden elegirse una o varias de las medidas de protección definidas a continuación, teniendo en cuenta las prescripciones específicas de las subcláusulas siguientes. La elección de las medidas de protección resultará de un acuerdo entre usuario y el instalador o entre éste y el proyectista o fabricante.

Nota: La información brindada en los catálogos del fabricante se puede considerar como un acuerdo

a) Protección por medio de la aislación de las partes activas

Las partes activas deben estar completamente recubiertas por una aislación que sólo pueda quitarse por destrucción. Esta aislación debe realizarse mediante materiales adecuados capaces de resistir de forma duradera las sollicitaciones mecánicas, eléctricas y térmicas a las que pueden estar sometidos en servicio.

Nota – Ejemplos: cables, componentes eléctricos incluidos o integrados en materiales aislantes.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no son en general, considerados como una aislación suficiente para asegurar la protección contra los contactos directos en servicio normal.

b) Protección contra los contactos directos en tableros por medio de barreras o por medio de envolventes

Se deben cumplir las siguientes prescripciones:

b1) En los tableros que van a ser instalados en lugares operados por personas BA4 o BA5 y a los que no tienen acceso las personas comunes BA1, todas las superficies exteriores deben presentar como mínimo, un grado de protección contra los contactos directos igual a IP2X ó IPXXB.

En cambio en los tableros que van a ser instalados en lugares a los que tienen acceso para su utilización personas BA1 (pero donde pueden operar también personas BA4 o BA5), y que deben responder a IEC 60439-3, todas las superficies accesibles deben presentar como mínimo, un grado de protección contra los contactos directos igual a IP3XD. La distancia entre los dispositivos mecánicos previstos para la protección y las partes activas que ellos protegen no debe ser inferior a los valores especificados en el apartado 7.1.2 de IEC 60439-1 para las distancias de aislación y líneas de fuga, a menos que estos dispositivos mecánicos sean de material aislante.

En el caso de los tableros que responden a IEC 60439-3 y que serán empleados en lugares BA1 (por personas comunes, no conocedoras del riesgo eléctrico), el material incorporado debe satisfacer el grado de protección IP que se especifica en la norma de producto a la cual hace referencia. El grado de protección IP se verifica cuando todos los materiales están ubicados y conectados como para su uso normal, de acuerdo con las instrucciones del instalador, proyectista o fabricante.

b2) Todas las barreras y envolventes deben fijarse en su lugar en forma segura. Teniendo en cuenta su naturaleza, dimensiones y disposición deben tener una robustez (estabilidad y durabilidad) suficiente como para resistir los esfuerzos y sollicitaciones que se puedan presentar durante su utilización, sin reducir las distancias de aislación según lo establecido en IEC 60439-1 en 7.1.2 "Distancias en aire, líneas de fuga y distancias de seccionamiento" para cumplir con lo establecido en **b1)** anterior.

b3) Cuando sea necesario retirar barreras, abrir envolventes o extraer partes (puertas, bandejas, tapas, etc.) deberá cumplirse alguna de las siguientes condiciones:

- 1) Para retirar, abrir o extraer será necesario el empleo de una llave o una herramienta. En el caso de tableros que cumplen con IEC 60439-3 y destinados a ser operados por personas BA1, se deberá tener en cuenta que cuando cualquier parte interna del tablero necesite ser manejada ocasionalmente (como por ejemplo para reemplazar una lámpara o un fusible de comando) debe incluirse un obstáculo que prevenga que las personas puedan tocar accidentalmente partes activas no protegidas por otras medidas de protección. Sin embargo, no es exigible que este obstáculo impida que una persona pueda tocar intencionalmente partes activas, evitando dicho obstáculo con la mano. No debe ser posible remover dicho obstáculo si no es mediante una llave o herramienta. Las partes activas cuya tensión satisface las condiciones de MBTS no necesitan estar protegidas o cubiertas.



- 2) Todas las partes activas que puedan ser tocadas inadvertidamente después de la apertura de la puerta, deberán estar seccionadas antes de su apertura.

Todas las partes activas con las que, accidentalmente se pueda entrar en contacto después de abrir la puerta de un tablero deberán desconectarse antes de que se habilite la apertura, por ejemplo enclavando las puertas con un interruptor que sería el que desconecta esas partes activas potencialmente peligrosas. La puerta sólo se podrá abrir cuando dicho interruptor esté abierto, y mientras la puerta está abierta, no se podrá cerrar el o los interruptores salvo que esta maniobra se ejecute anulando el enclavamiento o empleando herramientas.

Si por razones de servicio el tablero está equipado con dispositivos que permitan el acceso de personal autorizado a partes bajo tensión mientras el equipo está en operación, los enclavamientos se deberán reestablecer en forma automática cuando se cierre la puerta.

En los ECT TN-C, el conductor PEN no deberá ser seccionado ni interrumpido.

- 3) En el caso de tableros (que cumplen con IEC 60439-1) y que serán operados por BA4 o BA5 se dispondrán obstáculos o persianas interiores blindando todas las partes activas de forma tal que no puedan tocarse accidentalmente cuando se abra la puerta. Dicho obstáculo o persiana debe cumplir con los requisitos especificados en **b1)** anterior (para las excepciones véase el punto **4)** siguiente y **b2)** anterior. Los obstáculos o persianas deben, o estar fijos en su lugar o deberán deslizarse en el lugar, cubriendo las partes bajo tensión cuando la puerta es abierta. No será posible la remoción de los obstáculos o persianas y de ser necesario eso sólo podrá ser efectuado mediante el empleo de llaves o herramientas adecuadas. Puede ser necesario prever carteles de advertencia.

Esta cláusula 3) no es aplicable a los tableros que cumplen con IEC 60439-3 y que pueden ser operados por BA1.

- 4) En el caso de tableros que serán operados por BA4 o BA5 (que cumplen con IEC 60439-1) y cuando ocasionalmente sea necesario realizar una tarea en un elemento situado detrás de la barrera o dentro de la envolvente (cambio de una lámpara o fusible), se podrá realizar la remoción, apertura o extracción, sin la apertura del circuito y sin el uso de llaves o herramientas sólo si se satisfacen las siguientes condiciones: (ver en 771.20.4.2.5 los "Requisitos relativos a la accesibilidad en servicio para el personal autorizado").

- Se preverá un obstáculo detrás de la barrera o en el interior de la envolvente para impedir que las personas puedan tocar accidentalmente partes activas no protegidas por otras medidas de protección. Sin embargo, no es exigible que este obstáculo impida que una persona pueda tocar intencionalmente partes activas, contorneando o evitando dicho obstáculo con la mano. No será posible remover dicho obstáculo si no es mediante una llave o herramienta.
- Las partes activas cuya tensión satisface las condiciones de MBTS no necesitan estar protegidas.

Esta cláusula 4) no es aplicable a los tableros que cumplen con IEC 60439-3 y que pueden ser operados por BA1.

c) Protección contra los contactos directos en tableros medio de obstáculos.

Los tableros abiertos no son aplicables en lugares o locales donde operan personas BA1, y por esa razón no se tratan en IEC 60439-3.

La protección por obstáculos (protección parcial) sólo se aplica a los tableros abiertos, los que únicamente se pueden instalar en recintos de uso eléctrico con acceso sólo permitido a personal BA4 o BA5 (ver el tratamiento de esta medida de protección en el Capítulo 41 y en 771.18.3.4)

771.20.4.2.2: Protección contra los contactos indirectos en tableros

El usuario, proyectista o instalador deberá indicar las medidas de protección contra los contactos indirectos aplicadas en la instalación en la que el tablero formará parte. En particular se centrará la atención en las cláusulas de esta Reglamentación donde se establecen los requisitos para la protección contra contactos indirectos para toda la instalación o para la parte en la que se empleará el tablero, por ejemplo mediante el empleo de circuitos de protección (interrupción automática de la alimentación con el uso asociado de conductores de protección y dispositivos de interrupción automática: dispositivos diferenciales en instalaciones con ECT TT o dispositivos diferenciales, fusibles o interruptores automáticos en ECT TN-S).

a) Protección contra los contactos indirectos en tableros por medio del corte automático de la alimentación (utilización de circuitos de protección).

En un tablero, un circuito de protección está constituido, por el dispositivo de interrupción automática de la alimentación con el uso asociado de conductores de protección. Estos podrán ser conductores de protección separados, o podrán ser las partes conductoras de la estructura, o podrán ser ambas. El circuito de protección realiza las funciones de:



- Protección contra consecuencias de fallas a tierra en el interior del tablero.
- Protección contra las consecuencias de las fallas a tierra en los circuitos exteriores alimentados a través del tablero.

Los requisitos que se deben cumplir se indican en los siguientes párrafos:

a1) Se deberán garantizar las características constructivas que aseguren la continuidad eléctrica entre todas las partes conductoras expuestas (masas eléctricas) del tablero y entre éstas y los circuitos de protección de la instalación (ver **a5)** y **a6)** siguientes).

Para los tableros armados fuera de fábrica, a menos que se emplee un dispositivo que haya aprobado algún ensayo de tipo, o que no sea necesaria su verificación de resistencia a los cortocircuitos, según las subcláusulas 8.2.3.1.1 a 8.2.3.1.3 de IEC 60439-1, debe utilizarse un conductor distinto para el circuito de protección y debe estar dispuesto de manera tal que los esfuerzos electrodinámicos que se originen respecto de las barras principales sean despreciables

a2) No es necesario que estén conectadas a los circuitos de protección determinadas masas de un tablero que no constituyen un peligro:

- ya sea porque no pueden tocarse ni ser tomadas con la mano
- ya sea por su reducido tamaño o por que estén dispuestas de forma tal que quede excluido todo riesgo de contacto con las partes activas.

Esto es aplicable a los tornillos, y a las placas de características, a los circuitos magnéticos de los contactores o relés, a los núcleos, a determinadas piezas de los disparadores, etc., cualquiera sean sus dimensiones.

a3) Los elementos manuales de mando (empuñaduras, volantes, palancas, etc.) deben estar:

- o bien conectados eléctricamente de una forma segura y permanente con partes unidas a los circuitos de protección.
- o bien provistos de una aislación suplementaria que los aisle de otras partes conductoras del tablero. Esta aislación debe tener un valor asignado como mínimo igual a la tensión máxima de aislación del equipamiento asociado.

Es preferible que las partes de los elementos de mando que normalmente son accionadas con la mano en condiciones normales de servicio, estén fabricadas ó recubiertas de material aislante previsto para la tensión máxima de aislación del equipo.

a4) Las piezas metálicas recubiertas con barnices o esmaltes no pueden considerarse lo suficientemente aisladas como para responder a estas especificaciones.

a5) La continuidad de los circuitos de protección debe estar asegurada por interconexiones efectivas, sea directamente, o sea por medio de conductores de protección.

- I) Cuando se retira una parte de un tablero de la envolvente o gabinete, por ejemplo, una bandeja con un arrancador de motor, para realizar mantenimientos de rutina, los circuitos de protección del resto del tablero no deberán ser interrumpidos.

Los medios utilizados para el ensamble o armado mecánico (unión mecánica) de las diversas partes metálicas de un tablero se considerarán como suficientes para asegurar la continuidad de los circuitos de protección, si se toman las precauciones de:

- asegurar una buena conductividad permanente y
- que la corriente admisible de dicha unión sea suficiente para soportar la corriente de defecto a tierra que puede circular por el tablero.

Nota: No se permite el empleo de caños flexibles metálicos como conductores de protección

- II) Cuando las partes removibles o desenchufables tienen superficies metálicas portantes, estas superficies se considerarán como suficientes para asegurar la continuidad de los circuitos de protección, siempre que la presión ejercida sobre las mismas sea lo suficientemente elevada. Puede ser necesario tomar precauciones para garantizar una buena conductividad permanente. En el caso de una parte extraíble, la continuidad de los circuitos de protección debe permanecer efectiva desde la posición conectada hasta e incluida la posición de seccionamiento (posición seccionada o aislada).
- III) Para las tapas, puertas, placas de cierre y piezas similares metálicas, las uniones o conexiones metálicas con tornillos, bulones y bisagras no se consideran habitualmente como suficientes para asegurar la continuidad, aún cuando a ellas no se fijen materiales eléctricos, razón por la cual se deberá siempre garantizar la equipotencialidad o la continuidad con los circuitos de protección.



Para ello cuando a dichas partes metálicas no se fijen materiales eléctricos será suficiente vincular dichas partes a la barra de tierra del tablero o a la estructura metálica del mismo con un conductor equipotencial, cuya sección está indicada en 771-C.8.1.1 (los conductores equipotenciales principales, deberán tener una sección no menor que la mitad de la del conductor de protección de mayor sección del tablero, con un mínimo de 6 mm^2 en cobre. La sección máxima, sin embargo, podrá ser limitada a 25 mm^2 en cobre).

Cuando a dichas partes metálicas se fijen materiales eléctricos se deberán conectar dichas partes metálicas a la barra de tierra del tablero o a la estructura metálica del mismo mediante un conductor de protección (PE). La sección de este conductor de protección estará en concordancia con la Tabla 771.20.IV y dependerá de la mayor corriente asignada de empleo I_e del aparato o equipo montado, no pudiendo ser menor a 6 mm^2 . Tanto el conductor equipotencial como el PE deberán ser flexibles o mallados. Si es aislado debe ser color verde y amarillo.

- IV) Todas las partes del circuito de protección en el interior del tablero deben estar diseñadas de tal forma que sean capaces de soportar las solicitaciones térmicas y dinámicas más elevadas que puedan producirse en el lugar de la instalación del tablero.
- V) Cuando el gabinete metálico o envoltente de un tablero se utiliza como parte de un circuito de protección, la sección de esta envoltente debe ser como mínimo eléctricamente equivalente a la sección mínima especificada en el párrafo **a7)** siguiente
- VI) Cuando la continuidad pueda interrumpirse por medio de conectores, fichas o tomacorrientes, el circuito de protección sólo podrá hacerlo luego de la interrupción de los conductores activos. La continuidad del circuito de protección deberá establecerse antes que se establezca la de los conductores activos.
- VII) En principio, con excepción de los casos mencionados en el punto anterior, los circuitos de protección en el interior de un tablero no deben tener ningún dispositivo de seccionamiento (interruptor, seccionador, etc.). Los únicos medios permitidos en los circuitos de los conductores de protección serán los puentes que pueden retirarse mediante herramienta y que sólo son accesibles al personal autorizado (tales puentes pueden ser necesarios para ciertos ensayos o mediciones).

a6) Los bornes para la conexión de los conductores de protección exteriores y de las armaduras de los cables, donde se requieran, serán desnudos y salvo especificación en contrario, estarán previstos para la conexión de conductores de cobre. Para cada conductor de protección de salida, deberá emplearse un borne independiente y de dimensiones apropiadas. En el caso de envoltentes y de conductores de aluminio o de aleación de aluminio deberá prestarse especial atención al peligro de corrosión electrolítica. En los tableros que posean estructuras o envoltentes conductoras, será necesario prever los medios para asegurar la continuidad eléctrica entre las masas del tablero (que forman parte del circuito de protección), y las envolturas metálicas de los cables de conexión (conductos o caños de acero, cubierta de plomo, etc.). Los medios de conexión previstos para asegurar la continuidad de las masas con los conductores de protección exteriores no deben cumplir ninguna otra función.

Nota: Se deberán tomar precauciones especiales cuando se monten conectores o tuercas y boquillas o similares elementos de vinculación de caños metálicos rígidos o flexibles con envoltentes terminadas con pinturas altamente resistentes a la abrasión tales como las epoxídicas o poliuretánicas.

a7) La sección de los conductores de protección (PE, PEN) en un tablero en el que se deban conectar conductores externos deberá determinarse por uno de los métodos siguientes:

- a) La sección del conductor de protección (PE, PEN) no debe ser menor que el valor especificado en la Tabla 771.20.III.

Si la aplicación de esta tabla conduce a dimensiones no normalizadas, deberán utilizarse conductores de la sección normalizada superior más próxima.

Tabla 771.20.III - Sección de los conductores de protección (PE, PEN) en los tableros

Sección de los conductores de línea (o fase) en mm^2	Sección mínima del conductor PE en mm^2
S \leq 16	S
16 < S \leq 35	16
35 < S \leq 400	S/2
400 < S \leq 800	200
800 < S	S/4



Los valores de la Tabla 771.20.III son válidos sólo si el material del conductor de protección (PE, PEN) es el mismo que el de los conductores de línea o fase. Si este no es el caso, la sección del conductor de protección (PE, PEN) deberá determinarse de forma que resulte una conductancia equivalente, a la que resultaría de la aplicación de la Tabla 771.20.III.

Para los conductores PEN se deben aplicar los requisitos adicionales siguientes:

- la sección mínima debe ser de 10mm^2 en Cu o de 16mm^2 en Al;
 - no es necesario que los conductores PEN estén aislados dentro del tablero
 - las partes estructurales no deben utilizarse como conductor PEN. Sin embargo, está permitido utilizar los rieles de montaje de cobre o aluminio como conductor PEN.
 - La Tabla 771.20.III supone que la corriente en el conductor neutro no supera el 30 % de la corriente en los conductores de línea.
 - para ciertas aplicaciones en las que la corriente en el conductor PEN puede alcanzar valores elevados, por ejemplo grandes instalaciones de iluminación con lámparas fluorescentes, puede ser necesario que el conductor PEN tenga la misma corriente admisible o incluso una corriente admisible superior a las de los conductores de línea, debiendo formar parte esta situación, de un acuerdo especial entre el usuario y el fabricante, proyectista o instalador.
- b) La sección del conductor de protección (PE, PEN) debe calcularse por medio de la fórmula indicada en 771-C.3.1.1 (pero empleando tiempos de operación o disparo del dispositivo de protección comprendidos entre 0,2 s y 0,5 s) en, o bien se podrá obtener por cualquier otro método, por ejemplo mediante ensayo.

Para determinar la sección de los conductores de protección (PE, PEN) deben cumplirse simultáneamente las condiciones siguientes

- 1) cuando se ha realizado el ensayo especificado en el apartado 8.2.4.2 de IEC 60439-1, el valor de la impedancia del lazo de falla debe cumplir las condiciones requeridas para la operación o disparo del dispositivo de protección previsto;
- 2) las condiciones de operación o disparo del dispositivo eléctrico de protección deben elegirse de tal forma que se elimine la posibilidad de que, la corriente de defecto en el conductor de protección (PE, PEN), cause una elevación de temperatura que pueda dañar a este conductor o a su continuidad eléctrica.

a8) Si se ha previsto un conductor de protección en tableros que contengan partes estructurales, armazones, envolventes, etc., de material conductor, no es necesario que dicho conductor de protección esté aislado de esas partes metálicas o conductoras (para las excepciones ver la cláusula **a9)** siguiente.

a9) Los conductores conectados a ciertos dispositivos de protección, incluyendo los que los conectan a una toma de tierra distinta, deberán estar aislados cuidadosamente. Esto se aplica, por ejemplo, a los dispositivos de detección de fallas sensibles a la tensión y puede aplicarse también a la conexión a tierra del neutro del transformador.

Nota: Debe prestarse atención sobre las precauciones especiales que deben tomarse en la aplicación de los requisitos relativos a dichos dispositivos

a10) Las masas de un dispositivo, que no puedan conectarse al circuito de protección por los medios de fijación del dispositivo, deberán conectarse al circuito de protección del tablero para lograr la equipotencialidad de protección, por medio de un conductor cuya sección se debe elegir de acuerdo con la Tabla 771.20.IV, sin perder de vista la exigencia de la sección mínima planteada para las puertas [ver 771.20.4.2.2 a5) III].

Tabla 771.20.IV - Sección del conductor de equipotencialidad, de cobre

Corriente asignada de empleo I_e en A	Sección mínima del conductor de equipotencialidad en mm^2
$I_e \leq 20$	S*
$20 < I_e \leq 25$	2,5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10

* S= sección mínima del conductor de línea o fase en mm^2



b) Protección contra los contactos indirectos en tableros por otras medidas (diferentes a la utilización de protección por desconexión automática de la alimentación o circuitos de protección).

Los tableros pueden contar con protección contra contactos indirectos que no requieran la desconexión automática de la alimentación o circuitos de protección. Esas otras medidas pueden ser:

- Separación eléctrica de circuitos
- Aislación total o doble aislación o aislación clase II

b1) Separación eléctrica de circuitos

(Véase cláusula 413.5 del Capítulo 41 de esta Reglamentación)

b2) Protección contra los contactos indirectos en tableros por medio de la aislación total (doble aislación o aislación Clase II)

Nota: Para esta reglamentación la aislación total es equivalente a la doble aislación o a la aislación Clase II.

Para obtener protección contra los contactos indirectos en tableros, por aislación total, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- I) Los aparatos y dispositivos deben estar totalmente encerrados en material aislante. Las envolventes deben deberán marcarse con el símbolo gráfico (N° 5172 de IEC 60417-2), el que deberá ser visible desde el exterior.
- II) La envolvente debe estar construida de un material aislante capaz de resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos a que pueda estar sometida en condiciones normales o especiales de empleo (véase cláusula 6.1 y 6.2 de IEC 60439-1) y debe ser resistente al envejecimiento y al fuego o llama.
- III) La envolvente no debe estar atravesada en ningún punto por partes conductoras. De ese modo se evita que exista la posibilidad de que una tensión de defecto sea transmitida al exterior de la envolvente.
Esto significa que las partes metálicas, tales como los mecanismos o elementos de los órganos de comando (por ejemplo ejes), que por razones constructivas deban atravesar la envolvente, deben estar aisladas, ya sea en el interior o en el exterior de la misma, de las partes bajo tensión, para la tensión de aislación asignada máxima, y de ser necesario deben estar aisladas para la máxima tensión de impulso asignada de todos los circuitos del tablero.
Si un elemento de comando es de metal (recubierto o no por material aislante), debe estar provisto de una aislación para la tensión máxima asignada de aislación y, de ser necesario para la máxima tensión soportada al impulso de todos los circuitos del tablero.
Si un elemento de comando está principalmente realizado en material aislante, todas sus partes metálicas que puedan llegar a ser accesibles en caso de falla de aislación deben también ser aisladas de las partes con tensión para la tensión máxima asignada de aislación y, de ser necesario para la máxima tensión soportada al impulso de todos los circuitos del tablero.
- IV) La envolvente, cuando el tablero está listo para funcionar y conectado a la alimentación, debe encerrar a todas las partes activas, a todas las masas y a todas las partes pertenecientes al circuito de protección, de forma tal que no se puedan tocar. La envolvente debe proporcionar como mínimo un grado de protección IP3XD.
Si los conductores de protección que requieren los equipos alimentados desde un tablero (lado carga del tablero) deben pasar por dicho tablero, que posee las masas aisladas, será necesario montar bornes para poder conectar los conductores de protección externos; tales bornes deberán tener las marcaciones o identificaciones correspondientes.
En el interior de la envolvente, el conductor de protección y sus bornes de conexión deben ser aislados de las partes activas y de las masas de la misma forma que en que fueron aisladas las partes activas.
- V) Las masas, en el interior del tablero, no deben conectarse al circuito de protección, es decir, dichas masas no deben ser objeto de una medida de protección que implique el uso de un circuito de protección. Esto es aplicable también a los aparatos montados en su interior, aunque éstos tengan un borne de conexión para un conductor de protección.
- VI) Si las puertas o cubiertas de la envolvente se pueden abrir sin la utilización de llaves o herramientas, debe interponerse un obstáculo de material aislante que impida un contacto accidental, no solo con las partes activas accesibles sino también con las masas que queden accesibles luego de la apertura de la cubierta, este obstáculo sólo debe poder retirarse empleando herramientas.



771.20.4.2.3: Descarga de las cargas eléctricas

Si un tablero contiene equipos que pueden conservar cargas eléctricas peligrosas después de estar fuera de servicio (por ej. capacitores), será necesario colocar un cartel de aviso.

Los pequeños capacitores, tales como los utilizados para la extinción de arco, para temporizar la respuesta de los relés, etc., no son considerados como peligrosos.

Nota: Un contacto accidental no se considera como peligroso si las tensiones resultantes de las cargas estáticas, caen por debajo de los 120 V en corriente continua antes de los 5 segundos a partir de la desconexión de la alimentación

771.20.4.2.4: Pasillos de servicio y mantenimiento en el interior de los tableros (véase cláusula 2.7.1 y 2.7.2 de IEC 60439-1)

Los pasillos de servicio y mantenimiento en el interior de un tablero deben cumplir con lo indicado en la cláusula 410.3.4.12 del Capítulo 41 de esta Reglamentación.

Esta cláusula no es aplicable a los tableros que cumplen con IEC 60439-3 y en los lugares donde las personas BA1 tengan acceso a los tableros para su utilización.

771.20.4.2.5: Requisitos relativos a la accesibilidad en servicio para personal autorizado

La accesibilidad en servicio para el personal autorizado, resultará de un acuerdo entre el fabricante, proyectista o instalador y el usuario y deberá cumplir uno o varios de los requisitos siguientes, en función del acuerdo a realizar. Estos requisitos deben ser complementarios a las medidas de protección de la cláusula 771.20.4.2.

Nota: Esto significa que, los requisitos acordados son válidos, cuando una persona autorizada puede acceder al tablero, por ej. mediante el uso de herramientas o bien neutralizando o anulando los enclavamientos (ver 7.4.2.2.3 de IEC 60439-1), cuando éste se encuentre total o parcialmente en servicio o bajo tensión

771.20.4.2.5.1: Requisitos relativos a la accesibilidad para la inspección o para la realización de tareas similares

El tablero debe estar diseñado y construido de manera tal que puedan realizarse todas aquellas operaciones estipuladas en el acuerdo, aún cuando el tablero se encuentre energizado y en servicio.

Estas operaciones pueden ser:

- Inspección visual de
 - los dispositivos de maniobra y protección y otros aparatos,
 - las regulaciones o ajustes e indicadores de los relés y disparadores,
 - la conexión e identificaciones de los conductores.
- la regulación o ajuste y el rearme de relés, disparadores y dispositivos electrónicos,
- el reemplazo de fusibles,
- el reemplazo de lámparas,
- Ciertas operaciones destinadas a localizar fallas, tales como mediciones de tensiones o corrientes, con dispositivos convenientemente proyectados y aislados

771.20.4.2.5.2: Requisitos relativos a la accesibilidad para el mantenimiento

Para permitir el mantenimiento, acordado entre el fabricante, proyectista o instalador y el usuario, de una unidad o de un grupo funcional seccionado del tablero, mientras que las unidades o grupos funcionales adyacentes están bajo tensión, es necesario adoptar ciertas medidas. La elección de estas medidas, que deben ser objeto de un acuerdo entre el fabricante, proyectista o instalador y el usuario, depende de factores tales como las condiciones de servicio, la frecuencia de mantenimiento, la competencia del personal autorizado, las disposiciones oficiales sobre Seguridad e Higiene, etc. Tales medidas incluyen la elección de una forma apropiada de separación (ver cláusula 7.7 de IEC 60439-1) que pueden ser:

- una distancia suficiente entre la unidad o el grupo funcional considerado y las unidades o grupos funcionales adyacentes. Se recomienda que las partes susceptibles de ser retiradas para el mantenimiento, tengan, siempre que sea posible, medios de fijación imperdibles;
- la utilización de barreras proyectadas y dispuestas para proteger a las personas de mantenimiento, contra los contactos directos con los equipos de las unidades o grupos funcionales adyacentes;
- la utilización de cubicles o compartimientos para cada grupo o unidad funcional;
- la inserción de medios suplementarios de protección indicados por el proyectista o suministrados por el fabricante o el instalador.



771.20.4.2.5.3: Requisitos relativos a la accesibilidad para ampliaciones bajo tensión

Cuando se requiera la posibilidad de realizar futuras ampliaciones del tablero con el resto del tablero energizado, ampliaciones que incorporan unidades funcionales o grupos adicionales, se aplicarán, salvo acuerdo entre el fabricante, el proyectista o el instalador y el usuario, los requisitos especificados en la cláusula 771.20.4.2.5.2. Estos requisitos se aplicarán también para la inserción y conexión al tablero, de salidas adicionales de cables, cuando los existentes estén bajo tensión.

La ampliación de los juegos de barras y la conexión de unidades adicionales a la alimentación de entrada, no deben efectuarse bajo tensión a menos que el diseño del tablero así lo permita.

771.20.5: Materiales o aparatos de maniobra y protección en los tableros

771.20.5.1: Generalidades

- 1) Los interruptores de cabecera de todos los tableros deberán seccionar al conductor neutro, respetando las condiciones indicadas en la subcláusula 771.20.5.2 en lo que le sea aplicable.

Los conjuntos de cajas o gabinetes yuxtapuestos y en contacto serán considerados como celdas o "cubicles" de un único tablero y por lo tanto será exigible un único interruptor de cabecera para todo el tablero. Si los gabinetes se encontraran separados serán considerados como tableros seccionales y cada uno de ellos deberá poseer un interruptor de cabecera independientemente de la distancia que lo separa del gabinete desde donde recibe la energía.

En conjuntos de viviendas, oficinas o locales, una de las soluciones empleadas son los tableros modulares en los que se alojan los medidores de energía de la distribuidora y los interruptores principales de cada unidad funcional, constituyendo un caso particular de tablero, siendo un agrupamiento de gabinetes de medidores y tableros principales en los que no se exige un interruptor de cabecera, sino que forman conjuntos yuxtapuestos, cada uno constituido por un dispositivo de protección aguas arriba del sistema de medición de energía, el medidor mismo y un interruptor automático (principal) aguas abajo de este medidor. En este tipo de gabinetes de medición, por su construcción, generalmente comparten un mismo cubicle los interruptores principales de diferentes usuarios. Con el fin de minimizar fallas o errores operativos se requiere que cada uno de ellos esté separado del otro por una placa de material aislante sólidamente fijada al cubicle, y de dimensiones tales que permita una adecuada operación del dispositivo de maniobra y protección y que genere una separación efectiva del resto de los otros elementos.

Esta disposición no inhabilita la posibilidad de instalar dentro del inmueble y fácilmente accesible desde la vía pública, un dispositivo de seccionamiento e interrupción (interruptor-seccionador o interruptor automático) entre la toma primaria (protección de la distribuidora de la línea principal) ubicada generalmente sobre la línea municipal y el gabinete colectivo de medidores.

Los dispositivos de maniobra y protección de circuitos seccionales y circuitos terminales derivados de los dispositivos de cabecera deberán ser bipolares para los monofásicos y de la manera que se indica a continuación para los trifásicos:

- a. Circuitos seccionales trifásicos sin conductor neutro: Deberán utilizarse, como mínimo, dispositivos tripolares.
 - b. Circuitos seccionales trifásicos con conductor neutro: Se recomienda el empleo de dispositivos tetrapolares.
 - c. Circuitos terminales trifásicos sin conductor neutro: Deberán utilizarse, como mínimo, dispositivos tripolares.
 - d. Circuitos terminales trifásicos con conductor neutro: Deberán utilizarse dispositivos tetrapolares.
- 2) No se permite el uso de dispositivos unipolares o los bipolares denominados con "neutro no protegido", "neutro pasante" o marcados "1P+N" como protección de circuitos en las instalaciones monofásicas. Además esta prohibición alcanza a los conjuntos integrados interruptor automático-diferencial, donde la protección térmica y magnética se encuentran en un solo polo.

Nota: Cuando se seleccionen e instalen interruptores automáticos termomagnéticos, se deberán aplicar los factores de corrección por agrupamiento, temperatura ambiente y altura dados como datos garantizados por el fabricante. Con relación a la temperatura ambiente se debe tener en cuenta lo indicado en la Nota 1 de 771.16.2.1.5.

771.20.5.2: Protecciones de circuitos

La protección de cada circuito seccional o de cada circuito terminal derivado de cualquier tipo de tablero, responderá a lo indicado en 771.19.2.

En los casos de circuitos trifásicos tetrapolares en los que la corriente de línea tiene un contenido armónico (tercera armónica y múltiplos) igual o superior al 15 %, deberán emplearse, para su protección, interruptores automáticos tetrapolares con sus cuatro polos protegidos.



En las instalaciones monofásicas los dispositivos para maniobra y protección de circuitos deberán ser con corte y protección bipolares.

Para la protección de circuitos seccionales o terminales no pueden utilizarse dispositivos de protección unipolares (por ejemplo interruptores automáticos unipolares).

Asimismo la protección de cada circuito seccional o de cada circuito terminal responderá a alguna de las alternativas siguientes:

a) Viviendas y oficinas

Sólo se admite el empleo de interruptores automáticos con apertura por sobrecarga y cortocircuito, que cumplan con las normas IRAM 2169, IEC 60898 o IEC 60947-2, y además con las siguientes condiciones:

- 1) Los interruptores automáticos deberá tener la posibilidad de ser bloqueados en la posición de abierto (para ello los fabricantes proveen, en las manetas de accionamiento o en el cuerpo del interruptor o en ambos, perforaciones que permiten la interposición de un precinto o candado que evita el cierre del dispositivo en forma mecánica), o bien ser extraíbles. En este último caso la extracción sólo podrá realizarse en la posición "abierto".
- 2) Los interruptores automáticos deberán garantizar el cierre y la apertura simultánea de todos sus polos. En los dispositivos tetrapolares, la apertura y cierre del neutro podrá efectuarse en forma retardada o anticipada, respectivamente, a igual operación de los contactos principales, o bien operará en forma simultánea.

b) Locales

b.1) Locales sin presencia permanente de personal BA4 o BA5

Deberá emplearse el mismo equipamiento que el indicado en 771.20.5.2 a).

b.2) Locales con presencia permanente de personal BA4 o BA5

Podrán utilizarse, además del equipamiento prescripto en **b.1)**, los siguientes dispositivos:

b.2.1) el interruptor-seccionador con fusibles,

b.2.2) el fusible- interruptor-seccionador,

b.2.3) el interruptor-seccionador (como dispositivo de maniobra) y fusibles (como dispositivos de protección), en ese orden.

Deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Los interruptores-seccionadores deberán responder a IEC 60947-3 y los fusibles a IEC 60269.
- b) En ningún caso los fusibles deben ser colocados o extraídos bajo carga, salvo cuando los fusibles actúan para la conexión o desconexión formando parte de un dispositivo con capacidad de cierre y apertura bajo carga, como por ejemplo es el caso del fusible- interruptor-seccionador que incorpora cámaras apagachispas,
- c) En los dispositivos tetrapolares, la apertura y cierre del neutro podrá efectuarse en forma retardada o anticipada, respectivamente, a igual operación de los contactos principales, o bien operará en forma simultánea. El polo neutro de un dispositivo tetrapolar no deberá llevar fusibles.
- d) Es recomendable que los interruptores-seccionadores con fusibles, cuando se utilicen para circuitos de salida, posean aptitud al seccionamiento de acuerdo con las normas IEC 60947-1 y 60947-3. La distancia aislante entre contactos abiertos del interruptor será visible o unívocamente indicada por la posición "abierto" del elemento de comando. En caso contrario deberá tener una señalización adicional que indique la posición real de los contactos. Tal indicación solamente se producirá cuando la distancia aislante entre contactos abiertos sobre cada polo del sistema se haya obtenido realmente sin posibilidad alguna de error (corte plenamente aparente).
- e) En caso de la fusión de uno o más fusibles por una sobrecorriente de cualquier naturaleza, quedará a criterio del personal BA4 o BA5 reemplazar de la totalidad de los fusibles del circuito alimentado o solamente los fusibles fundidos.

771.20.5.3: Tableros principales

Todo tablero principal deberá poseer en su cabecera, un interruptor automático que actúe como dispositivo de corte y protección general (al que podrá estar asociada una protección diferencial).

Para alimentaciones trifásicas con neutro, este interruptor automático deberá ser tetrapolar con todos los polos protegidos (la protección del conductor neutro podrá ser desde el 50 % hasta el 160 % del ajuste de la protección de los conductores de línea según lo determine el proyectista), o bipolar con protección en ambos polos para suministros monofásicos.



Si del tablero principal se derivase un único circuito seccional, el dispositivo de cabecera antes mencionado se seleccionará para proteger a dicho circuito seccional (ver 771.19.2).

Si del tablero principal se derivase más de un circuito seccional, más de un circuito terminal o una combinación de circuitos seccionales y circuitos terminales, el dispositivo de cabecera será un interruptor automático que cumplirá la función de protección contra sobrecargas y cortocircuitos del tablero.

Cada circuito terminal deberá estar siempre protegido contra los contactos directos e indirectos y contra los cortocircuitos y las sobrecargas.

Cada circuito seccional deberá estar siempre protegido contra los contactos directos e indirectos, contra los cortocircuitos y contra las sobrecargas, admitiéndose para esta última protección alguna de las siguientes alternativas:

- a. Por medio del dispositivo de protección del circuito seccional, o
- b. Por medio de los dispositivos de protección contra sobrecargas ubicados en el tablero seccional alimentado para lo cual la suma de las intensidades de corriente asignadas o ajustadas de los dispositivos de protección del tablero alimentado deberá ser menor o igual a la intensidad admisible de los conductores aislados o cables que constituyan la alimentación de dicho tablero. En este caso, la corriente asignada del dispositivo aguas arriba, podrá elegirse siguiendo un criterio más amplio (curva y corriente asignada) de selectividad para las protecciones en cascada.

El interruptor automático de cabecera deberá poseer aptitud al seccionamiento de acuerdo con las normas IEC 60898 o IEC 60947-1 e IEC 60947-2, según corresponda. Si el interruptor automático de cabecera no poseyera aptitud al seccionamiento deberá existir adicionalmente, aguas arriba del interruptor automático, en el mismo tablero, un interruptor-seccionador con aptitud al seccionamiento.

771.20.5.4: Tableros seccionales

Todo tablero seccional deberá poseer un dispositivo en su cabecera que actúe como corte general. Se recomienda que además posea aptitud al seccionamiento garantizada por el fabricante.

La protección del circuito trifásico que alimenta al tablero seccional, podrá realizarse por medio del dispositivo que protege la alimentación al tablero seccional (dispositivo de salida del tablero ubicado aguas arriba) o por el dispositivo de cabecera del tablero seccional (ver además 771.20.5.3).

Los tableros alimentados por circuitos trifásicos con neutro, en los que sean esperables corrientes en el conductor neutro, deberán protegerse como se indica a continuación:

I) Circuitos trifásicos desequilibrados:

Si la sección del conductor neutro es igual o equivalente a la de los conductores de línea, no es necesario prever una protección de sobreintensidad para el conductor neutro.

Si el conductor neutro tiene una sección menor que la sección de los conductores de línea, es necesario prever una protección de sobreintensidad para el conductor neutro, adecuada a la sección de ese conductor. En estos casos sólo se permite la protección mediante interruptores automáticos tetrapolares con protección en los cuatro polos. Sin embargo, puede no preverse protección para el conductor neutro cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- I.1) El conductor neutro está protegido contra los cortocircuitos por el dispositivo de protección de los conductores de fase del circuito.
- I.2) La intensidad máxima susceptible de recorrer el conductor neutro es, en servicio normal, clara y sensiblemente inferior al valor de la intensidad admisible en este conductor.

II) Circuitos con contenido armónico:

Si el contenido armónico (THD) es igual o mayor al 15 %, el conductor neutro deberá estar protegido. En estos casos sólo se permite la protección mediante interruptores automáticos tetrapolares con protección en los cuatro polos.

La disposición de los elementos de protección en los tableros seccionales, deberá responder a los requisitos que se indican a continuación:



- a) Podrán utilizarse como aparato de maniobra de corte general (dispositivo de cabecera) cualquiera de las siguientes variantes:
- 1) Interruptor-seccionador tetrapolar o bipolar, para instalaciones trifásicas con neutro o monofásicas, respectivamente.
 - 2) Interruptor-seccionador tripolar, para instalaciones trifásicas sin neutro.
 - 3) Interruptor automático tetrapolar, para instalaciones trifásicas con neutro, cuyo polo destinado al conductor neutro puede o no estar protegido o bipolar con ambos polos protegidos.
 - 4) Interruptor automático tripolar, para instalaciones trifásicas sin neutro.
 - 5) Interruptor diferencial, que responda a las normas IRAM 2301 (ver Nota 2), IEC 61008 (ver Nota 2), o IEC 61009 (ver Nota 2), preferentemente con aptitud al seccionamiento garantizada por el fabricante. En cuanto a la utilización de este dispositivo de protección, en relación con el nivel de seguridad, deberá tenerse en cuenta lo indicado en la subcláusula 771.18.3.5, 771.18.4.3 y deberá coordinarse con las protecciones contra las sobrecorrientes asociadas, tal como se especifica en 771.19.2.2.6.
 - 6) Interruptor-seccionador y fusibles (en ese orden), interruptor-seccionador con fusibles o fusible-interruptor-seccionador, tetrapolares, para instalaciones trifásicas con neutro, con fusibles para los conductores de línea o bipolares con fusibles en ambos polos, sólo para locales con presencia permanente de personal BA4 o BA5, y siempre que no se requiera protección para el conductor neutro.
 - 7) Interruptor-seccionador y fusibles (en ese orden), interruptor-seccionador con fusibles o fusible-interruptor-seccionador, tripolares, para instalaciones trifásicas sin neutro, sólo para locales con presencia permanente de personal BA4 o BA5.

Nota 1: De optar por alguna de las alternativas a) 1), a) 2), a) 3), a) 4), a) 6) o a) 7) y de corresponder para el contacto indirecto (por ejemplo para el esquema TT) y para el contacto directo (por ejemplo para la protección de circuitos TUG o IUG), deberá colocarse un interruptor diferencial en cada uno de los circuitos derivados, o bien agrupar varios circuitos bajo un mismo interruptor diferencial.

Nota 2: La Norma IRAM 2301 será próximamente reemplazada por la Norma IRAM IEC 61008, actualmente en estudio. Las normas IEC 61008 e IEC 61009 contemplarán en sus próximas ediciones la obligatoriedad de aptitud al seccionamiento para los interruptores diferenciales.

- b) Por cada uno de los circuitos derivados se instalará un interruptor automático con apertura por sobrecarga y cortocircuito. Para locales con presencia permanente de personal BA4 o BA5, podrá optarse por el conjunto interruptor-seccionador y fusibles (en ese orden), interruptor-seccionador con fusibles o fusible-interruptor-seccionador.
- c) Los dispositivos interruptor-seccionador y fusibles (en ese orden), interruptor-seccionador con fusibles o fusible-interruptor-seccionador cumplirán las condiciones dadas en 771.20.5.2 b.2.
- d) Los interruptores automáticos cumplirán las condiciones dadas en 771.20.5.2 a.

771.21: Prevención de influencias mutuas entre instalaciones eléctricas y no eléctricas

La instalación eléctrica debe ser dispuesta de forma tal de evitar cualquier influencia perjudicial entre ésta y cualquier otra instalación no eléctrica del local o viceversa.

En general, este requisito se considera satisfecho por el cumplimiento de esta Reglamentación y, adicionalmente, por la ubicación de los tableros y las bocas de salida, registro, pase o derivación, a no menos de 50 cm de las bocas de salida o dispositivos de maniobra de las instalaciones de gas.

Para instalaciones de telecomunicaciones, video, etc., pueden necesitarse requisitos especiales de alejamiento o blindaje en función de la compatibilidad electromagnética (CEM) requerida.

771.22: Accesibilidad de los materiales y equipos eléctricos

Todos los materiales eléctricos (por ejemplo cajas, cajas de paso, cajas de derivación, tableros, bandejas portacables, etc.) deben ser dispuestos en forma tal que permitan:

- a) dejar suficiente espacio para realizar la instalación inicial y el reemplazo ulterior de los componentes individuales
- b) la accesibilidad para operación, prueba, inspección, mantenimiento y reparación.



771.23: Inspección y mantenimiento de las instalaciones

Nota: Para efectuar las mediciones y verificaciones exigidas en esta cláusula y en diferentes Capítulos de la Reglamentación se recomienda emplear instrumentos que cumplan con la Norma IEC 61557 "Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c.- Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures".

771.23.1: Conceptos generales

Las instalaciones eléctricas deberán ser objeto de inspecciones previas y una inspección inicial antes de su puesta en servicio o al realizar una modificación, y de inspecciones periódicas en los intervalos establecidos en esta Reglamentación (ver 771.23.4).

Las inspecciones deberán ser realizadas por personal con incumbencias y/o competencias específicas.

Las inspecciones previas y la inicial antes de la puesta en servicio de la instalación, o al realizar una modificación, deberán ser efectuadas por el Director de Obra, Instalador, Certificador o el responsable de la parte eléctrica de la obra, en la medida que posean las competencias o incumbencias específicas en función de la obra a inspeccionar.

Las inspecciones periódicas serán responsabilidad del propietario del inmueble, y deberán ser efectuadas por personal con incumbencias y/o competencias específicas.

La inspección tendrá por objeto controlar que las instalaciones hayan sido efectuadas en concordancia con las prescripciones de la presente Reglamentación y además establecerá las tareas de mantenimiento necesarias.

771.23.2: Inspecciones previas

La autoridad de aplicación determinará la cantidad y oportunidad de las inspecciones previas a realizar en obra. En carácter de recomendación, se sugiere realizar como mínimo las siguientes inspecciones parciales:

1. Cañerías en losas previo al hormigonado, en techos de cobertura liviana, en cielorrasos y en todas aquellas zonas en que se prevea su recubrimiento impidiendo la visualización una vez concluida la obra.
2. Cañerías de bajadas, montantes y tableros en muros de mampostería, hormigón, tabiques livianos, etc.
3. Canalizaciones subterráneas.
4. Ejecución del sistema de puesta a tierra.

771.23.3: Inspección inicial

La inspección inicial, antes de la puesta en servicio, debe comprender las verificaciones detalladas en 771.23.3.1 a 771.23.3.3 inclusive.

771.23.3.1: Inspección visual

- a) Verificación de que los materiales y los componentes empleados cumplen con las normas IRAM o IEC correspondientes, y con la certificación de la conformidad de la fabricación y la marca de seguridad establecidas en las resoluciones oficiales, en los casos que correspondan.
- b) Correcto conexionado de la instalación de puesta a tierra (sistema de puesta a tierra, electrodo o jabalina, conductor de puesta a tierra, barra principal de tierra o barra equipotencial principal).
- c) Existencia en todos los tomacorrientes de la conexión del conductor de protección a su borne de puesta a tierra.
- d) Comprobación en todos los tomacorrientes de la correcta ubicación de los conductores de línea (fase), neutro y protección en los bornes destinados a tal fin.
- e) Operación mecánica correcta de los aparatos de maniobra y protección.
- f) Verificación del funcionamiento mecánico de los interruptores diferenciales mediante la operación del pulsador de prueba (test).
- g) Verificación del funcionamiento de los interruptores diferenciales en la instalación, para lo cual deberá proveerse de un dispositivo que, mediante la inserción de una o varias resistencias de valor adecuado entre el borne de tierra de cada tomacorriente, tablero seccional o equipo fijo y un conductor de línea, haga circular una corriente diferencial igual a la corriente diferencial asignada o ajustada del interruptor diferencial. Las resistencias deberán ser elegidas para poder disipar la potencia requerida durante el ensayo. Se recomienda el empleo de instrumentos que determinen la corriente y tiempo de actuación del dispositivo diferencial.
- h) Acción eficaz de los enclavamientos de los aparatos de maniobra y protección.
- i) Comprobación de la correcta ejecución de las uniones eléctricas de los conductores.
- j) Correspondencia entre los colores de los conductores de línea, neutro y de protección con los establecidos en el código de colores, o de la identificación alfanumérica cuando ésta sea empleada.
- k) Comprobación de la ubicación, características constructivas e inscripciones indicativas del tablero principal y tableros seccionales.

771.23.3.2: Conformidad con el proyecto elaborado

Verificar que la instalación responda a lo indicado en el proyecto elaborado y la memoria técnica, especialmente en lo relacionado con:

- a) Cantidad y destino de los circuitos.
- b) Dimensiones y características de los materiales de las canalizaciones.
- c) Sección de los conductores de línea y del conductor neutro.
- d) Sección del conductor de protección.
- e) Características asignadas o nominales de los aparatos de maniobra, seccionamiento y protección.

771.23.3.3: Mediciones

- a) Continuidad eléctrica de las cañerías, conductos y demás canalizaciones metálicas entre sí y con la barra de tierra del tablero principal y de su conexión a tierra con ohmetro de tensión menor a 12 V.
- b) Continuidad eléctrica de todos los conductores activos, con ohmetro de tensión menor a 12 V.
- c) Continuidad eléctrica del conductor de protección, con ohmetro de tensión menor a 12 V (entre cada tomacorriente y la barra de puesta a tierra).
- d) Resistencia de aislación de la instalación eléctrica.
- e) Resistencia del sistema de puesta a tierra.

771.23.4: Inspección periódica

La inspección periódica deberá comprender las verificaciones señaladas en 771.23.4.1 a 771.23.4.3 inclusive.

771.23.4.1: Inspección visual

- Correcto conexionado de la instalación de puesta a tierra.
- Existencia en todos los tomacorrientes de la conexión del conductor de protección a su borne de puesta a tierra.
- Operación mecánica correcta de los aparatos de maniobra y protección.
- Ensayo de funcionamiento de los interruptores a corriente diferencial de fuga mediante la operación del pulsador de prueba (test).

771.23.4.2: Medición

- Continuidad eléctrica del conductor de protección, con óhmetro de tensión menor a 12 V (entre cada tomacorriente y la barra de puesta a tierra).
- Resistencia de aislación de la instalación eléctrica.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.

771.23.4.3: Frecuencia de las inspecciones

Para las viviendas, oficinas y locales (unitarios), las inspecciones periódicas deberán efectuarse en un plazo máximo de cinco (5) años.

771.23.5: Pruebas

771.23.5.1: Resistencia de aislación

Para la medición de la resistencia de aislación para los sistemas de 400/230 V (380/220 V) debe utilizarse un instrumento de corriente continua de una tensión igual a 500 V o 1000 V.

La medición de la resistencia de aislación debe hacerse desconectando la línea de alimentación, los artefactos y aparatos de consumo, debiendo quedar cerrados todos los aparatos de maniobra y protección.

Se efectuarán las mediciones siguientes:

- 1) Entre conductores de fase.
- 2) Entre conductores de fase unidos entre sí y neutro.
- 3) Entre conductores de fase unidos entre sí y conductor de protección.
- 4) Entre conductor neutro y conductor de protección.

771.23.5.1.1: Valor mínimo de la resistencia de aislación

El valor de la resistencia de aislación mínima será de $1000 \Omega/V$ de tensión aplicada por cada tramo de la instalación de 100 m o fracción.

Nota: Se entiende la tensión aplicada aquella inyectada por el instrumento de medición y no la tensión nominal de la instalación.

La resistencia de aislación medida bajo la tensión de ensayo será considerada satisfactoria, si cada circuito con los aparatos de utilización desconectados, presenta una resistencia de aislación igual o superior al valor indicado en la tabla siguiente.

Tabla 23.I – Resistencia de aislación

Tensión nominal del circuito [V]	Tensión de ensayo en corriente continua [V]	Resistencia de aislación [$M\Omega$]
MBTS MBTF	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V, con excepción del caso anterior	500	$\geq 0,5$
Superior a 500 V	1000	$\geq 1,0$

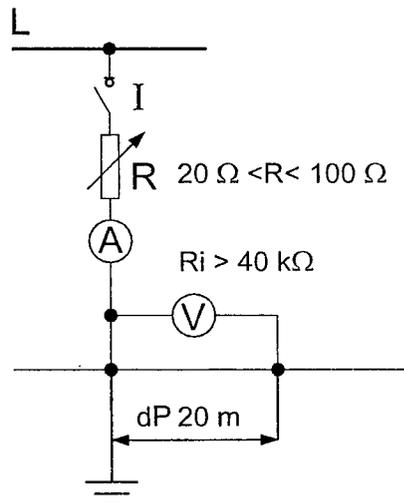
771.23.5.2: Medición de la resistencia de puesta a tierra

La medición de la resistencia de puesta a tierra deberá efectuarse preferentemente aplicando el método del telurímetro. Alternativamente se podrá utilizar el método que se esquematiza en la figura siguiente, empleando una resistencia variable entre 20Ω y 100Ω , un amperímetro, un voltímetro con resistencia interna superior a $40 \text{ k}\Omega$, apto para medir una tensión entre 0 y 5 V, y una sonda enterrada a una profundidad de 0,50 m y a una distancia no menor de 20 m de la puesta a tierra.

El valor de la resistencia de puesta a tierra se obtiene mediante el cociente entre la tensión y la intensidad de corriente, medidas con el voltímetro y el amperímetro respectivamente.

Cuando se aplica este método se debe tener en cuenta que pueden existir tensiones espurias provocadas por corrientes vagabundas en el terreno capaces de alterar la medida.

Por ello, abriendo el interruptor debe verificarse que la lectura del voltímetro sea nula o despreciable. Si no lo es, el método no es aplicable.



771.23.6: Mantenimiento de las instalaciones

Las instalaciones eléctricas deberán ser revisadas periódicamente y mantenidas en buen estado conservando las características originales de cada uno de sus componentes. Todas las anomalías constatadas o potenciales de la instalación, detectables en el material eléctrico y sus accesorios deben ser corregidas mediante su reemplazo o reparación por personal competente.

La reparación debe asegurar el restablecimiento total de las características originales del elemento fallado y de su asociación o coordinación en caso de formar parte de un sistema compuesto por más de un elemento. En el reemplazo de elementos solo se utilizarán aquellos normalizados por IRAM o IEC.

La actuación sin causa conocida de los dispositivos de protección contra cortocircuitos, sobrecargas, contactos directos e indirectos, deberá ser motivo de una detallada revisión de la instalación antes de restablecer el servicio.



ANEXO 771-A (Reglamentario)

Luminarias e instalaciones de iluminación

Nota: Los requisitos de seguridad para luminarias se establecen en IEC 60598 y en las normas IRAM-AADL J 2020 y J 2021.

771-A.1: Requerimientos generales para la instalación

Las luminarias deben ser seleccionadas e instaladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, si existieran y con las normas mencionadas en la nota anterior.

771-A.2: Protección contra los efectos térmicos

1. Para la selección de luminarias en cuanto a los efectos térmicos sobre el entorno, se deben tomar en cuenta las siguientes características:
 - a) la potencia máxima disipada por las lámparas;
 - b) la resistencia al fuego de los materiales adyacentes:
 - en el lugar de la instalación;
 - en las áreas o zonas afectadas térmicamente;
 - c) la distancia mínima entre las luminarias y los materiales combustibles incluyendo aquellos ubicados en el camino del haz de luz emitida por la luminaria o proyector.
2. Dependiendo de la resistencia al fuego de los materiales adyacentes en el lugar de la instalación y en las áreas o zonas afectadas térmicamente, se deberán seguir las instrucciones de instalación del fabricante, si existieran, o en caso contrario considerar para la elección y montaje los datos marcados en las luminarias.

771-A.3: Sistemas de cableado

- o Cuando se instala una luminaria suspendida, los accesorios de fijación 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 sollicitaciones de torsión y tensión excesivas de forma tal que no se vean afectados los conductores, ni los terminales, bornes o uniones.
- o Cuando los cables y/o conductores aislados son tendidos dentro de la luminaria por el instalador se deben seleccionar los cables y/o conductores aislados adecuados, como se indica en el párrafo siguiente.
- o Los cables y conductores serán seleccionados en concordancia con la marcación de la temperatura de funcionamiento de la luminaria, si dicha marca existe, como sigue:
 - para luminarias que cumplen con IEC 60598 o con las normas IRAM-AADL J 2020 y J 2021 pero no tienen marcada la temperatura de funcionamiento no se requieren cables de alta temperatura o resistentes al calor;
 - para luminarias que cumplen con IEC 60598 o con las normas IRAM-AADL J 2020 y J 2021 y tienen marcada la temperatura de funcionamiento, se deben emplear cables de alta temperatura o resistentes al calor, adecuados a la temperatura marcada;
 - si no se posee información, se deberán emplear cables y/o conductores de alta temperatura o resistentes al calor, aislados en goma siliconada, en concordancia con IEC 60245-3, o un tipo de cable equivalente.

771-A.4: Equipos auxiliares

En el caso de luminarias que se monten embutidas en cielos rasos suspendidos, los equipos auxiliares, como balastos, ignitores, capacitores, 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 del 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 cieloraso.

En el caso que se alimenten varias lámparas reflectoras halógenas dicróicas o lámparas bi-pin u otros tipos de lámpara, con MBT, (por ejemplo 12 V) a través de un transformador reductor que alimente 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.



771-A.5: Efecto estroboscópico

En el caso de iluminación de locales donde funcionan máquinas con partes en movimiento giratorio, se debe tener 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 desde distintas fases, en casos de instalaciones trifásicas, u otros métodos de eliminación del efecto estroboscópico).

771-A.6: Cordones o cables para conexión de luminarias

Cuando se prevea que las luminarias, sean embutidas o aplicadas (plafón), deberán ser desmontadas para facilitar las tareas de limpieza y mantenimiento eléctrico, o por otras razones, se permitirá instalar un cable flexible con envoltura (normas IRAM 2158, 2188, 2178 ó 62266) de sección adecuada a la corriente de la luminaria y como mínimo de $1,5 \text{ mm}^2$ de cobre. Se recomienda que la longitud del cable flexible no supere los 5 m.

Si la temperatura de la luminaria lo exige deberá emplearse un cable flexible con envoltura, pero aislado con goma siliconada, adecuado para altas temperaturas, con las mismas consideraciones hechas antes para la determinación de la sección.

Cuando se requiera alimentar una luminaria con aislación Clase II, en cuyo caso la alimentación no requiere del conductor de protección, el cordón deberá ser bipolar con ficha de dos polos sin puesta a tierra.

Cuando se requiera alimentar una luminaria con aislación Clase I, la alimentación requiere del conductor de protección, por lo que el cordón deberá ser tripolar con ficha de dos polos más borne de tierra. En todos los casos las luminarias deben conectarse a tierra.

ANEXO 771-B (Reglamentario)

Requisitos suplementarios para instalaciones en lugares y locales especiales

Nota: Las cláusulas siguientes se aplican a todas las instalaciones y equipamientos situados en lugares especiales ya sean instalaciones permanentes, temporarias, portátiles, transportables o móviles y en instalaciones con tensiones de hasta 1 kV ca o 1,5 kV cc.

771-B.1: Canalizaciones e instalaciones en locales húmedos

Los locales húmedos son aquellos locales donde las instalaciones eléctricas están sometidas en forma permanente a los efectos de la condensación de la humedad ambiente con formación de gotas (ver definición en la nota de la subcláusula 771.18.2).

Las cañerías, accesorios, soportes y las cajas serán preferentemente de material aislante y en caso de ser metálicas deberán estar protegidas contra la corrosión (caños galvanizados por inmersión en caliente, caños de acero inoxidable o cualquier otra canalización adecuadamente protegida contra la corrosión). No se permite el empleo de los caños construidos según IRAM IAS U 500 2005 o IRAM IAS U 500 2224 esmaltados en lugares húmedos a la vista.

Las cañerías a la vista y los tableros deberán estar separados una distancia mínima de 0,01 m de la pared.

Los interruptores, tomacorrientes, luminarias y en general todos los elementos de la instalación deberán tener un grado de protección mínimo IPX1.

Los gabinetes de los tableros, las cajas de derivación, de tomacorrientes, de interruptores de efecto, etc. se deberán sellar adecuadamente.

Los motores eléctricos tendrán un grado de protección mínimo IPX1.

771-B.2: Canalizaciones e instalaciones en locales mojados

Los locales mojados son aquellos donde las instalaciones eléctricas están expuestas en forma permanente o intermitente a la acción directa del agua proveniente de salpicaduras y proyecciones (ver definición en la nota de la subcláusula 771.18.2).

Nota: Se considera que estas instalaciones no estarán expuestas a los chorros de agua con presión suficiente como para producir un caudal mínimo de 12,5 l/min (IPX5) ni a chorros de agua o proyecciones con presión suficiente como para producir un caudal mínimo de 100 l/min (IPX6).

Las instalaciones subterráneas, si son accesibles, deberán considerarse como lugares mojados.

Para estos locales rigen, además de los requisitos establecidos para locales húmedos, las prescripciones establecidas en la presente subcláusula.

Las cañerías deberán vincularse a las cajas mediante roscas selladas o mediante algún otro sistema que garantice a la instalación una estanqueidad o grado de protección mínimo IP54.

Los aparatos de maniobra y protección y tomacorrientes deberán colocarse con preferencia fuera de estos locales. Cuando esto no sea posible por razones físicas u operativas o por cualquier otra causa, los elementos citados deberán tener como mínimo un grado de protección IPX4, o bien se instalarán en cajas o gabinetes que les proporcionen una protección equivalente.

Las luminarias, motores y aparatos eléctricos deberán tener un grado de protección mínimo IPX4.

Cuando se prevea efectuar lavados con chorros de agua con presión como para producir un caudal mínimo de 12,5 l/min deberá establecerse para la instalación en su conjunto un grado de protección mínimo IPX5.

Cuando los chorros de agua o proyecciones se realicen con presión como para producir un caudal mínimo de 100 l/min el grado de protección mínimo de la instalación deberá ser IPX6.

771-B.3: Canalizaciones e instalaciones a la intemperie

Para estas instalaciones rigen los requisitos establecidos para las instalaciones en locales húmedos, aumentando el nivel de protección de los elementos que lo componen a IP54. Las cañerías deberán vincularse a las cajas mediante roscas selladas o mediante algún otro sistema que garantice a la instalación una estanqueidad o grado de protección mínimo IP54.



Deberán considerarse los efectos del viento, de la vegetación y de los animales sobre los equipos e instalaciones eléctricas.

Cuando se prevea efectuar lavados con chorros de agua con presión como para producir un caudal mínimo de 12,5 l/min deberá establecerse para la instalación en su conjunto un grado de protección mínimo IPX5.

Cuando los chorros de agua o proyecciones se realicen con presión como para producir un caudal mínimo de 100 l/min el grado de protección mínimo de la instalación deberá ser IPX6.

771-B.4: Canalizaciones e instalaciones en locales con riesgo de corrosión

Los locales o lugares con riesgo de corrosión son aquellos en los que existan líquidos, vapores o gases corrosivos que puedan atacar a los materiales, componentes y equipos empleados en la instalación eléctrica.

Estos locales deberán cumplir con las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados.

Las cajas, canalizaciones y equipos se protegerán con un revestimiento resistente a la acción de dichos líquidos, gases y vapores corrosivos.

Preferentemente los dispositivos de maniobra y protección deberán colocarse fuera de estos locales; los que deban necesariamente instalarse en su interior se alojarán en cajas especiales a prueba de corrosión y con un grado de estanqueidad no inferior al IP65.

Las luminarias deberán tener también como mínimo un grado de protección IP65 y estar construidas con materiales resistentes a la corrosión.

771-B.5: Canalizaciones e instalaciones en lugares o locales con riesgo de explosión (lugares o locales BE3)

Nota: En el futuro estas instalaciones se tratarán en la Sección 760 de la Parte 7 de esta Reglamentación.

La presente cláusula tiene por objeto establecer las reglas esenciales para el proyecto, selección de materiales, ejecución, operación, verificación y mantenimiento en áreas o lugares en los que existe riesgo de explosión o de incendio debido a la presencia de sustancias inflamables, para que dichas instalaciones y sus equipos y materiales no puedan ser, dentro de ciertos límites considerados como razonables, la causa de inflamación de dichas sustancias.

Para establecer los requisitos que deben cumplir los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en lugares o locales con atmósferas potencialmente explosivas, estos lugares o locales se agrupan en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable, denominadas como Clase I si el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas y como Clase II si el riesgo es debido a polvo.

En las anteriores clases se establece una subdivisión en zonas según la probabilidad de presencia de la atmósfera potencialmente explosiva.

Se consideran áreas potencialmente explosivas aquellos lugares en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias, sólidas, líquidas o gaseosas, susceptibles de inflamarse, deflagrar o explosionar, siendo sostenida la reacción por el aporte de oxígeno procedente del aire ambiente en que se encuentran.

Debido a que serán objeto de Reglamentaciones específicas no se consideran incluidas en esta Sección de la Reglamentación las instalaciones eléctricas siguientes:

- a) Instalaciones eléctricas en minas susceptibles de contener gas grisú (se podrá aplicar a las minas donde se puedan formar atmósferas explosivas gaseosas no provenientes del gas grisú y a las instalaciones eléctricas en la superficie de las minas);
- b) Situaciones intrínsecamente explosivas como por ejemplo la fabricación y procesamiento de explosivos.

Estas prescripciones podrán emplearse en las salas de uso médico tratadas en la Sección 710 de esta Reglamentación, con las restricciones que allí se indican.

En esta Reglamentación sólo se consideran los riesgos asociados a la coexistencia en el espacio y tiempo de equipos e instalaciones eléctricas con atmósferas explosivas.

Para otras eventuales fuentes de ignición se aplicará lo dispuesto en otras disposiciones Nacionales, Provinciales o Municipales, como por ejemplo la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 y sus decretos Reglamentarios N° 351/79 y 911/96.



Las instalaciones y equipos eléctricos en lugares en los que haya riesgo por la presencia simultánea de gases y polvos inflamables cumplirán los requisitos particulares de cada caso.

Además de la situación anterior, así como en atmósferas enriquecidas en oxígeno, se pueden requerir medidas especiales en relación con lo aquí reglamentado; estas medidas se justificarán en el proyecto de la instalación.

Los lugares o locales con riesgo de explosión se agrupan de la siguiente manera:

Clase I: Comprende los lugares o locales en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

Clase II: Comprende los lugares o locales en los que hay o puede haber polvo inflamable.

Los lugares o locales de Clase I se clasifican como sigue:

Zona 0: lugar en donde una atmósfera explosiva, que consiste en una mezcla de aire con sustancias inflamables en la forma de gas, vapor o niebla, está presente de manera permanente, por largos períodos o frecuentemente [VEI 426-03-03, modificada].

Zona 1: lugar en donde es probable que exista, en operación normal y de manera ocasional una atmósfera explosiva, formada por una mezcla de aire con sustancias inflamables en la forma de gas, vapor o niebla, [VEI 426-03-04, modificada].

Zona 2: lugar en donde no es probable que exista, en operación normal, una atmósfera explosiva, formada por una mezcla de aire con sustancias inflamables en la forma de gas, vapor o niebla, pero que de ocurrir persistirá sólo por un breve lapso [VEI 426-03-05, modificada].

En IEC 60079-10 se prescriben reglas precisas para establecer zonas en emplazamientos de Clase I.

Los lugares o locales de Clase II se clasifican como sigue:

Zona 20: lugar en el que una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire, está presente de forma permanente, o por largos períodos o frecuentemente.

Las capas en sí mismas no constituyen una zona 20. En general estas condiciones se dan en el interior de conducciones, recipientes, etc. Los lugares en los que hay capas de polvo pero no hay nubes de forma continua o durante largos períodos, no entran en este concepto.

Zona 21: Lugares en los que cabe contar con la formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire.

Esta zona puede incluir entre otros, los lugares en la inmediata vecindad de, por ejemplo, lugares de vaciado o llenado de polvo.

Zona 22: Lugares en los que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de una atmósfera explosiva peligrosa en forma de nube de polvo inflamable en el aire o en la que, en caso de formarse dicha atmósfera explosiva, sólo subsiste por un breve lapso.

Esta zona puede incluir, entre otros, entornos próximos de sistemas que contengan polvo, en los que puede haber fugas que formen depósitos de polvo.

En IEC 61241-10 se prescriben reglas para establecer zonas en lugares de Clase II.

Para desarrollar el proyecto y las instalaciones en las áreas peligrosas se deberán tener en cuenta:

a) riesgo debido a los vapores y gases explosivos

a1) La clasificación de los lugares peligrosos, que tiene como objetivo clasificar las áreas peligrosas en las cuales puede aparecer riesgo debido a los vapores y gases explosivos, con el fin de permitir la adecuada selección e instalación de aparatos para ser empleados en tales áreas peligrosas. Como se dijo dicha clasificación debe efectuarse según IEC 60079-10.

a2) La instalación eléctrica en las áreas peligrosas clasificadas debe ser realizada según IEC 60079-14. Allí se encuentran los requerimientos específicos para el proyecto, selección y ejecución de instalaciones eléctricas en atmósferas gaseosas explosivas. Estas medidas se agregan a las medidas a emplear en las instalaciones eléctricas en áreas no peligrosas, desarrolladas en las Partes 1 a 6 y en las diferentes secciones de la Parte 7 de esta Reglamentación.

a3) La verificación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en ambientes explosivos debe ser realizada según IEC 60079-17 y sólo cubre las tareas de verificación y mantenimiento dentro de los lugares peligrosos. No se aplica a las instalaciones eléctricas convencionales ni se aplica a los ensayos y certificación de los materiales eléctricos. No obstante se deben tener en cuenta también las indicaciones de verificación, en lo que corresponda, dadas en 771.23 y en la Parte 6 de AEA 90364.



b) riesgo debido a polvos combustibles o explosivos

b1) La clasificación de áreas donde puede estar presente polvo combustible se debe realizar, como se dijo, según IEC 61241-10. Allí se trata de la clasificación de áreas donde pueden existir capas de polvos combustibles o mezclas explosivas de polvo/aire, con el fin de permitir la adecuada selección de equipos y materiales para emplear en tales áreas. Esto podrá también aplicarse en los casos en que fibras o partículas volátiles combustibles sean causa de peligro.

b2) Las instalaciones eléctricas en las áreas peligrosas donde pueden existir capas de polvos combustibles o mezclas explosivas de polvo/aire, se deberán efectuar según IEC 61241-14. Allí se dan los requerimientos específicos para el proyecto, selección y ejecución de instalaciones eléctricas en esas áreas clasificadas.

También se dan prescripciones generales, adicionales a los requisitos básicos de seguridad, para la selección de aparatos e instrumentos y equipos asociados y para la instalación de materiales eléctricos, para obtener seguridad en áreas donde pueden estar presentes polvos combustibles, en cantidad que permitan alcanzar peligro de fuego o explosión. Se aplica también a la instalación de equipos eléctricos en atmósferas que pueden contener tanto gases como polvos explosivos, cuando simultáneamente o separadamente, requieran medidas de protección adicionales.

Estas prescripciones se agregan a las medidas a emplear en las instalaciones eléctricas en áreas no peligrosas, desarrolladas en las Partes 1 a 6 y en las diferentes secciones de la Parte 7 de esta Reglamentación.

b3) La verificación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en áreas donde pueden estar presentes polvos combustibles en cantidad que permitan alcanzar peligro de fuego o explosión, se deberán realizar según IEC 61241-17 y sólo cubre las tareas de verificación y mantenimiento dentro de lugares peligrosos. No se aplica a las instalaciones eléctricas convencionales ni se aplica a los ensayos y certificación de los materiales eléctricos. No obstante se deben tener en cuenta también las indicaciones de verificación, en lo que corresponda, dadas en 771.23 y en la Parte 6 de AEA 90364.

771-B.6: Instalaciones en locales donde existen baterías de acumuladores

Nota: Adicionalmente a lo indicado en esta cláusula, se deberá tener en cuenta lo establecido en la Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19587 y en sus decretos reglamentarios.

771-B.6.1: Definiciones

Acumulador eléctrico o batería (VEI 486-01-01)

Sistema electroquímico capaz de almacenar en forma química la energía eléctrica recibida y capaz de devolverla por una conversión o transformación inversa.

Elemento (de un acumulador) o elemento (recargable) o celda (recargable) (VEI 486-01-02)

Conjunto de electrodos y electrolitos que constituyen la unidad básica de una batería de acumuladores.

Batería (de acumuladores) o batería (recargable) (VEI 486-01-03)

Dos o más elementos de acumuladores conectados entre sí y utilizados como fuente de energía eléctrica.

Batería o acumulador de plomo ácido (VEI 486-01-04)

Batería en la cual los electrodos están construidos en base a plomo y el electrolito está constituido por una solución de ácido sulfúrico.

Batería alcalina o acumulador alcalino (VEI 486-01-05)

Batería en la cual el electrolito está constituido por una solución alcalina.

Batería de níquel-cadmio (VEI 486-01-07)

Batería alcalina en la cual el material positivo está construido en base a níquel y el material negativo en base a cadmio.



Carga de una batería (VEI 486-01-11)

Es una operación durante la cual una batería recibe energía, desde un circuito eléctrico externo, que es convertida o transformada en energía química.

Descarga de una batería (VEI 486-01-12)

Es una operación durante la cual una batería entrega corriente eléctrica a un circuito exterior mediante la conversión o transformación de energía química en energía eléctrica.

771-B.6.2: Generalidades

Los locales en los que deban disponerse baterías o acumuladores en los que exista la posibilidad de desprendimiento de gases o vapores o derrame de electrolitos, se considerarán como lugares o locales con riesgo de corrosión.

Las instalaciones eléctricas en los locales donde existen baterías les deberán cumplir, además de las prescripciones establecidas para los locales con vapores corrosivos (ver 771-B.4), las siguientes:

- a. Los materiales y equipos eléctricos utilizados estarán protegidos contra los efectos de los electrolitos y de los vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- b. En los locales se deberán disponer sistemas de ventilación natural o forzada que garanticen una eficiente y rápida renovación del aire. Los gases y vapores evacuados no deberán penetrar en los locales contiguos.
- c. La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.
- d. Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente una aislación suficiente entre partes con tensión y tierra, se deberán instalar con una aislación suplementaria. Esta aislación no deberá ser afectada por la humedad.
- e. Las baterías estarán dispuestas de manera que pueda realizarse fácilmente el mantenimiento y el reemplazo de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán un ancho mínimo de 0,8 metros.
- f. 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, tanto el suelo de los pasillos de servicio como las paredes hasta 1,8 m de altura serán eléctricamente aislantes.
- g. Si existen partes desnudas bajo tensión (barras, bornes, etc.), y si entre ellas existen tensiones superiores a 75 V en corriente continua, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

771-B.7: Instalaciones en lugares de construcción, obras, demoliciones, obradores y lugares análogos

Nota: En el futuro estas instalaciones se tratarán en la Sección 704 de la Parte 7 de esta Reglamentación.

771-B.7.1: Instalaciones en obras

771-B.7.1.1: Objeto y campo de aplicación

771-B.7.1.1.1: Los requisitos especiales de esta sección se aplican a las instalaciones eléctricas temporales destinadas a:

- la construcción de nuevos edificios;
- los trabajos de reparación, modificación, extensión o demolición de edificios existentes;
- los trabajos de ingeniería civil;
- los trabajos de excavación;

y trabajos análogos.

Las partes de edificios que sufren transformaciones estructurales tales como ampliaciones, reparaciones importantes o demoliciones, se consideran como obras mientras se realizan los trabajos correspondientes, en la medida en que esos trabajos necesitan la realización de una instalación eléctrica temporaria.

Las reglas de esta cláusula no se aplican a las instalaciones contempladas en IEC 60621 [Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open-cast mines and quarries)], ni a otras instalaciones que incluyen equipos de naturaleza análoga a los utilizados en las minas a cielo abierto.



Tampoco se aplican las reglas de esta cláusula a los locales de servicios de los obradores (por ejemplo, oficinas, vestuarios, salas de reunión, comedores, restaurantes, dormitorios, baños) a los que se aplican las reglas prescriptas en la Sección 701 y en las cláusulas generales de esta Sección 771.

Nota: En condiciones especiales se aplican requisitos más severos; por ejemplo, la Sección 706 (en estudio) trata de las instalaciones en los recintos conductores de dimensiones reducidas.

771-B.7.1.1.2: En los lugares de construcción, motivo de esta cláusula, las instalaciones fijas están limitadas al tablero principal que comprende el interruptor principal y los dispositivos de maniobra y protección de los circuitos seccionales o terminales.

Nota: Los lugares en los que se sitúan tales tableros se consideran la interfaz entre el sistema de alimentación y la instalación de la obra.

Las instalaciones aguas abajo del tablero principal son consideradas como instalaciones eléctricas móviles y que comprenden equipos eléctricos móviles y transportables, con excepción de las instalaciones proyectadas como fijas de acuerdo con las cláusulas generales de esta Reglamentación o de acuerdo con el Capítulo 52 de la Parte 5 de AEA 90364.

771-B.7.2: Alimentación

771-B.7.2.1: Todos los equipos deben poder ser identificados de forma tal de conocer sin errores cuál es la fuente que los alimenta y sus componentes sólo deberán ser conectados a una fuente de alimentación, salvo los circuitos de alimentación de reserva (reemplazo) y los circuitos de control o señalización.

Una misma obra puede estar alimentada por varias fuentes, incluidos los generadores fijos o móviles, pero las instalaciones deben ser proyectadas y ejecutadas de forma tal que las diferentes alimentaciones sean conectadas mediante dispositivos diseñados de forma que impidan la interconexión entre ellas.

Teniendo en cuenta las condiciones particulares de los obradores y de las obras en construcción se debe instalar un sistema de iluminación de emergencia que permita tomar las medidas de seguridad en los momentos en que falle el sistema de iluminación normal. Además el sistema de iluminación de emergencia deberá ser tal que permita la colocación y observación de los carteles de advertencia.

Asimismo es conveniente prever iluminación de emergencia para la evacuación de las personas y en las zonas particularmente oscuras de los obradores y de las obras, como por ejemplo en las partes internas de los edificios muy altos o en las zonas destinadas a estacionamiento subterráneo, con el objetivo de indicar las vías de salida en el caso que quede fuera de servicio la iluminación normal.

La iluminación de emergencia deberá ser instalada en posiciones fijas y la alternativa más aconsejable es la instalación de equipos autónomos que cumplan con IEC 60598-2-22, con una duración no inferior a 1 h.

Podrán emplearse también:

- a. Instalaciones alimentadas por baterías de acumuladores con una duración de al menos 1 h.
- b. Luminarias con lámparas que funcionen a pilas o con baterías durante como mínimo 1 h y sólo cuando estén involucradas un pequeño número de personas.
- c. Grupos electrógenos que suministren automáticamente energía a los circuitos de iluminación de emergencia dentro de los 15 s.

771-B.7.3: Protección contra choques eléctricos

Para la protección contra los choques eléctricos se deberá tener en cuenta lo siguiente:

a) Tal como se indica en 771.18.3.3 y en 771.18.3.4 no se permite la protección contra contactos directos por puesta fuera del alcance por alejamiento ni por medio de obstáculos

b) Para la protección contra los contactos indirectos: En las alimentaciones en BT desde la red pública se debe emplear el esquema TT. En caso que se disponga de generación propia o se compre energía en MT, siendo en ese caso el transformador MT/BT de propiedad del responsable de la obra, el esquema podrá ser también TN-S.

El esquema de conexión a tierra IT sólo se permite en casos particulares perfectamente determinados, cuando sea necesario evitar la interrupción de la alimentación a la primera falla, y en ese caso, solamente para una parte de la instalación y siempre que se acredite la presencia permanente de personal calificado BA5. En esta situación deberá instalarse un controlador permanente de aislación.

Los circuitos de iluminación, los circuitos que alimentan tomacorrientes, tableros que contienen tomacorrientes y los equipos eléctricos portátiles conectados de forma permanente, de corriente asignada inferior o igual a 32 A, deben estar protegidos por dispositivos diferenciales de corriente diferencial asignada no superior a 30 mA como protección complementaria contra los contactos directos, o alimentados con muy baja tensión sin puesta a tierra (MBTS), o protegidos por separación eléctrica de los circuitos.



En este último caso cada tomacorriente o cada equipo portátil deberá ser alimentado en forma dedicada por un transformador de aislación individual que cumpla con IEC 61558-2-4.

Los circuitos que alimentan tomacorrientes, tableros que contienen tomacorrientes y los equipos eléctricos portátiles conectados de forma permanente, ambos de corriente asignada mayor de 32 A, deberán también ser protegidos contra los riesgos de choques eléctricos tal como se indicó en el párrafo anterior. Se podrán exceptuar del empleo de la protección diferencial de $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ (protección complementaria contra los contactos directos) aquellas canalizaciones y/o alimentaciones conectadas a través de tomacorrientes de más de 32 A, que adopten una posición fija y segura y no expuestas al daño mecánico ni al agua o a la abrasión (por ejemplo no expuestas sobre el piso por donde transitan personas o equipos). Cuando estas alimentaciones empleen la protección por desconexión automática de la alimentación para la protección contra los contactos indirectos de los equipos conectados a tomacorrientes de más de 32 A, se podrán emplear dispositivos diferenciales con una corriente diferencial $I_{\Delta n} \leq 500 \text{ mA}$.

771-B.7.4: Elección e instalación de los materiales y equipos

Todos los tableros para distribución de electricidad empleados en las obras deben cumplir con los requisitos de IEC 60439-4, que en su Parte 4 establece los ensayos que deben cumplir los Tableros para Obras (TpO), con las siguientes consideraciones: los que sean previstos para su empleo en el interior deberán ser como mínimo IP44 y los que sean previstos para ser empleados a la intemperie deberán ser como mínimo IP45.

Nota: Los tomacorrientes y sus correspondientes fichas deberán cumplir con la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Los tomacorrientes de 10 y 20 A que responden a la Norma IRAM 2301, no son recomendables en este tipo de utilización.

Todos los equipos fijos y los materiales de la instalación (tales como los conjuntos de prolongación ficha-toma corriente), deberán tener como mínimo un grado de protección IP44, salvo aquellos previstos para ser empleados a la intemperie, que deberán tener un grado de protección IP45 como mínimo.

Los otros materiales y equipos deberán tener un grado de protección adecuado a las influencias externas. Salvo indicación en contrario, las condiciones mínimas de influencias externas que se deben considerar son las siguientes:

AA	Temperatura ambiente	-5°C, +40°C	AA4
AD	Presencia de agua	Proyecciones de agua (salpicaduras)	AD4
AE	Presencia de cuerpos sólidos extraños	Muy pequeños	AE3
AG	Choques mecánicos	Alta severidad	AG3
AH	Vibraciones	Severidad media	AH2
BA	Capacidad o competencia de las personas	-en general, comunes -instruidas -calificadas para las maniobras de operación	BA1 BA4 BA5
BC	Contacto de las personas con el potencial de tierra	-frecuente -continuo en lugares conductores pequeños (tanques, alcantarillas vacías, galerías técnicas, túneles de cables)	BC3 BC4

771-B.7.4.1: Canalizaciones

Las canalizaciones, los conductores y los cables deberán ser instalados de forma tal que no se ejerza sobre las conexiones ningún esfuerzo perjudicial, a menos que ellos estén diseñados para este propósito.

Para evitar daños, los cables no deberán estar tendidos en pasos para peatones o vehículos. Si tal tendido es necesario debe disponerse una protección especial contra los daños mecánicos y contra las colisiones con maquinaria o vehículos de obra o contra contactos con elementos de la construcción.

Para el tendido de los cables enterrados se deberá cumplir con lo indicado en las cláusulas generales de esta Sección 771.

El grado de protección mínimo suministrado por las canalizaciones será el siguiente:

Para caños, según IEC 61386-1 o Norma IRAM 62386-1 (actualmente en estudio):

- - Resistencia a la compresión "Muy Fuerte"
- - Resistencia al impacto "Muy Fuerte"

Para otros tipos de canalización:

- - Resistencia a la compresión "Muy Fuerte" y resistencia al impacto "Muy Fuerte".



Los cables flexibles serán de tensión asignada mínima 450/750V, con cubierta de policloropreno y aislación de goma natural o SBR (denominados por CENELEC H07 RN-F) o cables equivalentes resistentes a la abrasión y al agua. Deberán responder a IEC 60245-4 (capítulos 5 y 6) o a la Norma IRAM NM 287-4 (en estudio). En determinadas circunstancias de baja abrasión y poca movilidad, se podrán considerar aptos los cables que responden a la Norma IRAM 2178 con formación clase 4 o clase 5 (flexibles) aislados para 1,1 kV.

Para estas aplicaciones no se permite el empleo de los cables que responden a la Norma IRAM NM 247-5 ni a la Norma IRAM 2188 (ambos conocidos como cables tipo "taller").

771-B.7.4.2: Dispositivos de maniobra, de protección y de seccionamiento

En el origen de cada instalación de obra se debe instalar un tablero principal, cuya envolvente debe ser una envolvente normalizada y certificada de material aislante que cumpla con las condiciones constructivas y de instalación de la doble aislación, que deberá estar vinculada al medidor de energía por una canalización de doble aislación, y que deberá incluir el interruptor automático principal, bipolar para instalación monofásica y tetrapolar para instalaciones trifásicas, con protección contra sobrecargas y cortocircuitos en todos los polos, la protección diferencial si corresponde y los dispositivos de protección de tableros seccionales o circuitos terminales, que permitan proteger, maniobrar y seccionar cada circuito incluyendo la alimentación.

No se deben emplear fusibles para la protección de circuitos seccionales ni terminales ni como componentes del dispositivo principal de maniobra y protección.

Si la instalación tiene más de una alimentación, se debe instalar un interruptor automático principal con protección contra sobrecargas y cortocircuitos en todos los polos, para cada alimentación.

Cada tablero seccional o de distribución debe incorporar un dispositivo de corte multipolar en carga, para la maniobra y el seccionamiento de la alimentación entrante (dispositivo de cabecera).

En todos las máquinas o equipos eléctricos se deben prever dispositivos de interrupción para el corte de emergencia o de urgencia de la alimentación que permitan desconectar todos los conductores activos (incluido el neutro) para suprimir un peligro.

Los dispositivos de seccionamiento y de protección de los circuitos de distribución o seccionales pueden ser instalados en el tablero principal o en tableros seccionales separados del tablero principal.

Los dispositivos de seccionamiento de las alimentaciones de energía deben ser adecuados para permitir asegurar el bloqueo en posición abierta (por ejemplo, por enclavamiento o disposición en el interior de una envolvente cerrada).

Todo circuito que alimente una máquina o equipo eléctrico debe alimentarse desde un tablero de distribución o seccional que incluya:

- interruptores automáticos con protección contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos);
- dispositivos diferenciales que proporcionen protección contra los contactos indirectos;
- bases tomacorrientes, si se necesitan.

Las alimentaciones de seguridad y de reserva (reemplazo) deben conectarse por medio de dispositivos dispuestos de modo que impidan toda interconexión de las distintas alimentaciones

771-B.7.4.3: Fichas y tomacorrientes

Los tomacorrientes deben ser instalados:

- bien dentro de los tableros; o
- en el exterior de dichos tableros, pero sobre las paredes de los mismos.

771-B.8: Instalaciones de iluminación exterior

Nota: Esta cláusula será reemplazada en el futuro por la Sección 714 "Instalaciones de iluminación exterior" actualmente en estudio.

771-B.8.1: Alcance, objetivo y generalidades

Los requisitos particulares de esta cláusula se aplican a las instalaciones fijas de iluminación exterior dentro de los inmuebles o, estando fuera de los inmuebles, comandadas y protegidas desde dentro de los inmuebles.

El alumbrado exterior comprende las luminarias, las canalizaciones, el cableado, los accesorios y los soportes en el exterior de los edificios y los aparatos de maniobra, protección y comando funcional afectados a la iluminación exterior.



Nota 1: Para este anexo, se entienden como "soporte" todos aquellos elementos destinados a soportar las luminarias, tales como las columnas de acero, las columnas metálicas en general, las de hormigón armado y los brazos metálicos entre otros. Los brazos son soportes formados generalmente por caños doblados que se emplean para ser fijados a paredes o postes y soportar luminarias. No obstante, siempre que se hable de columnas, se estará haciendo referencia a columnas metálicas. La referencia a columnas de hormigón armado se hace en forma específica.

Nota 2: Para que un soporte pueda ser considerado de doble aislación, dicha doble aislación deberá estar certificada por el fabricante o verificada en obra por medición.

Los circuitos que alimentan la iluminación exterior pueden ser operados y protegidos desde tableros ubicados en el interior de los edificios o desde tableros ubicados en el exterior de los mismos.

Los inmuebles para vivienda, considerados para esta reglamentación como BA1 y BA2, y los de oficinas, que no sean operados y mantenidos por personal BA4 o BA5, considerados por ello para esta reglamentación como BA1, sólo podrán emplear circuitos de iluminación exterior monofásicos (IUE).

Los locales o lugares con iluminación exterior, operados y mantenidos por personal BA4 o BA5 podrán emplear circuitos de iluminación monofásicos (IUE), circuitos de iluminación trifásica específica (ITE) u otros circuitos específicos (OCE).

Una luminaria es, según 1.2.1 de la Norma IEC 60598 el "aparato que distribuye, filtra o transforma la luz producida por una o más lámparas y que incluye todas las partes necesarias para sostener, fijar y proteger las lámparas, con exclusión de las propias lámparas, y, cuando sea necesario, los circuitos auxiliares junto con sus medios de conexión a la alimentación".

Los requisitos de esta cláusula se aplican especialmente a:

a) las instalaciones de iluminación, por ejemplo, para calles internas de inmuebles, sus parques y jardines, playas de estacionamiento, áreas deportivas, dentro de todo predio público o privado no alimentado desde la red de alumbrado público.

b) las instalaciones de iluminación, por ejemplo, las plazas, lugares públicos, la iluminación de monumentos y cualquier instalación de iluminación exterior dentro de todo predio público o privado no alimentado desde la red de alumbrado público.

c) las instalaciones de iluminación en lugares tales como cabinas telefónicas, paradas de ómnibus, colectivos, autobús o taxis, paneles publicitarios, planos de ciudad, señales de denominación de calles.

No se aplica a la iluminación de las vías públicas tales como autopistas, carreteras, caminos, calles, ni a los sistemas de señalización vial, que son consideradas instalaciones de alumbrado público, ni al balizamiento de aeropuertos o pistas de aterrizaje.

Para las instalaciones de iluminación de piscinas y fuentes ornamentales, véase la Sección 702 de esta Reglamentación.

Para las luminarias fijadas y/o ubicadas sobre las paredes exteriores de los edificios y que se alimentan directamente desde estos inmuebles (por ejemplo iluminación de contorno, semáforos y balizamiento), se aplican las prescripciones generales de esta Sección 771 y cuando correspondan, las de las partes 1 a 6 de esta Reglamentación.

Las luminarias utilizadas en los sistemas de iluminación exterior deberán ser normalizadas y certificadas y deberán cumplir con las Normas IRAM-AADL o con IEC 60598.

771-B.8.2: Protección contra los choques eléctricos

771-B.8.2.1: Protección contra los contactos directos

Todas las partes activas, incluido el neutro, de los equipos eléctricos deben estar protegidas de los contactos directos fortuitos o no, por medio de aislación básica, por medio de barreras o por medio de envolventes. Tal como se indica en 771.18.3.3 y en 771.18.3.4 no se permite la protección contra contactos directos por puesta fuera del alcance por alejamiento ni por medio de obstáculos.

Las puertas que dan acceso a los equipos eléctricos (en tableros ubicados a la intemperie, soportes de luminarias o en las luminarias mismas) y situadas a menos de 2,50 m de altura por encima del solado, deben cerrarse con una llave especial o una herramienta. Además, cuando la puerta esté abierta debe asegurarse una protección contra contactos directos, ya sea:

- a) por medio de equipos que posean por construcción o por instalación como mínimo, el grado de protección IP2X o IPXXB, o
- b) por medio de una envolvente o interponiendo una barrera, de tal forma que cualquiera sea el método, se asegure el mismo grado de protección.

Cuando los tableros sean atendidos por personal BA4 o BA5 y estén ubicados en interiores, podrán tener solamente puerta y deben poder cerrarse por medio de una llave especial o por medio de una herramienta.



Para las luminarias situadas a una altura inferior a 3 m por encima del solado, sólo debe ser posible el acceso a la fuente luminosa luego del desplazamiento de una barrera o envoltente que requiera el uso de una herramienta. En el caso de iluminación exterior mediante columnas o soportes verticales, en los que para acceder al tablero ubicado en el interior de los soportes se requiere la apertura de una puerta o tapa ubicada en el exterior de la columna, dicha puerta o tapa deberá poseer como mínimo, por construcción o por instalación, un grado de protección IP55. La arista o borde inferior de dicha puerta (y del tablero) deberá estar como mínimo a 0,3 m de la base de la columna o como mínimo 0,3 m por encima de la cota máxima de inundación prevista para el lugar de emplazamiento.

Deberán ser protegidos adicionalmente contra los contactos directos por interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA (medida complementaria) las siguientes instalaciones de iluminación exterior, que, como tales son circuitos de usos especiales IUE:

- c) En los inmuebles para vivienda, todos los circuitos de iluminación exterior.
- d) En los inmuebles para oficinas y locales sin presencia permanente de personal de mantenimiento u operación BA4 o BA5, todos los circuitos de iluminación exterior.
- e) Cualquiera sea el tipo de inmueble y personal de mantenimiento u operación, todos los circuitos de iluminación exterior que alimentan luminarias que se conectan mediante fichas que cumplen con la Norma IRAM 2073 y tomacorrientes que cumplen con la Norma IRAM 2071 de 10 y 20 A y donde el conjunto ficha-tomacorriente proporcione un grado de protección mínimo IP44 con la ficha insertada, cuando no esté previsto el empleo de chorros de agua; en caso contrario deberán tener un grado de protección mínimo IP55.
- f) Cualquiera sea el tipo de inmueble y personal de mantenimiento u operación todos los circuitos de iluminación exterior que alimentan luminarias que se conectan mediante fichas y tomacorrientes que cumplen con la Norma IRAM-IEC 60309 o con IEC 60309.

No se exige en cambio la medida de protección complementaria contra los contactos directos por medio de interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, en los siguientes casos:

- g) En la alimentación de los circuitos de iluminación exterior con conexión fija de los inmuebles, (locales o lugares) con presencia permanente de personal de mantenimiento u operación BA4 o BA5. En dichos inmuebles queda a criterio del proyectista la adopción de la protección adicional o complementaria contra los contactos directos por interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. No obstante, en el caso de locales o lugares con afluencia de público (por ejemplo playas de estacionamiento, campos deportivos, etc.) o establecimientos educacionales, y donde existan equipos o dispositivos eléctricos de las instalaciones de iluminación exterior, accesibles, esa medida adicional es recomendable. Se debe tener en cuenta en ese tipo de alimentaciones que no se debe hacer depender toda la iluminación exterior de un único interruptor diferencial.
- h) En la alimentación de los circuitos de iluminación exterior en los que las luminarias tienen su superficie o borde inferior a una altura superior a los 3 m respecto del nivel del solado o en los que ninguna luminaria esté dentro del volumen o zona de accesibilidad definido en 771.18.3.3, y siempre que la instalación sea mantenida y operada por personal BA4 o BA5.
- i) En los inmuebles, (locales o lugares) con presencia permanente de personal de mantenimiento u operación BA4 o BA5 en los que los circuitos de iluminación exterior o las luminarias se conectan mediante fichas y tomacorrientes con interruptor de bloqueo, que cumplen con la Norma IRAM-IEC 60309 o con IEC 60309 y con cables de aislación 0,6/1,1 kV con cubierta aislante (que cumplan con las normas IRAM 2178 o IRAM 62266). Los tomacorrientes con bloqueo o enclavamiento deben poseer enclavamiento mecánico con interruptor que sólo permita conectar la ficha si el interruptor está abierto y no permita desconectar la misma mientras el interruptor permanece cerrado, o enclavamiento eléctrico con contacto piloto.

771-B.8.2.2: Protección contra los contactos indirectos

No se permite realizar la protección contra los contactos indirectos mediante el empleo de locales no conductores.

771-B.8.2.2.1: Protección contra los contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación

No es necesario que las masas extrañas (estructuras metálicas tales como cercas, rejas, etc.) situadas en la proximidad de los soportes de iluminación exterior, pero que no forman parte de la instalación eléctrica de iluminación exterior, sean conectadas al conductor de protección.



Si en cambio, a una distancia menor o igual a 2 m, de alguno de los soportes de iluminación, existen equipos o instalaciones eléctricas de Clase I, con su propia instalación de puesta a tierra, las masas eléctricas de estos equipos deben equipotencializarse con las masas eléctricas de los soportes de iluminación.

Cuando las luminarias están alimentadas en forma fija (y no a través de ficha y tomacorriente), la protección contra los contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación puede ser efectuada:

a) Cuando la instalación opera con un esquema de conexión a tierra TN-S, la protección contra los contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación puede efectuarse mediante dispositivos diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 300$ mA o mediante dispositivos de protección contra sobrecorrientes. Cualquiera sea el dispositivo de protección, se deben cumplir las condiciones indicadas en los correspondientes artículos de la Reglamentación para este esquema de conexión a tierra, debiendo las instalaciones estar operadas y mantenidas en forma permanente por personal BA4 o BA5. En ambos casos el lazo de falla deberá ser adecuadamente calculado o medido para garantizar el disparo de la protección en los tiempos indicados en la Tabla 771.18.1.

Nota 1: Tal lo señalado en 771.3.3.2.1, sólo se permite el esquema de conexión a tierra TN-S para instalaciones alimentadas en MT con transformador de propiedad del usuario, o para alimentaciones efectuadas mediante generación propia, o en los casos de inmuebles alimentados desde la red pública de BT, sólo para aquella parte de la instalación alimentada desde un transformador BT/BT cuyo secundario podrá ser conectado en esquema TN-S.

b) Cuando la instalación está realizada según el esquema de conexión a tierra TT, la protección contra los contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación sólo puede efectuarse mediante dispositivos diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 300$ mA, debiéndose cumplir para ello lo indicado en la cláusula 771.3.3.1 en lo relacionado con la resistencia de la puesta a tierra de protección y con la resistencia del lazo de falla, que obliga a que dicha puesta a tierra sea menor o igual a 40 Ω .

Nota 2: Tal lo indicado en 771.18.4.3, en el esquema de conexión a tierra TT no se permite la protección contra los contactos indirectos por desconexión automática de la alimentación mediante el empleo de dispositivos de protección contra sobreintensidades (fusibles o interruptores automáticos).

No obstante, en los locales o lugares donde las instalaciones están operadas y mantenidas en forma permanente por personal BA4 o BA5, se admitirán protecciones diferenciales de intensidad máxima de 500 mA y 1 A siempre que la resistencia de puesta a tierra de protección, medida en la puesta en servicio de la instalación, sea inferior o igual a 24 ohm y a 12 ohm, respectivamente (ver Tabla 771.3.1).

Es recomendable que todo circuito de iluminación exterior esté protegido contra los contactos indirectos por interruptores diferenciales dedicados, es decir que los interruptores diferenciales afectados a los circuitos de iluminación exterior no protejan circuitos que alimenten el interior del inmueble (ver 771.7.6).

Dado que el empleo de un único dispositivo diferencial ubicado en el origen de la instalación de iluminación exterior puede provocar, en caso de un defecto en un circuito o en un equipo de iluminación, la desconexión del conjunto de la instalación y originar un riesgo para la seguridad de los usuarios, es conveniente, en los inmuebles de vivienda y oficinas dividir la instalación en más de un circuito, alternando la alimentación a las luminarias y protegiendo los circuitos con diferentes interruptores diferenciales.

En locales y lugares de pública concurrencia (por ejemplo: playas de estacionamiento, campos deportivos, establecimientos educacionales, clubes, parques de salones de fiestas, etc.), o en aquellas alimentaciones de iluminación exterior consideradas críticas (por ejemplo balizamiento de edificios o torres de altura) se deben dividir los circuitos de forma que queden protegidos contra los contactos indirectos por más de un dispositivo diferencial.

Puede realizarse una protección selectiva para cada luminaria por medio de dispositivos diferenciales de sensibilidad apropiada debiéndose cumplir para ello con lo indicado en la cláusula 771.3.3.1 en lo relacionado con la resistencia de la puesta a tierra y con la resistencia del lazo de falla.

Las instalaciones de iluminación, de equipos y lugares tales como los indicados en 771-B.8.1 c), deben ser protegidas por dispositivos diferenciales con una $I_{\Delta n} \leq 30$ mA, ya que en este tipo de instalaciones es más importante la seguridad de las personas ante los choques eléctricos que la pérdida circunstancial de la iluminación.

c) En el caso de instalaciones con presencia permanente de personal BA4 o BA5 donde se requiera el empleo del esquema de conexión a tierra IT, se deberán cumplir con los requisitos del esquema TT o TN-S según corresponda, además de los específicos del esquema IT, indicados en esta Sección o en las Partes 1 a 6 de AEA 90364.



771-B.8.2.2.2: Protección contra los contactos indirectos por empleo de equipos de Clase II y materiales de doble aislación o por aislación equivalente

Nota: Se entiende por aislación equivalente a aquella realizada en el lugar de la instalación ya sea mediante aislación reforzada o aislación suplementaria agregada a la básica.

Se considera que los circuitos de iluminación de uso especial (IUE), los circuitos de iluminación trifásica específica (ITE) u otros circuitos específicos (OCE) para iluminación exterior, cumplen los requerimientos de la doble aislación o de la aislación Clase II si:

a) los circuitos IUE, ITE u OCE, desde el tablero de alimentación hasta el tablero seccional ubicado en la columna (si existiera), y desde éste hasta la luminaria se realiza con materiales de doble aislación, ya sea con cable aislado para 0,6/1,1 kV (normas IRAM 2178, IRAM 2268 o IRAM 62266) en instalaciones de 230/400 V o conductor aislado para 450/750 V (Norma IRAM NM 247-3 o IRAM 62267) por dentro de conducto aislante [IEC 61386 o IRAM 62386 (en estudio)].

b) los tableros seccionales ubicados en la columna o soporte (si existieran) son certificados como de aislación total (IEC 60439) o son gabinetes vacíos certificados como de doble aislación, equipados con los aparatos de maniobra y protección necesarios, cumpliendo en su armado con las reglas de la doble aislación. Los gabinetes o envolventes de material aislante, vacíos, deben cumplir con IEC 60670 (en la parte que resulte aplicable), con IEC 60670-24 o con IEC 62208, estar certificados como de doble aislación y ser armados respetando las prescripciones de la llamada aislación total de IEC 60439-1 y de esta Sección 771 o del Capítulo 41 de esta Reglamentación.

c) la luminaria es certificada como de doble aislación.

No debe estar previsto ningún conductor de protección y las partes conductoras de las columnas de iluminación no deben ponerse intencionadamente a tierra.

771-B.8.3: Elección e instalación de materiales eléctricos

771-B.8.3.1: Reglas comunes

Los materiales y equipos eléctricos deben poseer, por construcción o por instalación, al menos el grado de protección IP55 al igual que en las columnas o soportes verticales, en los que para acceder al tablero ubicado en el interior de los soportes se requiere la apertura de una puerta o tapa, la que deberá poseer como mínimo, por construcción o por instalación, un grado de protección IP55.

Nota: Pueden ser necesario en algunos casos, por razones de operación o de limpieza, establecer grados de protección superiores.

Para las luminarias es suficiente el grado de protección IP44 cuando los riesgos de polución no son elevados y si las luminarias se encuentran a más de 2,50 m por encima del nivel del solado.

771-B.8.3.2: Caída de tensión

La caída de tensión en servicio normal, debe ser compatible con el incremento de la corriente de arranque o encendido de las lámparas. Los circuitos de alimentación a luminarias con lámparas de descarga, deberán ser dimensionados para transportar la corriente de carga debida a los propios receptores y a sus equipos auxiliares asociados. Asimismo en el dimensionamiento de los conductores se deberán tener en cuenta las corrientes armónicas, las corrientes de arranque y sus tiempos y el eventual desequilibrio de fases.

771-B.8.3.3: Tableros eléctricos

Los tableros eléctricos ubicados a la intemperie deberán estar contruidos con envolventes que proporcionen grados de protección mínimos IP55 e IK10 y dispondrán su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 0,3 m y 2 m.

Los circuitos de IUE y de ITE estarán protegidos individualmente, con dispositivos de corte multipolar instalados en el tablero de alimentación de dichos circuitos, tanto contra sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de falla a tierra y contra sobretensiones cuando la instalación y los equipos instalados lo requieran.

Si el sistema de comando funcional de la iluminación exterior se realiza con interruptores horarios o fotoeléctricos, se recomienda disponer además de uno o más interruptores manuales que permitan el funcionamiento de la iluminación, con independencia de los interruptores horarios o fotoeléctricos. Dichos interruptores podrán estar dentro del tablero.

771-B.8.3.4: Instalaciones subterráneas

Deberán emplearse cables multipolares o unipolares de tensión asignada de 0,6/1 kV y que cumplan con las normas IRAM 2178 e IRAM 62266. Los cables podrán ir enterrados (a una profundidad mínima de 0,7 m) y protegidos mecánicamente o por dentro de caños y para su instalación se cumplirá lo indicado en 771.12.4.



Los caños irán enterrados a una profundidad mínima de 0,7 m más el diámetro del caño medidos desde el nivel del suelo y su diámetro interior no será inferior a 50 mm y en su selección se deberá cumplir con la Tabla 771.12.XIV. Los cables que deban cruzar las calles internas de los inmuebles deberán instalarse por dentro de caños protegidos por hormigón y se dejará previsto como mínimo un caño de reserva.

La sección mínima a emplear en los conductores de los cables que se instalan enterrados o por dentro de conductos enterrados, será de 2,5 mm².

Los empalmes y derivaciones deberán realizarse mediante empalmes normalizados o en cajas de bornes destinadas a tal fin, que deberán ser ubicadas en lugares adecuados, por ejemplo situadas dentro de los soportes de las luminarias o fijadas sobre ellos o sobre puntos fijos convenientes y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo, teniendo en cuenta la cota de inundación, que garanticen, la continuidad, la aislación y la estanqueidad del cable. Se podrán ubicar también dentro de cámaras de inspección construidas al efecto en cuyo caso las cajas y los accesorios de fijación y ajuste de los cables de entrada y salida (por ejemplo prensacables) deberán tener como mínimo un grado de protección IP67. Se deberá prever en todos los casos los bornes apropiados, en número y tipo, no estando permitida la conexión de más de un conductor por borne, siendo esto aplicable tanto a los conductores activos como al de protección, debiéndose emplear para ello bornes con puentes adecuados, bornes de tierra, borneras repartidoras o barras con perforaciones roscadas.

771-B.8.3.5: Identificación

Es recomendable que los conductos, señales o cintas de advertencia o señalización o las losas mediacañas de protección de los cables enterrados utilizados como circuitos de alimentación de la iluminación exterior estén marcados o identificados mediante un color adecuado con fines de identificación para que puedan ser distinguidos de los cables o conductos de otros servicios.

Se colocará una cinta de señalización o advertencia (roja o roja y blanca con el texto "PELIGRO ELÉCTRICO" y el símbolo de la Norma IRAM 10005-1, correspondiente al símbolo B.3.6. de ISO 3864), situada por encima del caño o por encima de la protección mecánica a 0,20 m. de la superficie que alerte de la existencia de cables de iluminación exterior.

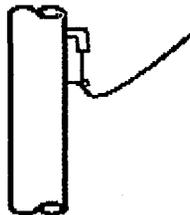
771-B.8.3.6: Instalaciones aéreas de iluminación exterior

Deberán emplearse los sistemas y materiales adecuados para las redes aéreas aisladas descriptas en 771.12.5. Podrán estar constituidas por cables apoyados sobre fachadas o tensados sobre apoyos. En este último caso, los cables serán autoportantes preensamblados con neutro fiador o con fiador de acero.

La sección mínima a emplear, para todos los conductores, será de 4 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares debe considerarse la posible presencia de corrientes armónicas, por lo que la sección de los conductores debe surgir del cálculo efectuado de acuerdo a 771.16.2.4.

Es recomendable que en la alimentación aérea se tienda un conductor de protección formando parte del tendido preensamblado. En éste, el conductor de protección deberá estar marcado con color verde-amarillo. De no ser posible se deberá identificar con la marcación de los símbolos PE o de tierra cada 0,5 m.

Cuando la columna es alimentada en forma aérea, el acceso del cable de acometida al interior de la columna debe ser protegido por un método adecuado que evite la abrasión del cable, que impida el ingreso de agua (se debe asegurar como mínimo un IP44) y que evite un tensado perjudicial. Se podrá emplear un prensacable, una pipeta o un sistema similar, tal como se indica en la siguiente figura:



771-B.8.3.7: Soportes o columnas de las luminarias de iluminación exterior

Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia, ni la de chorros de agua por acción del riego requiriéndose como mínimo un IP55. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las solicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte. (cuando se estime necesario, se podrá disponer un sistema de anclaje de la columna a la base de forma que impida, una vez instalada, que la misma gire por acción del viento).



Las columnas pueden ser empotradas en el suelo o abulonadas a una base.

Tanto cuando las columnas o soportes sean empotrados en el suelo como cuando sean abulonados a un pilar o base, dichas bases y fundaciones deberán ser de hormigón. Las columnas deberán ser instaladas de forma que no acumulen agua de condensación. Para ello las bases y fundaciones deben ser construidas con algún sistema de drenaje de forma que impida la acumulación de agua en su fondo, (por ejemplo un drenaje adecuado hacia la tierra en el fondo de la fundación). Asimismo, para evitar o disminuir los riesgos de corrosión en la base de la columna, es recomendable que las bases y fundaciones no queden a ras del terreno sino que emerjan del nivel del solado (se recomienda por lo menos 0,1 m) y que la superficie superior resultante tenga una forma y/o pendiente tal que impida la acumulación de agua.

Hay que tener en cuenta los esfuerzos que las columnas pueden transmitir al suelo en las peores condiciones de carga para lo cual las bases y fundaciones deberán ser calculadas para garantizar que la capacidad portante del suelo no sea superada. Para ello podrán emplearse métodos de cálculo reconocidos, tal como, por ejemplo, el de Sulzberger para fundaciones de hormigón en terrenos normales.

Cuando las columnas se empotren en bases de hormigón, deberán disponer de un acceso para el ingreso de los cables, de medidas y disposición que no disminuya la resistencia mecánica. Dicho acceso podrá estar realizado en la parte de la columna que queda empotrada.

La entrada y salida de todo tipo de cables (alimentación, señalización, comando, puesta a tierra, protección, etc.) se deberá efectuar a través caños aislantes [que cumplan con IEC 61386-24 o con la Norma IRAM 62386-24 (actualmente en estudio)], y que atraviesen la fundación hasta el acceso mencionado en el párrafo anterior. Los cables no deberán ocupar más del 35 % de la sección interior de los caños.

771-B.8.3.8: Tableros eléctricos en soportes o columnas de luminarias de iluminación exterior

Las columnas en las que se prevea instalar un tablero eléctrico en el interior del primer tramo o tramo inferior, deberán poseer una abertura de dimensiones adecuadas al tablero eléctrico a instalar. El tablero a instalar podrá ser cerrado (caja, envolvente o gabinete) o cubierto (bandeja donde se montan los dispositivos de maniobra, protección y conexión más una barrera de protección). Para acceder a dicho tablero, la parte inferior de la abertura estará situada, como mínimo, a 0,30 m de la base de la columna (o como mínimo 0,3 m por encima de la cota máxima de inundación prevista), y estará dotada de puerta o tapa con grado de protección mínimo IP55 e IK10. La puerta o tapa solamente se podrá abrir mediante el empleo de una llave o una herramienta especial y dispondrá de un borne de tierra cuando sea metálica. Cuando dicha puerta o tapa sea abierta no deberá ser posible tomar contacto con ningún elemento activo (elementos de maniobra, protección y conexión), para lo cual los componentes deberán estar protegidos contra el contacto directo por una barrera o una envolvente que ofrezcan como mínimo un grado de protección IP2X o IPXXB.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas no permitan la instalación de los elementos de protección y maniobra en un tablero dentro del tramo de columna que actúa como base, el tablero podrá colocarse en otro lugar adecuado, (por ejemplo montado sobre un bastidor fijado a la columna o en el interior de un edificio).

771-B.8.3.9: Instalación eléctrica en el interior de los soportes o columnas

Se deberán respetar los siguientes aspectos:

- a) Los conductores que recorren el interior de la columna desde el tablero ubicado en ella hasta la luminaria serán de cobre, de sección mínima $2,5 \text{ mm}^2$, y de tensión asignada mínima 450/750 V. Deberán cumplir con las normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267 o podrán ser cables que cumplan con las normas IRAM 2178 o IRAM 62266. No se permiten los empalmes en el interior de los soportes.
- b) Los cables que ingresan a los soportes para alimentar a los tableros de las columnas (cuando el tablero exista) o para alimentar la luminaria directamente (cuando no exista el tablero) serán de tensión asignada mínima 0,6/1 kV (normas IRAM 2178 o IRAM 62266). En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante un tramo de caño aislante u otro sistema que garantice esa protección suplementaria, por ejemplo, prensacables.
- c) La conexión a los terminales, estará hecha de forma que no se ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción (el conductor de protección deberá conectarse con un largo excedente respecto a los activos para que en caso de esfuerzos de tracción que produzcan la desconexión de los conductores, el de protección sea el último en ser desconectado). Cuando exista el tablero en la columna, en las conexiones de los conductores de la alimentación, que recorriendo el interior del soporte, llegan al tablero, se deberán utilizar elementos de derivación que contengan los bornes apropiados, en número y tipo (sólo se permitirá la conexión de un conductor por borne, debiéndose emplear bornes con puentes adecuados o borneras de reparto o barras), así como los elementos de protección necesarios para la(s) luminaria(s).



- d) Las columnas o soportes metálicos no pueden ser empleados como conductor de protección requiriéndose en todos los casos de instalaciones Clase I el tendido específico por el interior de la columna de un conductor de protección aislado de sección mínima $2,5 \text{ mm}^2$, color verde y amarillo, Norma IRAM NM 247-3 o cuando se emplee un cable según normas IRAM 2178 o IRAM 62266, el conductor de protección podrá formar parte del cable multipolar. Cuando se trate de instalaciones Clase I y la columna sea metálica se la deberá poner a tierra como se indica en 771-B.8.4.
- e) Cuando se empleen columnas verticales con un acople desmontable en su parte superior (que se fija a la columna a través de prisioneros y al que se le instala la luminaria), además de la conexión de la columna vertical al conductor de protección, deberá también conectarse el acople desmontable al PE en forma específica y segura.

771-B.8.3.10: Instalación eléctrica de luminarias suspendidas

Se podrán instalar luminarias suspendidas de estructuras o cables fiadores tensores de acero protegido contra la corrosión, de sección suficiente para obtener una resistencia mecánica con coeficiente de seguridad no inferior a 3,5. La altura mínima sobre el nivel del suelo será de 3,5 m donde no exista circulación vehicular y 4,5 m donde exista circulación vehicular... La alimentación podrá ser realizada con cables de cobre flexibles clase 4 o clase 5 de sección mínima $2,5 \text{ mm}^2$ que cumplan con normas IRAM 2178 o IRAM 62266, con adecuada protección contra la radiación ultravioleta o con cables preensamblados con conductores de cobre aislados con polietileno reticulado para 1,1 kV, que cumpla con la Norma IRAM 2164 o con cables para acometida aérea con neutro concéntrico aislados con polietileno reticulado para 0,6/1 kV que cumpla con la Norma IRAM 63001. En cualquiera de los casos, cuando la luminaria es Clase I, dichos cables deberán incorporar el conductor de protección color verde y amarillo o marcado adecuadamente.

Los cables deberán llegar hasta la luminaria con holgura suficiente como para evitar que las oscilaciones provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en las conexiones, debiéndose emplear dispositivos que no disminuyan el grado de protección mínimo IP44 de la luminaria (por ejemplo prensables).

771-B.8.3.11: Equipos eléctricos auxiliares (balastos, ignitores, capacitores, etc.)

Podrán ser adecuados para uso interior o para uso intemperie, y su instalación será la apropiada al tipo utilizado. Los equipos eléctricos para montaje intemperie poseerán grados de protección mínima IP55 e IK08 y las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente por medio de dispositivos que no disminuyan el grado IP exigido. Cuando los equipos auxiliares se instalen a una altura de como mínimo 3,5 m, podrán ser montados dentro de cajas, envolventes o gabinetes que no requieran de herramientas especiales para la apertura de la puerta o tapa. Cuando su montaje se realice por debajo de esa altura, deberán ser instalados dentro de envolventes o gabinetes que requieran herramientas o una llave especial para la apertura de la puerta o tapa.

771-B.8.4: Puesta a tierra

En ninguna de las masas eléctricas que forman parte de la instalación de iluminación exterior (columnas metálicas, columnas de hormigón armado, brazos, luminarias, tableros, equipos auxiliares, etc.) se pueden producir tensiones de contacto permanentes mayores a 24 V, razón por la cual, en el caso de instalaciones de iluminación exterior de Clase I se deberá realizar una adecuada instalación de puesta a tierra para que, en caso de una falla a tierra se produzca el corte automático de la alimentación dentro de los tiempos previstos en la Tabla 771.18.1, con los dispositivos de protección adecuados a cada esquema de conexión a tierra.

En el caso que la instalación de iluminación exterior incluya columnas o soportes metálicos, o columnas de hormigón armado, cada columna deberá ponerse a tierra, de forma tal que en caso de una falla de aislación se obtenga un circuito o lazo de falla con una impedancia lo suficientemente baja como para asegurar, en el esquema TT, el disparo del interruptor diferencial del circuito.

Cualquiera sea la forma de alimentación se deberá garantizar que la instalación de iluminación exterior tenga en forma permanente una resistencia de puesta a tierra $R_{pat} \leq 40 \text{ ohm}$ a lo largo de la vida útil de la instalación y en cualquier época del año. Cuando la alimentación se efectúe en forma subterránea todos los soportes formarán parte de una red de tierra común a todos ellos para lo cual se interconectarán por medio de un conductor de protección saliente desde la barra o juego de bornes de tierra del correspondiente tablero de alimentación.

Ese conductor saliente del tablero deberá ser de cobre, aislado color verde-amarillo, de la misma sección que el (los) conductor(es) de línea, de sección mínima $2,5 \text{ mm}^2$ y de aislación 400/750 V o mayor.

Si se desea disminuir la resistencia de puesta a tierra del sistema se podrá emplear, fuera del tablero, un conductor desnudo de cobre, enterrado, formando parte de la red de puesta a tierra, acompañando al cable de alimentación (conductor no incluido en el cable) o al caño enterrado, empleado en la canalización (por fuera del caño).



La sección mínima de ese conductor será de $2,5 \text{ mm}^2$ si se instala en un suelo no corrosivo y protegido mecánicamente y deberá ser dimensionado según la Tabla 771.18.III y la Tabla 771-C.I o mediante la expresión que se encuentra en 771-C.3.1.1. En cada columna se derivará un tramo de conductor de cobre aislado verde-amarillo de la misma sección para poner a tierra el soporte como luego se indica.

Si en cambio se emplea conductor aislado, este deberá ir por dentro del caño por donde se tiende el cable de alimentación (aunque puede tenderse enterrado). En cualquiera de las formas de instalación el conductor enterrado de puesta a tierra o de protección, desnudo o aislado respectivamente, deberá ser tendido con longitud de reserva suficiente al pie de la columna o dentro de ella, para que en la eventualidad de una caída fortuita de la columna disminuya el riesgo de rotura o desconexión anticipada del PE.

En ningún caso se debe conectar en guirnalda el conductor de protección o el desnudo de puesta a tierra. Por esa razón sólo se puede incluir incorporado en el cable multipolar al conductor PE cuando se alimenta un solo punto de iluminación. En el caso que con un mismo cable se alimente varias columnas, no se deberá incluir en el mismo al PE, sino que debe ser tendido por separado, derivando desde él los tramos que ponen a tierra el tablero de la columna y/o la columna. Si la derivación se hace enterrada deberá ser ejecutada con soldadura cuproaluminotérmica o con elementos de compresión no ferrosos. Si se la hace en cámaras de inspección o dentro de la columna misma, en ambos casos sin contacto con la tierra, la derivación se podrá hacer mediante soldadura cuproaluminotérmica, uniones a compresión o morsetos dentados.

En los lugares con afluencia de público (playas de estacionamiento, plazas, establecimientos educacionales, etc.), adicionalmente cada columna deberá ser puesta a tierra, hincando al pie de la misma, un electrodo (jabalina) normalizado y certificado que cumpla con la Norma IRAM 2309, que garantice por sí mismo en forma permanente una resistencia de puesta a tierra de 40Ω como máximo a lo largo de la vida útil de la instalación y en cualquier época del año. Las dimensiones mínimas de ese electrodo deben ser $14,6 \text{ mm}$ de diámetro ($5/8''$) por $1,5 \text{ m}$ de largo y deberá incluir tomacable, el que no deberá tomar contacto con la tierra, sino que quedará dentro de la cámara de inspección que se deberá instalar en la parte superior de cada electrodo y a nivel del terreno. Cada electrodo se conectará, como luego se indica, a la columna y a la barra de tierra del tablero de la columna (cuando exista) mediante conductor aislado verde-amarillo de sección mínima 4 mm^2 .

La conexión debe efectuarse del lado interno de la columna. Cuando existan impedimentos para realizar esa conexión interna, la conexión se podrá efectuar en el lado externo, en cuyo caso, tanto el borne de conexión como la parte del conductor de protección que queden expuestas en la parte exterior, deberán ser protegidos adecuadamente contra daños mecánicos, hurto y/o destrucción mediante algún elemento que proporcione como mínimo un grado de protección IK10 (por ejemplo mediacaña o perfil galvanizado en caliente).

En el caso de las columnas de hormigón armado también se deberá contar con un borne de puesta a tierra, que deberá venir de fábrica o se deberá construir en obra. Dicho borne deberá ser un espárrago o vástago metálico no ferroso (por ejemplo latón o bronce) roscado, soldado en un extremo a la armadura del hormigón, fijado con concreto a la columna y que emergiendo de ella con fijaciones adecuadas de tuercas, contratuercas y arandelas permita conectar el conductor de protección con un terminal.

Todos los terminales, uniones, grapas, morsas, soldadura o elementos apropiados que se empleen en las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán de forma tal que garanticen un buen contacto permanente y cuando corresponda, que tengan adecuada protección contra la corrosión.

Para efectuar una adecuada conexión de los conductores de tierra y de los conductores de protección, se debe:

- a) Desde el conductor desnudo (de tierra) (o el aislado PE) que recorre la zanja y por dentro de un caño previsto en la fundación se tenderá un conductor aislado de 4 mm^2 como mínimo hasta la barra o juego de bornes de tierra a instalar en el tablero de la columna, si existe.
- b) Desde el electrodo hincado, y por dentro de un caño previsto en la fundación se tenderá un conductor aislado de 4 mm^2 hasta la barra o juego de bornes de tierra a instalar en el tablero de la columna, si existe. Desde allí con conexión interior y con un conductor de iguales características se interconectará el juego de bornes de tierra del tablero con el borne de tierra que la columna debe incorporar ubicado en la proximidad de la ventana de acceso para poner a tierra la columna. Ese borne debe ser de cobre, bronce o latón y si incorpora bulón y/o tuerca estos deben de bronce o latón.
- c) Cuando la columna no incorpora tablero se deberá prever, no obstante, una ventana de acceso para fijar una barra de tierra sobre el borne de tierra interior que la columna debe incorporar en las proximidades de la ventana (para permitir tareas de conexión y mantenimiento). Esa barra deberá ser de cobre y deberá permitir conectar en forma independiente los siguientes elementos:
 1. el conductor que proviene del electrodo hincado,
 2. el conductor que proviene de la zanja,
 3. el conductor de protección que pone a tierra la luminaria y
 4. el bulón de fijación y conexión a tierra de la columna.



771-B.9: Cercas electrificadas

Las cercas electrificadas o barreras de disuasión contra intrusos, deberán cumplir con IEC 60335-2-76 y estar instaladas a 2,5 m como mínimo del nivel de solado terminado, además de seguir con las instrucciones determinadas por el fabricante.

La alimentación a estos equipos será tratada como un circuito ACU, no pudiéndose prescindir del interruptor diferencial de alta sensibilidad (≤ 30 mA), como medida de protección complementaria contra contacto directo.

A efectos del cálculo de la demanda de potencia máxima simultánea deberán contemplarse las especificaciones técnicas del fabricante.

Estos elementos deberán contar con señalización a través de carteles dedicados a tal efecto y no están destinados para ser usados por personas clasificadas BA2 o BA3.



ANEXO 771-C (Reglamentario)

Instalaciones de puesta a tierra

771-C.1: Generalidades

771-C.1.1: La puesta a tierra de una instalación comprende toda unión conductora ejecutada en forma directa, sin fusible ni protección alguna, y de sección suficiente entre las masas eléctricas de la instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el terreno.

El valor de la resistencia de la toma de tierra (o de la puesta a tierra) deberá satisfacer las condiciones de protección y/o de servicio (o funcionales) de la instalación eléctrica.

Nota: En el VEI (Vocabulario Electrotécnico Internacional IEC 60050) se dan las siguientes definiciones:

(VEI 195-01-11) Puesta a tierra de protección: es la puesta a tierra de uno o más puntos de una red, una instalación o de un equipo o material por razones de seguridad eléctrica.

(VEI 195-01-13) Puesta a tierra de servicio (o funcional): es la puesta a tierra de uno o más puntos de una red, de una instalación o de un equipo o material por razones distintas a las de la seguridad eléctrica.

Las principales funciones de una instalación de puesta a tierra son, entre otras, derivar a tierra las corrientes que se pueden originar por razones de falla, o debidas a descargas atmosféricas o por contacto accidental con conductores de mayor tensión.

Algunos otros de sus objetivos son:

- a) Limitar la tensión ante condiciones de operación normales, de manera que cualquier equipo conectado al sistema, solamente esté sujeto a un cierto nivel de tensión relativo a tierra,
- b) Colaborar con la operación de los dispositivos de protección, tales como fusibles, interruptores automáticos, con actuación termomagnética o electrónica, interruptores diferenciales o similares cuando hay un defecto simple que derive corriente a tierra,
- c) Limitar las diferencias de potencial que en un momento dado pueden presentarse entre masas eléctricas y tierra,
- d) Limitar las sobretensiones internas que pueden aparecer en la red eléctrica en determinadas condiciones de servicio.

771-C.2: Conexiones a tierra

771-C.2.1: Puestas a tierra

771-C.2.1.1: Las disposiciones de puesta a tierra por razones de protección o por razones funcionales, pueden ser utilizadas en conjunto o separadamente, según los requisitos de la instalación. Las disposiciones relativas a la protección deberán tener siempre prioridad frente a las funcionales.

771-C.2.1.2: La elección y el montaje de los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra a obtener esté de acuerdo con las prescripciones de protección de la instalación establecidas en esta Reglamentación.
- Las corrientes de falla a tierra y las corrientes en el conductor de protección puedan circular sin riesgo de solicitaciones térmicas, termomecánicas y electrodinámicas peligrosas y de choques eléctricos debidos a esas corrientes.
- La robustez o la protección mecánica esté asegurada en función de las condiciones estimadas de influencias externas (para más detalles sobre las influencias externas, se puede consultar el Capítulo 32 de esta Reglamentación).
- Sean también adecuadas para los requerimientos funcionales, si fuera necesario.

Nota: Los términos corriente de falla o corriente de defecto a tierra se usan indistintamente.



771-C.2.1.3: Deberán adoptarse precauciones especiales para evitar los riesgos de daño a otras partes metálicas debido a procesos de corrosión galvánica por efectos electrolíticos.

771-C.2.1.4: Los materiales utilizados y las dimensiones de los electrodos de tierra deberán ser seleccionados de forma que resistan a la corrosión y que además ofrezcan una resistencia mecánica adecuada.

Para los materiales usualmente empleados, las dimensiones mínimas habituales desde el punto de vista de la corrosión y de la resistencia mecánica se indican en 771-C.2.2.1.

771-C.2.2: Electrodo de puesta a tierra (tomas de tierra)

771-C.2.2.1: Pueden utilizarse los siguientes tipos de electrodos:

- Jabalinas o tubos
- Pletinas, cintas o cables
- Placas
- Electrodo de tierra específicos incluidos en las fundaciones o cimientos.

La eficacia de un electrodo de tierra depende de las condiciones locales del terreno, y deberán ser elegidas una o varias tomas de tierra apropiadas, a las condiciones del terreno y al valor de la resistencia necesaria.

El valor de la resistencia de puesta a tierra deberá ser verificada por medición al final de la ejecución de los trabajos.

Una lista de algunos de los electrodos de puesta a tierra que se pueden emplear es la siguiente:

De acero galvanizado por inmersión en caliente (espesor de cinc, 70 μm como mínimo):

- 1 Fleje o pletina de 100 mm^2 de sección y 3 mm de espesor (medidas mínimas) según Norma IRAM-IAS U 500 43, para ser empleado enterrado pero no hincado.
- 2 Barra redonda de un diámetro de 10 mm como mínimo según normas IRAM-IAS U 500 14 o IRAM-IAS U 500 85, para ser empleada enterrada pero no hincada.
- 3 Jabalina redonda de un diámetro de 12,60 mm como mínimo según Norma IRAM 2310. Como mínimo se debe emplear una jabalina JL16 x 1500 mm.
- 4 Caño de acero pesado, de 25 mm de diámetro como mínimo y de 2 mm de espesor mínimo.
- 5 Barra perfilada, de 100 mm^2 de sección como mínimo, y de 3 mm de espesor mínimo.
- 6 Jabalina perfil L de 475 mm^2 de sección como mínimo, y de 5 mm de espesor mínimo. Jabalina JPNL – 50 x 1500 mm según Norma IRAM 2316.
- 7 Jabalina perfil X de 230 mm^2 de sección como mínimo, y de 3 mm de espesor mínimo. Jabalina JPNC – 50 x 1500 mm según Norma IRAM 2317.

De cobre:

- 8 Fleje de 50 mm^2 de sección y 2 mm de espesor (medidas mínimas) según Norma Copant 413 y 418.
- 9 Pletina de 50 mm^2 de sección y 2 mm de espesor (medidas mínimas) según Norma Copant 412 y 429.
- 10 Cable de 35 mm^2 de sección y diámetro mínimo del alambre 1,8 mm, según Norma IRAM 2004.
- 11 Barra redonda de 35 mm^2 de sección (6,7 mm de diámetro), según Norma Copant 412 y 429.
- 12 Caño de diámetro mínimo 20 mm, espesor 2 mm según Norma IRAM 2568.

De acero-cobre:

- 13 Jabalina redonda de 12,6 mm de diámetro mínimo (sección mínima 124 mm^2). Como mínimo se debe emplear una jabalina JL14 x 1500 mm, construidas según Norma IRAM 2309.
- 14 Cables de sección mínima, 35 mm^2 con un diámetro mínimo del alambre de 2,5 mm^2 , construido según Norma IRAM 2467.
- 15 Barra redonda de 50 mm^2 de sección como mínimo (8 mm de diámetro como mínimo), según Norma IRAM 2466.



En las instalaciones de puesta a tierra a realizar en obras nuevas, se podrá emplear un conductor desnudo de las características de alguno de los indicados en la tabla anterior, como electrodo dispersor de la corriente de defecto a tierra, colocándolo en el fondo de las zanjas de los cimientos en contacto íntimo con la tierra de manera que recorra el perímetro de la construcción o edificio.

771-C.2.2.2: Cuando se selecciona el tipo y la profundidad de enterrado del electrodo de puesta a tierra, se deberá tomar en cuenta, que el eventual secado o falta de humedad del suelo o el congelamiento del suelo, no aumenten la resistencia de puesta a tierra del electrodo a un valor tal que impida cumplir con las medidas de protección contra los choques eléctricos.

771-C.2.2.3: Se deberá prestar especial atención a la corrosión electrolítica cuando se emplean diferentes materiales en las instalaciones de puesta a tierra.

771-C.2.2.4: El proyecto y la ejecución de la instalación de puesta a tierra deberá tener en cuenta, el posible aumento de la resistencia de puesta a tierra debido a la corrosión de los electrodos.

Para asegurarse que el valor de puesta a tierra cumple a lo largo del tiempo con las condiciones de seguridad deberá realizarse una medición periódica según lo indicado en 771.23.5.2.

Nota 1: Las canalizaciones metálicas de distribución de agua, las canalizaciones metálicas afectadas a servicios distintos como canalizaciones para líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc., vainas de plomo y otras envolturas de cables no deben utilizarse como electrodos de puesta a tierra, pero deberán siempre vincularse equipotencialmente con la instalación de puesta a tierra (se efectuarán interconexiones equipotenciales principales con la BEP o barra equipotencial principal). Para más detalles ver equipotencialización en el Capítulo 41 de esta Reglamentación.

Nota 2: Cuando con un solo electrodo de hincar (jabalina) no se logre el valor de resistencia adecuado y se considere apropiado instalar más electrodos conectados entre sí en paralelo, se recomienda que la distancia de separación entre ellos sea igual o mayor que 2 veces el largo de la jabalina de mayor longitud del conjunto, con lo cual se estará respetando lo indicado en 771.3 y en la Tabla 771.3.II (con esa separación disminuye sensiblemente la influencia de los campos eléctricos entre los electrodos, por la corriente que los pueden recorrer, adoptando cada toma de tierra el carácter de tierra lejana o independiente respecto de las vecinas).

No obstante se hace notar que la resistencia obtenida por el conjunto de electrodos en paralelo no logra en general alcanzar el valor teórico calculado a partir de la resistencia de un solo electrodo. Esa diferencia entre el valor teórico y el realmente obtenido aumenta cuanto mayor es la cantidad de electrodos en paralelo.

Por ejemplo en el caso del paralelo de 2 electrodos de 3 m de longitud c/u, separados a 6 m entre sí (dos veces la longitud), la mayor resistencia que se debe esperar del conjunto, respecto del valor teórico que se obtendría calculando dicho paralelo a partir de la resistencia obtenida con un solo electrodo, es del orden del 7 % debido a la influencia entre sus campos eléctricos.

Si las mismas jabalinas estuvieran separadas por 15 m (cinco veces la longitud de la mayor), es esperable un aumento de la resistencia del conjunto del orden del 3 %.

Si en cambio se emplean 4 electrodos de 3 m de longitud separados 6 m entre sí (formando un cuadrado) es esperable un aumento del 20 % respecto del valor teórico. Si estos mismos 4 electrodos estuvieran separados 15 m entre sí es de esperar un aumento del orden del 8 %.

Si la interconexión entre los electrodos se realiza con conductores desnudos enterrados se puede obtener un menor valor de resistencia total.

Deberá ser cumplido lo establecido en 771.18.5.4 y además, como se indica allí, el conexionado entre el electrodo de tierra, el conductor de puesta a tierra y los conductores de interconexión deberá efectuarse dentro de cámaras de inspección. Si se efectuaran uniones o derivaciones entre conductores de puesta a tierra enterrados, las mismas deben realizarse según se indica en 771.18.5.2.

771-C.2.3: Conductores para puesta a tierra

771-C.2.3.1: Los conductores para puesta a tierra deben satisfacer las condiciones de la cláusula 771-C.3.1 y cuando sean enterrados, su sección cumplirá con los valores indicados en la Tabla 771-C.I.

En los esquemas de conexión a tierra TN, cuando sea esperable que por el electrodo de tierra circule una baja corriente de falla, el conductor de puesta a tierra puede ser dimensionado de acuerdo con 771-C.8.1.1.

Tabla 771-C.I - Secciones mínimas convencionales de los conductores de puesta a tierra para uso enterrado

	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	2,5 mm ² Cu 10 mm ² Fe	16 mm ² Cu 16 mm ² Fe
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Fe	

Nota: Los valores mínimos deberán ser ajustados en el caso que se combinen con alguna puesta a tierra especial que requiera secciones mayores. En caso de protección contra descargas atmosféricas, ver serie de normas IEC 62305.



771-C.2.3.2: La conexión entre un conductor de puesta a tierra y un electrodo de tierra, deberá ser cuidadosamente realizada y eléctricamente satisfactoria. La conexión deberá ser realizada por soldadura exotérmica (por ejemplo cuproaluminotérmica), conectores a presión, morsas u otros conectores mecánicos. Cuando se emplea algún tipo de morsa, se debe cuidar que ella no dañe al electrodo de tierra ni al conductor de tierra.

La unión mediante soldadura a base de estaño no está permitida, por no garantizar una adecuada resistencia mecánica.

771-C.2.4: Barras o bornes principales de puesta a tierra

Barra Equipotencial Principal (BEP): Es la barra a la cual se conectan los conductores indicados en 771-C.2.4.1.

Barra principal de puesta a tierra: Es la barra de tierra del tablero general de baja tensión (que puede coincidir con la barra equipotencial principal [BEP]). Desde la barra de puesta a tierra principal deben salir todos los conductores PE de los diferentes circuitos de la instalación.

Barra de medición: Toda instalación de puesta a tierra debe permitir la medición de la resistencia de puesta a tierra de cada una de las tomas de tierra. Ello se podrá realizar en la BEP o en cada toma de tierra.

Para ello la BEP deberá disponer de una pieza desmontable mediante el uso de herramientas y en cada toma de tierra se deberá prever una cámara de inspección con una barra de medición. Esa barra deberá dimensionarse en función de la máxima corriente de falla a tierra prevista y será de cobre de dimensiones mínimas 30 mm x 3 mm x 100 mm, con por lo menos 5 perforaciones de diámetro adecuado.

771-C.2.4.1: En toda instalación se debe instalar una barra equipotencial principal o una barra principal de puesta a tierra (o un conjunto de bornes de tierra interconectados) a los que se conectarán los siguientes conductores:

- Conductores de puesta a tierra.
- Conductores de protección (PE).
- Conductores de los enlaces o uniones equipotenciales principales.
- Conductores de puesta a tierra funcional, si es necesario.

Cada conductor conectado a la BEP o a la BPT deberá poder ser desconectado individualmente. Esta conexión debe ser segura y su desconexión sólo debe poder realizarse por medio de herramientas.

Nota: Los medios de desconexión podrán ser adecuadamente combinados con la BEP o con la BPT para permitir la medición de la resistencia de la puesta a tierra o de la instalación de tierra.

771-C.2.4.2: Se debe poder realizar la desconexión del conductor que llega a cada una de los electrodos a fin de poder medir la resistencia de puesta a tierra de cada uno de ellos en forma individual. Asimismo se deberá poder medir la resistencia global de todo el sistema de puesta a tierra.

Además de lo anterior se deben prever otros puntos de corte en cantidad suficiente según la complejidad o configuración del sistema. Esto es a los efectos de investigar continuidades ante eventuales defectos de valores de puesta a tierra global de la instalación.

Todos los desmontajes de conexiones deberán requerir para su concreción la utilización de una herramienta. Las conexiones en cuestión deberán ser mecánicamente resistentes y deben asegurar el mantenimiento de la continuidad eléctrica. En cada punto donde se realiza una toma de tierra se debe instalar una cámara de inspección.

771-C.2.5: Interconexiones permitidas con las puestas a tierra de otras instalaciones

771-C.2.5.1: Interconexión con instalaciones de mayor tensión

Se debe prestar especial atención a las instalaciones de puesta a tierra cuando se emplean en instalaciones de baja y media tensión. Ver en esta Reglamentación la Parte 4, Capítulo 44, Sección 442, "Protección de las instalaciones de baja tensión contra las sobretensiones temporarias y contra las fallas a tierra de las instalaciones de media tensión".

771-C.2.5.2: Instalaciones de protección contra las descargas atmosféricas

Ver la serie de normas IEC 62305.

Nota: En los casos en que se debe tener en cuenta la compatibilidad electromagnética (CEM), ver IEC/TR 61000-5-2.

771-C.3: Conductores de protección

Nota: Para los conductores de protección de conexiones equipotenciales ver cláusula 771-C.8 de esta Reglamentación.



771-C.3.1: Secciones mínimas

La sección de todo conductor de protección debe satisfacer las condiciones de la desconexión automática de la alimentación requerida en 771.18.4.3 de esta Reglamentación y ser capaces de soportar las corrientes presuntas de falla.

La sección de los conductores de protección debe ser:

- o bien calculada de acuerdo con la subcláusula 771-C.3.1.1,
- o bien elegida de acuerdo con la Tabla 771-C.II.

En los dos casos se deberá tener en cuenta lo indicado en la subcláusula 771-C.3.1.2.

Nota 1: La instalación deberá ser concebida de forma tal, que los bornes para la puesta a tierra de los equipos, puedan recibir y permitir la conexión de los conductores de las secciones determinadas como se indicó más arriba.

Tabla 771-C.II - Secciones mínimas de los conductores de puesta a tierra y de protección

Sección de los conductores de línea de la instalación S [mm ²]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección " S_{PE} " [mm ²] y del conductor de puesta a tierra " S_{PAT} " [mm ²]	
	Si el conductor de protección (o el de puesta a tierra) es del mismo material que el conductor de línea	Si el conductor de protección (o el de puesta a tierra) no es del mismo material que el conductor de línea
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$S/2$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

Donde:
 k_1 es el valor de k para el conductor de línea, elegido de la Tabla 771.19.II, de acuerdo con los materiales del conductor y su aislación,
 k_2 es el valor de k para el conductor de protección, elegido de las tablas 771-C.III a 771-C.VII, según corresponda.

771-C.3.1.1: La sección del conductor de protección no será menor que el valor determinado a partir de IEC 60949, o por la siguiente fórmula (aplicable solamente para tiempos de desconexión t):

$$0,1 s \leq t < 5 s$$

$$S \geq I \frac{\sqrt{t}}{k} \quad \text{donde:}$$

S = Sección del conductor de protección en mm².

I = Valor eficaz, en ampere, de la corriente presunta de falla que puede atravesar el dispositivo de protección durante un defecto de impedancia despreciable (ver AEA 90909).

k = Factor cuyo valor depende de la naturaleza del metal de los conductores de protección, de los aislantes y de otras partes y de las temperaturas iniciales y finales del elemento conductor.

t = Tiempo de operación disparo o funcionamiento del dispositivo de protección por desconexión automática, en segundos.

Nota 1: Se deberá tener en cuenta el efecto limitador de la corriente, debido a las impedancias del circuito y la capacidad de limitación $I^2 t$ (integral de Joule) del dispositivo de protección.

Si de la aplicación de la fórmula se obtienen secciones no normalizadas, se deben utilizar conductores de la sección normalizada inmediata superior.

Nota 2: Es necesario que la sección así calculada, sea compatible con las condiciones impuestas por la impedancia del lazo de falla.

Nota 3: Para los límites de temperatura de las instalaciones en atmósferas explosivas, ver IEC 60079-0.

Nota 4: Deberán tenerse en cuenta las temperaturas máximas admisibles para las conexiones.



Tabla 771-C.III - Valores de k para conductores de protección aislados, no incorporados a los cables y no agrupados con otros cables

Aislación del conductor	Temperatura [°C] ^b		Material del conductor		
	Inicial	Final	Cobre	Aluminio	Acero
			Valores de k ^c		
70 °C PVC	40	160/140 ^a	136/126 ^a	90/83 ^a	50/46 ^a
90 °C PVC	40	160/140 ^a	136/126 ^a	90/83 ^a	50/46 ^a
90 °C EPR o XLPE	40	250	170	113	62
60 °C Goma	40	200	153	101	56
85 °C Goma	40	220	160	106	58
Caucho siliconado	40	350	196	130	71

^a El menor valor se aplica a conductores aislados en PVC de una sección mayor a 300 mm².
^b Los límites de temperatura para los distintos tipos de aislación están dados en IEC 60724.
^c el valor de k resultará de aplicar lo indicado en el Anexo A del Capítulo 54 de la Parte 5 de esta Reglamentación.

Nota: La temperatura inicial del conductor se considera de 40 °C.

Cuando la temperatura inicial del conductor sea distinta a 40 °C el valor de k resultará de aplicar lo indicado en el Anexo A del Capítulo 54 de la Parte 5 de esta Reglamentación.

Tabla 771-C.IV - Valores de k para conductores de protección desnudos en contacto con la cubierta del cable y no agrupado con otros cables

Cubierta del cable	Temperatura [°C] ^a		Material del conductor		
	Inicial	Final	Cobre	Aluminio	Acero
			Valores de k ^b		
PVC	40	200	153	101	56
Polietileno	40	150	131	87	48
Polietileno cloro-sulfonado	40	220	160	106	58

^a Los límites de temperatura para los distintos tipos de aislación están dados en IEC 60724.
^b El valor de k resultará de aplicar lo indicado en el Anexo A del Capítulo 54 de la Parte 5 de esta Reglamentación.

Tabla 771-C.V - Valores de k para conductores de protección incorporados como armadura de los cables, o agrupados con otros cables o conductores aislados

Material de aislación	Temperatura [°C] ^b		Material del conductor		
	Inicial	Final	Cobre	Aluminio	Acero
			Valores de k ^c		
70 °C PVC	70	160 /140 ^a	115 / 103 ^a	76 / 68 ^a	42 / 37 ^a
90 °C PVC	90	160 /140 ^a	100 / 86 ^a	66 / 57 ^a	36 / 31 ^a
90 °C EPR o XLPE	90	250	143	94	52
60 °C Goma	60	200	141	93	51
85 °C Goma	85	220	134	89	48
Caucho siliconado	180	350	132	87	47

^a El menor valor se aplica a conductores aislados en PVC de una sección mayor a 300 mm².
^b Los límites de temperatura para los distintos tipos de aislación están dados en IEC 60724.
^c El valor de k resultará de aplicar lo indicado en el Anexo A del Capítulo 54 de la Parte 5 de esta Reglamentación.



Tabla 771-C.VI - Valores de k para conductores utilizados como cubierta metálica del cable, como por ejemplo armadura, malla metálica, conductor concéntrico, etc.

Material de aislación	Temperatura [°C] ^a		Material del conductor			
	Inicial	Final	Cobre	Aluminio	Plomo	Acero
			Valores de k ^c			
70 °C PVC	60	200	141	93	26	51
90 °C PVC	80	200	128	85	23	46
90 °C EPR o XLPE	80	200	128	85	23	46
60 °C Goma	55	200	144	95	26	52
85 °C Goma	75	220	140	93	26	51
Mineral, con cubierta de PVC ^b	70	200	135	---	---	---
Mineral, desnudo	105	250	135	---	---	---

^a Los límites de temperatura para los distintos tipos de aislación están dados en IEC 60724.
^b Este valor también puede ser utilizado para conductores desnudos expuestos a contacto directo o en contacto con material combustible.
^c El valor de k resultará de aplicar lo indicado en el Anexo A del Capítulo 54 de la Parte 5 de esta Reglamentación.

Tabla 771-C.VII - Valores de k para conductores desnudos donde no existe riesgo de daño para ningún material en su proximidad a la temperatura indicada

Condiciones	Temperatura inicial [°C]	Material del conductor					
		Cobre		Aluminio		Acero	
		k	Máxima temperatura [°C]	k	Máxima temperatura [°C]	k	Máxima temperatura [°C]
Visible y en área restringida	40	224	500	122	300	81	500
Condiciones normales	40	153	200	101	200	56	200
Con riesgo de fuego	40	131	150	87	150	48	150

*Las temperaturas indicadas son válidas, solamente cuando no comprometan la calidad de las conexiones.

Si la aplicación de esta tabla da lugar a medidas no normalizadas, deberán utilizarse conductores de la sección normalizada inmediatamente mayor.

771-C.3.1.2: La sección mínima de cualquier conductor de protección, que no forme parte del cable de alimentación deberá tener un valor de:

- 2,5 mm² Cu / 16 mm² Al, si los conductores de protección poseen una protección mecánica.
- 4 mm² Cu / 16 mm² Al, si los conductores de protección no poseen protección mecánica.

771-C.3.1.3: Cuando un conductor de protección es común a varios circuitos, la sección del conductor de protección se dimensionará como sigue:

- a. Calculada de acuerdo con 771-C.3.1.1 para las condiciones más desfavorables de corriente presunta de falla y tiempo de disparo encontradas en dichos circuitos, o
- b. Elegida de acuerdo con la Tabla 771-C.II teniendo en cuenta la mayor sección (equivalente) de los conductores de línea presentes en los circuitos.

Nota: Cuando la sección de un conductor de fase se elige por la caída de tensión y no por su corriente admisible, se permite que la sección del conductor de protección se elija a partir de la condición más desfavorable de corriente presunta de falla y tiempo de disparo encontradas en dichos circuitos.

771-C.3.2: Tipos de conductores de protección

771-C.3.2.1: Pueden ser utilizados como conductores de protección:

- Conductores que forman parte de cables multipolares;
- Conductores desnudos o aislados dispuestos bajo una envolvente común con los conductores activos;
- Conductores desnudos o aislados instalados en forma fija.



771-C.5: Puesta a tierra combinada por razones funcionales de servicio y de protección

771-C.5.1: Generalidades

Cuando se emplea un conductor combinado para puesta a tierra funcional y para puesta a tierra de protección, deberá satisfacer los requerimientos relativos al conductor de protección. Además, deberá cumplir también con las prescripciones funcionales correspondientes (ver Capítulo 44 cláusula 444).

Un conductor de retorno en corriente continua PEL o PEM de una alimentación de potencia de equipos de tecnología de la información puede servir también como un conductor combinado para puesta a tierra funcional y para puesta a tierra de protección.

Las masas extrañas no deberán ser empleadas como conductores PEL o PEM.

771-C.6: Disposición de los conductores de protección

Para las medidas de protección aplicables en los esquemas de conexión a tierra TN-S, TT e IT ver además, el Capítulo 41 de esta Reglamentación.

771-C.6.1: Conductores de protección utilizados en conjunto, con dispositivos de protección contra las sobreintensidades

Cuando en los esquemas TN-S se utilizan los dispositivos de protección contra las sobreintensidades para la protección contra los choques eléctricos, es altamente recomendable la incorporación de los conductores de protección, en la misma canalización que los conductores activos o en su inmediata proximidad.

771-C.7: Conductores de protección reforzados para corrientes en el conductor de protección que excedan los 10 mA

En los equipos eléctricos conectados en forma permanente y en los que la corriente en el conductor de protección excede los 10 mA, los conductores de protección deberán ser reforzados y por ello ser proyectados de alguna de las maneras siguientes:

- a) el conductor de protección deberá tener una sección, como mínimo, de 10 mm² en cobre o de 16 mm² en aluminio en todo su recorrido, o
- b) deberá instalarse un segundo conductor de protección de por lo menos la misma sección requerida para la protección contra los contactos indirectos hasta el punto donde el conductor de protección tiene una sección no menor a 10 mm² en cobre o 16 mm² en aluminio.

Esto requiere que el equipo eléctrico tenga un borne separado para un segundo conductor de protección.

Nota: Los equipos eléctricos que presentan normalmente elevadas corrientes en el conductor de protección pueden no ser compatibles con las instalaciones que incorporan dispositivos de protección diferenciales.

771-C.8: Conductores equipotenciales de protección

771-C.8.1: Secciones mínimas

771-C.8.1.1: Conductores equipotenciales principales

Los conductores equipotenciales principales, deberán tener una sección no menor que la mitad de la del conductor de protección de mayor sección de la instalación, con un mínimo de 6 mm² en cobre, o 16 mm² en aluminio o 50 mm² en acero. Sin embargo, la sección podrá ser limitada a 25 mm² en cobre o su sección equivalente si es en otro metal.

771-C.8.1.2: Conductores equipotenciales de protección suplementarios

771-C.8.1.2.1: Si un conductor equipotencial de protección suplementario conecta dos masas eléctricas entre sí, su sección, no será menor que la más pequeña de las secciones (o secciones equivalentes en conductancia) de los conductores de protección conectados a dichas masas eléctricas.

771-C.8.1.2.2: Si el conductor equipotencial de protección suplementario, conecta una masa eléctrica a un elemento conductor ajeno a la instalación eléctrica o masa extraña, su sección (o conductancia), no será menor que la mitad de la del conductor de protección conectado a aquella masa eléctrica. Este conductor deberá satisfacer además, si es necesario, lo indicado en la subcláusula 771-C.3.1.3.

771-C.9: Características de los terrenos

La resistencia de la puesta a tierra depende fundamentalmente del tipo de electrodo y de la resistividad del terreno, y a su vez la resistividad del terreno depende entre otros factores de los siguientes:



- Tipo de suelo o terreno
- Humedad del suelo
- Salinidad
- Compactación
- Estratos en que está dividido el terreno
- Temperatura del suelo
- Factores estacionales
- Factores de origen eléctrico

771-C.9.1: Tipo de suelo o terreno

La Tabla 771-C.VIII sirve como orientación para conocer la resistividad de diferentes tipos de terrenos.

Tabla 771-C.VIII - Resistividades de terrenos

Tipo de suelo	Condiciones climáticas			
	A Precipitaciones normales y abundantes (más de 500 mm por año)		B Precipitaciones escasas y condiciones desérticas (menos de 500 mm por año)	C Aguas subterráneas salinas
	Valor más probable	Gama de valores medidos	Gama de valores medidos	Gama de valores medidos
	Ωm	Ωm	Ωm	Ωm
Aluvial y arcillas livianas	5	*	*	1 a 5
Arcillas (excluy. al aluvial)	10	5 a 20	10 a 100	3 a 10
Greda	20	10 a 20	50 a 300	3 a 10
Tierra calcárea porosa (por ejemplo greda)	50	30 a 100	50 a 300	3 a 10
Arenisca porosa	100	30 a 300	> 1000	10 a 30
Cuarzos y piedra caliza compacta y cristalina	300	100 a 1000	> 1000	30 a 100
Pizarras arcillosas y esquistos pizarrosos	1000	300 a 3000	> 1000	30 a 100
Granito	1000	300 a 3000	> 1000	30 a 100
Pizarras rajadizas, rocas ígneas	2000	> 1000	>1000	30 a 100

* Según el nivel de agua en el lugar considerado.

La Tabla 771-C.IX siguiente también permite tener una orientación para conocer la resistividad de diferentes tipos de suelos.

Tabla 771-C.IX Resistividades de terrenos

Tipo de suelo	Resistividad Ωm
Terrenos pantanosos	de 1 a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100

771-C.9.2: Humedad y salinidad del suelo

Uno de los factores fundamentales para obtener una baja resistividad del terreno es la humedad del suelo: al aumentar la humedad del terreno disminuye la resistividad del suelo. Si bien el suelo se compone principalmente de dos compuestos con características aislantes como son el óxido de silicio y el óxido de aluminio, la presencia de sales reduce significativamente la resistividad.



Ello es debido al fenómeno electrolítico: el agua disocia las sales en iones, aniones y cationes. Este proceso electrolítico permite que por el agua del terreno circulen los electrones producidos en la disociación de las sales. En los suelos con elevada humedad y alto contenido salino, el valor de la resistividad será bajo y será debido a que predominan fenómenos electrolíticos.

En cambio en los suelos con poca humedad o predominantemente secos, los factores más importantes en la resistividad serán la granulometría de las partículas y el aire ocluido en sus intersticios.

Los terrenos arenosos tienen mayor capacidad de absorción de agua que los suelos arcillosos, pero retienen menos. Por esta razón, deben preferirse los suelos arcillosos, con menor drenaje de agua, a los arenosos ya que serán en general más húmedos que éstos, además de tener una menor resistividad intrínseca. Asimismo y con el objetivo de captar mayor humedad, los electrodos de puesta a tierra deben instalarse alejados de plantas y árboles que en general absorben la humedad del terreno.

No obstante, debe tenerse en cuenta que un exceso de agua puede ser perjudicial, como ocurre en los cauces de los ríos, sean de superficie o subterráneos, ya que las sales útiles para el proceso electrolítico serían eliminadas de la zona del electrodo por lavado, haciendo la zona más resistiva. Para disminuir la resistividad en los terrenos en los que no se alcanzan los valores deseados se pueden emplear diversos métodos.

Uno de ellos es agregarles algún tipo de sal (cloruro de sodio, sulfato de cobre, sulfato de magnesio, etc.) en una canaleta circular que rodee al electrodo, taparla con tierra y regarla. Lamentablemente las lluvias excesivas terminan lavando las sales con lo que la resistividad, con el tiempo vuelve a aumentar, lo que puede obligar a repetir el proceso al cabo de algún tiempo (cada dos años o menos).

Otro método es el tratamiento del suelo con soluciones, que combinadas simultáneamente, forma un gel. En este caso el proceso de lavado o arrastre por el agua de lluvia es mucho más lento que en el caso de las sales por lo que el suelo requiere un nuevo tratamiento luego de un período mucho más prolongado (cada seis años o menos).

Un tercer método es aumentar la cantidad de electrolitos disueltos en el agua del terreno aumentando el poder de retención del agua. Para ello se emplean electrolitos a base de sulfato cálcico, tratado y estabilizado, que es muy poco soluble pero que es capaz de disminuir considerablemente la resistividad del suelo, aún con baja concentración. Este método puede ser eficaz durante 10 o 15 años según el tipo de terreno.

771-C.9.3: Estratos del terreno

A medida que un electrodo se interna en las profundidades del terreno va encontrando diferentes capas o estratos, formados por diferentes materiales lo que produce que la resistividad resultante sea una combinación de la resistividad de las diferentes capas y del espesor de cada estrato.

Cuando se desconoce la estratigrafía del terreno, previo a la ejecución de la puesta a tierra será necesario efectuar una medición de resistividad del terreno hasta la profundidad prevista para el electrodo de puesta a tierra, ya que una medición de la resistividad superficial y su extrapolación a mayores profundidades puede arrojar valores erróneos.

771-C.9.4: Compactación

Un aspecto fundamental a la hora de realizar una puesta a tierra, es asegurar la compactación del terreno que rodea al electrodo para garantizar un contacto directo entre este y la tierra. Por ello, cuando se introduzcan electrodos hincados, ya sea manualmente o con martillo mecánico, o previa perforación, o en zanja (conductor desnudo), o en un pozo (placas), se deberá compactar la zona vecina al electrodo, rellenando previamente cuando corresponda con tierra fina y con agregado de agua en forma lenta para ayudar a la compactación manual o mecánica.

771-C.9.5: Temperatura del suelo y factores estacionales

Un factor a tomar en cuenta en la elección del tipo de electrodo es la temperatura del terreno y su variación estacional. Para ello debe conocerse que la resistividad del suelo aumenta a medida que disminuye la temperatura del terreno, pero cuando el terreno baja su temperatura por debajo del punto de congelación del agua, la resistividad aumenta en forma extremadamente rápida. Esto es debido a que cuando el terreno está por debajo de los 0°, el agua contenida se congela y el hielo así formado es aislante desde el punto de vista eléctrico ya que impide el movimiento a los iones existentes en el terreno y que se movían a través del agua.

Por esta razón, en las zonas donde las temperaturas de invierno puedan alcanzar valores por debajo de los 0° C, es indispensable que los electrodos se instalen a mayor profundidad.

Otro factor a tomar en cuenta es la estacionalidad de las lluvias, y tener presente que puede haber zonas con períodos de importantes lluvias, seguidos de períodos de sequía, por lo que en estos casos también una mayor profundidad de los electrodos garantiza una mayor humedad permanente y una menor resistividad del suelo.

En estos casos se recomiendan las mediciones de resistividad del suelo o de la resistencia de puesta a tierra en las épocas más desfavorables: bajas temperaturas y escasez de lluvias.



771-C.9.6: Factores de origen eléctrico

Existen dos factores principales de origen eléctrico que modifican la resistencia de puesta a tierra del electrodo:

- 1) Intensidad de campo eléctrico en la superficie del electrodo. Cuando esta intensidad es tal que se supera el gradiente de potencial disruptivo en el suelo, la tierra permite que la descarga que se produce se prolongue hasta un radio crítico r_0 , más allá del cual la descarga no es posible porque la intensidad de campo eléctrico es inferior a la rigidez dieléctrica del suelo. Este fenómeno hace que el electrodo se comporte como teniendo un diámetro eficaz aumentado de valor $2r_0$ y por lo tanto la resistencia de puesta a tierra disminuye como disminuiría con un electrodo de un diámetro $2r_0$.
- 2) Intensidad de corriente de falla a tierra. En este caso hay que tener en cuenta que altos valores de corriente de falla a tierra pueden causar calentamientos alrededor de los conductores y electrodos, aumentando la evaporación del agua y aumentando la resistencia de puesta a tierra.

771-C.10: Resistencia de puesta a tierra (de dispersión a tierra) de distintos electrodos

La resistencia de puesta a tierra de los diferentes tipos de electrodos se pueden calcular en forma aproximada por distintas expresiones matemáticas que tienen en cuenta la resistividad del terreno ρ , las características geométricas del electrodo adoptado y la profundidad del enterrado.

771-C.10.1: Jabalinas enterradas verticalmente

Para este tipo de electrodo se definen dos parámetros: el diámetro y su longitud.

La fórmula que permite calcular la resistencia para este tipo de electrodo es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{8L}{d} - 1 \right)$$

donde:

L es la longitud de la jabalina enterrada,

d es el diámetro de la jabalina y

ρ es la resistividad del terreno.

Esta expresión puede emplearse en forma simplificada de la siguiente forma:

$$R \approx 0,75 \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 25 \leq \frac{L}{d} \leq 100 \quad \text{aplicables por ejemplo a jabalinas de 16 mm x 1500 mm o 19 mm x 1500 mm}$$

$$R \approx \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 100 < \frac{L}{d} \leq 600 \quad \text{aplicables por ejemplo a jabalinas de 16 mm x 2000 mm o 19 mm x 2000 mm}$$

$$R \approx 1,2 \frac{\rho}{L} \quad \text{si } 600 < \frac{L}{d} \leq 3000$$

771-C.10.2: Conductor desnudo enterrado horizontalmente

Para este tipo de electrodo se definen tres parámetros: el diámetro del conductor, su longitud y la profundidad de enterrado.

La fórmula que permite calcular la resistencia para este tipo de electrodo es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(\ln \frac{4L}{d} + \ln \frac{L}{h} - 2 + \frac{2h}{L} - \frac{h^2}{L} + \frac{h^4}{2L} + \dots \right)$$

donde:

L es la longitud del conductor enterrado,

h es la profundidad de enterrado del conductor desnudo,

d es el diámetro del conductor y

ρ es la resistividad del terreno.



Esta expresión puede emplearse en forma simplificada de la siguiente forma:

$$R \approx 2 \frac{\rho}{L}$$

si L es de aproximadamente 45 m y el conductor es de 35 mm² o,

si L es de aproximadamente 50 m y el conductor es de 50 mm² o,

si L es de aproximadamente 70 m y el conductor es de 70 mm².

771-C.10.3: Placa delgada circular desnuda enterrada verticalmente

Para este tipo de electrodo se definen dos parámetros: el diámetro D de la placa y la profundidad h del centro de la placa enterrada hasta el nivel del suelo.

La fórmula que permite calcular la resistencia para este tipo de electrodo es:

$$R = \frac{\rho}{2D} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4\pi} \frac{D}{h} + \frac{7}{384} \frac{D^3}{h} + \frac{99}{81920} \frac{D^5}{h} + \dots \right)$$

donde:

D es el diámetro de la placa, h es la profundidad de enterrado de la placa medida desde el centro hasta la superficie y ρ es la resistividad del terreno.



ANEXO 771-D (Reglamentario)

Alimentación de reserva

Este Anexo se aplica a las instalaciones de baja tensión y de muy baja tensión que incorporan grupos generadores destinados a alimentar, de forma continua o en forma ocasional, toda una instalación o parte de ella, en los inmuebles en los que se lo requiera específicamente en los términos contractuales o por exigencias de los códigos de edificación, sean de viviendas, oficinas o locales unitarios. Aquí se incluyen las prescripciones para las instalaciones con las siguientes disposiciones de alimentación:

- 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.

Este artículo no se aplica a los componentes eléctricos de muy baja tensión autocontenidos o en bloque que incorporan la fuente de energía y la carga y para los cuales existe una norma de producto específica que incluye los requisitos de seguridad eléctrica.

Nota 1: Los requisitos particulares para las alimentaciones de los "Servicios de Seguridad" están dados en el Capítulo 56 de la Parte 5 de esta Reglamentación.

Nota 2: 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 las prescripciones particulares de la cláusula 771-D.8.2.

771-D.1: Fuentes para los grupos generadores

Se consideran los grupos generadores asociados con las siguientes fuentes:

- motores de combustión;
- turbinas;
- motores eléctricos;
- células fotovoltaicas;
- acumuladores electroquímicos;
- otras fuentes apropiadas.

771-D.2: Características eléctricas de los grupos generadores

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 o sin posibilidades de conmutación.

771-D.3: Empleo de los grupos generadores

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.

771-D.4: Medios de excitación y conmutación

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.

Nota: Ver la cláusula 771-D.8.2 para las prescripciones particulares cuando se prevea el funcionamiento del grupo generador en paralelo con la red de distribución pública.



771-D.5: Corriente presunta de cortocircuito y corriente presunta de falla a tierra

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 está conectado a la red de distribución pública, no deberá ser superado cualesquiera que sean los métodos previstos de funcionamiento de las fuentes.

771-D.6: Grupo generador destinado a alimentar una instalación sin conexión a la red pública o a proveer una alimentación como fuente alternativa o en reemplazo de la red de distribución pública

Cuando el grupo generador está destinado a proveer la alimentación a una instalación que no está 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 dé como 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.

Nota 1: Se deberán tener en cuenta las corrientes máximas de arranque de los motores y su duración y la potencia individual máxima de otras cargas (por ejemplo ascensores, bombas de agua, etc.), que puedan ser soportadas por los grupos generadores, datos que deberán ser requeridos al fabricante.

Nota 2: Se deberá prestar atención al factor de potencia especificado para los dispositivos de protección de la instalación.

Nota 3: La instalación de un grupo generador dentro de un edificio o inmueble existente o dentro de una instalación puede modificar las condiciones de influencias externas de una instalación (ver la Parte 3, Capítulo 32 de esta Reglamentación), por ejemplo por la introducción de partes en movimiento, partes a altas temperaturas o por la presencia de gases tóxicos, vibraciones, etc.

Nota 4: Si se ha previsto que el grupo electrógeno alimente cargas informáticas se deberá 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.

771-D.7: Protección simultánea contra los contactos directos e indirectos

Aquí se establecen requisitos complementarios relativos a los esquemas de muy baja tensión (MBT) que procuran a la vez una protección contra los contactos directos y contra los contactos indirectos en los casos en que la instalación está alimentada por más de una fuente.

771-D.7.1: Sistema MBTS

Cuando un sistema MBTS pueda alimentarse desde más de una fuente, se aplicará a cada una de ellas los requerimientos de la cláusula 771.18.2 de esta Sección. Si el sistema, o alguna de las fuentes que lo componen, no reúne los requisitos para ser considerado de MBTS, será tratado como un sistema MBTF y deberán aplicarse las indicaciones para este tipo de circuito dadas en la cláusula mencionada.

771-D.7.2: Mantener una alimentación de MBT

Cuando sea necesario mantener una alimentación de MBT, en caso de pérdida de una o más fuentes, cada fuente de alimentación o combinación de fuentes que pueda funcionar independientemente de otras fuentes o combinación de fuentes, deberá ser capaz de abastecer la carga prevista a ser alimentada por el esquema de MBT.

Deberán tomarse medidas de forma que la desaparición de la alimentación de baja tensión que alimenta a un sistema de MBT no produzca daños o peligros a otros equipos de MBT.

Nota: Tales precauciones pueden ser necesarias en alimentaciones a servicios de seguridad (ver la Parte 3, Capítulo 35 de esta Reglamentación).

771-D.8: Protección contra los contactos indirectos

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.

771-D.8.1: Protección por desconexión automática de la alimentación

La protección por corte o desconexión automática de la alimentación deberá ser realizada de acuerdo con la subcláusula 771.18.4.3 de esta Sección, excepto en los casos particulares indicados en 771-D.8.2, 771-D.8.3 o 771-D.8.4.



771-D.8.2: Requisitos suplementarios o adicionales para las instalaciones, cuando el grupo generador es una alimentación alternativa a la red de distribución pública

Cuando el inmueble está alimentado desde la red pública de baja tensión y la instalación interna adoptó el esquema TN-S, y el grupo generador está actuando como una alternativa, la protección por corte o desconexión automática de la alimentación no deberá recaer sobre la conexión a la toma de tierra de la red de distribución pública, razón por la cual se deberá cumplimentar con lo indicado en 771.3.3.2.

En las instalaciones trifásicas deberán emplearse dispositivos de maniobra tetrapolares, tanto para las conmutaciones manuales, como para las automáticas (ver 771-D.10) y ya sea que funcionen con el esquema TT como con el esquema TN-S.

Cualquiera sea el esquema de conexión a tierra adoptado en la instalación (TT o TN-S), deberá preverse para el neutro del grupo electrógeno una toma de tierra apropiada, de valor menor o igual a 10 ohm, y separada de la de la red pública, siendo esto necesario tanto para grupos monofásicos como trifásicos.

771-D.8.3: Requisitos suplementarios para las instalaciones que incorporan convertidores estáticos

771-D.8.3.1: Protección contra los contactos indirectos para ciertas partes de la instalación alimentadas por el convertidor estático por el cierre automático del interruptor de conmutación

Cuando la protección contra los contactos indirectos para ciertas partes de la instalación alimentadas por el convertidor estático recae sobre el cierre automático del interruptor de conmutación, y el funcionamiento de los dispositivos de protección del lado de la alimentación del conmutador no se efectúa en el tiempo especificado en 771.18.4.3 de esta Sección, deberá también realizarse la conexión equipotencial suplementaria entre las masas y las masas extrañas simultáneamente accesibles del lado de la carga del convertidor estático de acuerdo con 771.18.5.8.2 de esta Sección. La resistencia de los conductores de la conexión equipotencial suplementaria entre las partes conductoras simultáneamente accesibles debe satisfacer la condición siguiente:

$$R \leq \frac{50}{I_a} \quad \text{donde:}$$

I_a es la corriente máxima de defecto a tierra que puede ser suministrada solamente por el convertidor estático durante un tiempo como máximo igual a 5 s.

Nota: Cuando tal equipo está destinado a funcionar en paralelo con la red de distribución pública, se aplican también los requisitos de la subcláusula 771-D.11.

771-D.8.3.2: Deberán tomarse precauciones o el equipamiento eléctrico deberá elegirse de tal forma 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.

771-D.8.4: Requisitos suplementarios para la protección por corte o desconexión automática de la alimentación cuando la instalación y el grupo generador no están instalados en forma permanente (grupos electrógenos móviles)

Esta subcláusula se aplica a los grupos generadores móviles y a los destinados a ser transportados a lugares no especificados para una utilización temporaria o de corta duración. Tales grupos generadores pueden ser parte de una instalación sujeta a una utilización similar. Esta subcláusula no se aplica a las instalaciones permanentes y fijas.

Nota: Los dispositivos de conexión apropiados (fichas y tomas) deben cumplir con la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309.

771-D.8.4.1: Entre los elementos separados de un equipo, los conductores de protección deberán estar previstos formando parte de un cable adecuado que satisfaga la Tabla 771.18.III de esta Sección.

771-D.8.4.2: En los esquemas TN, TT e IT deberá instalarse un interruptor por corriente diferencial de fuga, que tenga una corriente diferencial asignada no superior a 30 mA de acuerdo con la subcláusula 771.18.4 de esta Sección, para el corte automático de la alimentación.

Nota: En el esquema IT, el dispositivo de protección de corriente diferencial – residual puede no funcionar, a menos que uno de los defectos a tierra se produzca aguas arriba del dispositivo diferencial.



771-D.9: Protección contra las sobreintensidades

771-D.9.1: Cuando se han previsto medios para la detección de las sobreintensidades del grupo generador, dichos medios deben estar situados lo más cerca posible de los bornes del generador.

Nota: 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 pública. Deberá prestarse especial atención a las corrientes mínimas de cortocircuito.

771-D.9.2: Cuando un grupo generador está destinado a funcionar en paralelo con la red de distribución pública o cuando dos o más grupos generadores pueden funcionar en paralelo, las corrientes armónicas de circulación deberán estar limitadas de forma tal que los conductores no sobrepasen su máxima sollicitación térmica.

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;
- instalación de 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.

Nota: Se recomienda tener en cuenta la tensión máxima que puede aparecer sobre la impedancia conectada para limitar las armónicas de circulación.

771-D.10: Requisitos adicionales o suplementarios para las instalaciones en las que los grupos generadores constituyen una alimentación alternativa a la red de distribución pública (sistemas en espera o stand-by)

Deberán tomarse medidas para que el generador no pueda funcionar en paralelo con la red de distribución pública. Entre otras, puede tomarse alguna de 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 un enclavamiento apropiado;
- cualquier otro medio que provea un grado equivalente de seguridad de funcionamiento.

Nota: Más detalles se encuentran en el Capítulo 46 de esta Reglamentación.

771-D.11: Requisitos adicionales o suplementarios para las instalaciones en las que el grupo generador puede funcionar en paralelo con la red de distribución pública

771-D.11.1: Precauciones a tomar

Deberán tomarse precauciones en el momento de la elección de un grupo generador destinado a funcionar en paralelo con la red de distribución pública para evitar efectos 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. Cuando sea necesaria una sincronización, es preferible utilizar sistemas automáticos de sincronización que tengan en cuenta la frecuencia, la fase, la secuencia y la tensión.

771-D.11.2: Protección para desconectar el grupo generador de la red

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 y aprobados por éste o por la autoridad de aplicación.



771-D.9: Protección contra las sobreintensidades

771-D.9.1: Cuando se han previsto medios para la detección de las sobreintensidades del grupo generador, dichos medios deben estar situados lo más cerca posible de los bornes del generador.

Nota: 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 pública. Deberá prestarse especial atención a las corrientes mínimas de cortocircuito.

771-D.9.2: Cuando un grupo generador está destinado a funcionar en paralelo con la red de distribución pública o cuando dos o más grupos generadores pueden funcionar en paralelo, las corrientes armónicas de circulación deberán estar limitadas de forma tal que los conductores no sobrepasen su máxima sollicitación térmica.

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;
- instalación de 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.

Nota: Se recomienda tener en cuenta la tensión máxima que puede aparecer sobre la impedancia conectada para limitar las armónicas de circulación.

771-D.10: Requisitos adicionales o suplementarios para las instalaciones en las que los grupos generadores constituyen una alimentación alternativa a la red de distribución pública (sistemas en espera o stand-by)

Deberán tomarse medidas para que el generador no pueda funcionar en paralelo con la red de distribución pública. Entre otras, puede tomarse alguna de 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 un enclavamiento apropiado;
- cualquier otro medio que provea un grado equivalente de seguridad de funcionamiento.

Nota: Más detalles se encuentran en el Capítulo 46 de esta Reglamentación.

771-D.11: Requisitos adicionales o suplementarios para las instalaciones en las que el grupo generador puede funcionar en paralelo con la red de distribución pública

771-D.11.1: Precauciones a tomar

Deberán tomarse precauciones en el momento de la elección de un grupo generador destinado a funcionar en paralelo con la red de distribución pública para evitar efectos 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. Cuando sea necesaria una sincronización, es preferible utilizar sistemas automáticos de sincronización que tengan en cuenta la frecuencia, la fase, la secuencia y la tensión.

771-D.11.2: Protección para desconectar el grupo generador de la red

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 y aprobados por éste o por la autoridad de aplicación.



771-D.11.3: Medios para evitar la conexión de un grupo generador en paralelo con la red

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 previstos en la subcláusula anterior.

771-D.11.4: Deberán preverse medios adecuados para evitar la motorización del generador.

771-D.11.5: Deberán preverse medios adecuados para permitir al grupo generador ser separado o seccionado de la red de distribución pública en todo momento.

771-D.11.6: Cuando un grupo generador puede funcionar igualmente como alternativa o reemplazo de la red de distribución pública, la instalación debe satisfacer la subcláusula 771-D.10.

771-D.12: Requisitos a tener en cuenta en el diseño de los locales para los grupos electrógenos instalados en forma fija y permanente

Nota: Esta cláusula no se aplica a los grupos electrógenos portátiles.

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 y a todos sus accesorios, por ejemplo: tanques de combustible, tanques de aire comprimido para el arranque, baterías de arranque, tablero eléctrico de protección, sistema de ventilación, sistema para el escape de los gases, tablero de transferencia, etc.

El recinto debe ser diseñado y construido de forma tal que:

- a. se facilite el ingreso y retiro del grupo generador completo y de sus partes, incluyendo para éstas, el movimiento vertical;
- b. tenga una adecuada y fácil evacuación de los gases de escape, con silenciadores adecuados (ver ítem siguiente);
- c. tenga bajos niveles de ruido y vibración, según los valores establecidos en el Anexo V del Decreto Reglamentario N° 351/79 de la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y en resoluciones complementarias;
- d. posea una adecuada ventilación;
- e. tenga fácil acceso a los tanques de combustibles;
- f. tenga fácil acceso al tablero eléctrico de comando, protección y/o transferencia;
- g. sus fundaciones y su estructura sean adecuadas al peso del grupo y a las solicitaciones que el mismo ejercerá sobre el edificio;
- h. se faciliten las tareas de mantenimiento, control y verificación.

Para permitir desarrollar estas últimas tareas se exige que en los recintos se prevean pasillos de circulación sobre ambos laterales del grupo de un ancho libre mínimo de 1 m, sobre la parte posterior un espacio como mínimo igual al largo del alternador y en la parte anterior un espacio superior a 1,25 m.

La puerta de acceso deberá tener un ancho y una altura tal que permita el ingreso y el retiro del grupo, y 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. Al recinto sólo podrá tener acceso personal autorizado y calificado (BA4 y BA5).

771-D.13: Circuitos de tomacorrientes, de iluminación normal y de iluminación de emergencia

Todo recinto para grupo electrógeno deberá contar como mínimo con un circuito de iluminación normal con por lo menos dos bocas, y luminarias que permitan obtener al menos un nivel luminoso de 200 lux, según lo exige el Decreto Reglamentario N° 351/79 de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo.

De la misma forma todo recinto para grupo electrógeno deberá contar como mínimo con un circuito especial de tomacorrientes monofásico con, por lo menos, dos bocas: en una de ellas deberá existir un tomacorriente de 2x10+T Norma IRAM 2071, y en la otra un tomacorriente de 2x20+T IRAM 2071 o de 2x16+T Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. En caso que por necesidades de proyecto se requieran tomacorrientes trifásicos los mismos deberán responder a la Norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309 de 3P+N+T.

Asimismo, se deberá prever en todo recinto para grupo electrógeno, como mínimo, un circuito de iluminación de emergencia que permita iluminar las salidas, los tableros de comando y transferencia y los pasillos de circulación hacia salidas y tableros. Los circuitos de iluminación de emergencia deberán ser independientes de los circuitos de iluminación normal y deberán tener luminarias que aseguren como mínimo 30 lux a 0,8 m del piso, según la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, en todos los sectores indicados.



ANEXO 771-E (Reglamentario)

Sistemas de calefacción por cables eléctricos y folios radiantes empotrados o embutidos en techos y pisos

771-E.1: Objeto y campo de aplicación

Este Anexo se aplica a las instalaciones de cables eléctricos y folios radiantes calefactores a tensiones nominales de 300/500 V, embutidos en los pisos y en los techos que son instalados como sistemas de almacenamiento de calor o sistemas directos de calefacción. Este anexo no se aplica a la calefacción de paredes ni a los sistemas de calefacción ubicados en el exterior de los inmuebles. Los cielorrasos ubicados hasta una altura de 1,5 m sobre el nivel de piso terminado son considerados techos dentro del alcance del presente anexo.

Los folios calefactores deben cumplir con IEC 60335-2-96 y los cables calefactores que se pueden emplear deben responder a IEC 60800 o a IEC 61423.

771-E.2: Definiciones

A los fines de este anexo se definen:

Sistema de calefacción de pisos por acumulación térmica: es un sistema de calefacción en el cual, debido a un periodo limitado de carga, una cantidad restringida de energía eléctrica es convertida en calor y disipada principalmente a través de la superficie del solado de la habitación a ser calefaccionada con un retraso de tiempo previsto.

Sistema de calefacción directa: es un sistema de calefacción que genera calor a partir de la energía eléctrica y lo disipa en la habitación a ser calefaccionada con un tiempo de respuesta lo más bajo posible.

Cable calefactor: cable con o blindaje o cubierta metálica o sin ellas destinado a emitir calor con fines de calefacción.

Lámina calefactora flexible: elemento calefactor formado por hojas de aislación eléctrica laminada integradas a resistencias eléctricas o material de base o soporte sobre el cual se fijan alambres eléctricos calefactores aislados.

Elemento calefactor: cable calefactor o lámina calefactora flexible con soldaduras frías o bornes terminales fijados de manera rígida, a los cuales se conectan los terminales de la instalación eléctrica.

Unión fría: cable aislado o cordón, destinado a conectar el elemento calefactor con la instalación eléctrica.

Cable calefactor autoregulado: cable que no puede sobrepasar los 70 °C cuando es ensayado de acuerdo con IEC 60079-7 y que no requiere soldadura fría para la conexión a la instalación eléctrica.

771-E.3: Limitaciones de empleo

Las instalaciones de cables eléctricos y folios radiantes calefactores no deben realizarse dentro de los volúmenes de prohibición de los cuartos de baño y las uniones frías no deberán encontrarse en el volumen de prohibición ni en el de protección. El elemento calefactor no podrá instalarse por debajo de ninguna unión de las cañerías de agua o desagües cloacales.

771-E.4: Instalación

771-E.4.1: Circuito de alimentación

El circuito de alimentación debe responder a las prescripciones que se establecen en las diferentes cláusulas de la Reglamentación, especialmente las relacionadas con:

- cañerías y secciones mínimas de conductores
- protección contra sobreintensidades, contactos directos, indirectos y sobretensiones.

Los dispositivos de maniobra y protección deben ser de corte multipolar, pero se permite que los dispositivos de control, (por ejemplo los termostatos), no lo sean.



771-E.4.2: Instalación eléctrica

La instalación de calefacción se subdividirá en circuitos de uso especial, en función de la simultaneidad de uso, distancia y otros criterios de seguridad, con un máximo de 32 A por fase y circuito. Cada circuito estará protegido contra cortocircuitos y sobrecargas por un pequeño interruptor automático de corte multipolar adecuadamente seleccionado y contra corrientes de fuga a tierra por una protección diferencial de alta sensibilidad de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. Los circuitos que alimenten equipos de calefacción de Clase II deben también ser protegidos adicionalmente por interruptores diferenciales de $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. Cuando el cable calefactor tenga una armadura o cuando el termostato tenga una envoltura metálica, ambas deberán conectarse a tierra mediante un conductor de protección de sección igual al conductor de fase. El cable de alimentación al termostato (conductor de línea o fase) tendrá la misma sección que el de la unión fría y se alojará en un caño de diámetro adecuado. Antes de cubrir el elemento calefactor, se comprobará la continuidad del circuito. Una vez cubierto el cable, y con anterioridad a la colocación del solado, se comprobará la aislación eléctrica respecto a tierra que deberá ser igual o superior a 250.000Ω .

En los casos en que los elementos calefactores sean entregados por el fabricante sin una masa eléctrica, se deberá instalar en el lugar como masa eléctrica, una adecuada cubierta conductora, por ejemplo una malla con una separación máxima de 30 mm, por encima del elemento calefactor del piso o por debajo del elemento calefactor del cielorraso, debiendo conectarse al conductor de protección de la instalación.

Es conveniente limitar la potencia de calefacción aguas debajo del interruptor diferencial a 7,5 kW en 220/230 V o 13 kW en 380/400 V, con el fin de evitar disparos intempestivos debidos a las corrientes capacitivas de fuga. Los valores de las capacidades de fuga pueden ser obtenidas del fabricante del elemento calefactor.

771-E.4.2.1: Uniones frías

Los elementos calefactores deben ser conectados a las instalaciones eléctricas por intermedio de conexiones fijas a partir de soldaduras frías o por medio de terminales o bornes adecuados. Los elementos calefactores deben ser inseparablemente conectados a las uniones frías por medio de conexiones a presión.

Como los elementos calefactores pueden causar altas temperaturas o arcos en caso de falla, es conveniente tomar en cuenta disposiciones particulares para cumplir con las exigencias establecidas en el Capítulo 42 de AEA 90364 cuando los elementos calefactores son dispuestos en la proximidad de materiales de la estructura del edificio, fácilmente inflamables, por ejemplo por la interposición de pantallas metálicas, instalándolos en conductos metálicos o separándolos al menos por una distancia de 10 mm en aire de las partes inflamables de la estructura.

Las conexiones de los cables calefactores o de los paneles de folio radiante con las uniones frías se deberán realizar y disponer de manera que la transmisión del calor producido por aquellos a las citadas uniones y al cable de alimentación, permanezca dentro de límites compatibles con las temperaturas máximas admisibles en servicio continuo (ver AEA 90364-5-523); para ello, y salvo en caso de falla o avería, las uniones frías deberán venir realizadas de fábrica, no permitiéndose su ejecución en obra. Las secciones de las uniones frías estarán determinadas por las intensidades de corriente máximas admisibles fijadas para servicio permanente en esta Reglamentación. La cañería deberá terminar a 0,20 m como mínimo de la conexión con el cable calefactor, debiendo estar esta unión completamente embebida dentro de la masa de hormigón.

771-E.4.3: Colocación de los cables calefactores

En la colocación de un elemento o unidad de cable calefactor en el techo o en el suelo, se recomienda que las espiras estén dispuestas paralelamente a la pared que tenga mayores pérdidas. De esta manera, podrá reforzarse la franja de 0,5 m a 0,6 m de panel más cercano al cerramiento exterior disminuyendo el paso entre espiras cuidando que no se supere la temperatura máxima admisible por cable. Se recomienda, cuando sea posible, alejar el cable calefactor, particularmente los del suelo, 0,6 m de las paredes interiores donde pueda preverse la instalación de muebles. El cable calefactor deberá estar recubierto en toda su extensión por un material que sea un conductor térmico relativamente bueno como yeso, hormigón, cal, etc., para favorecer la transmisión del calor.

En una zona del suelo donde es posible que los pies o la piel tomen contacto, conviene que la temperatura de la superficie del suelo sea limitada (por ejemplo a 35 °C) para lograr una adecuada protección contra las quemaduras. Para evitar sobrecalentamientos de pisos o techos calefactores en edificios, se deberán aplicar al menos una de las siguientes medidas dentro de las zonas donde las unidades calefactoras serán instaladas para limitar la temperatura a un máximo de 80 °C:

- Un diseño adecuado del sistema calefactor;
- instalación adecuada de las unidades calefactoras de acuerdo con las instrucciones del fabricante;
- empleo de dispositivos de protección.



771-E.4.4: Fijación de los cables calefactores

El cable calefactor se fijará por medio de distanciadores no metálicos, colocados en las extremidades donde el cable cambia de dirección. El distanciador será de material resistente a la corrosión y que no pueda producir daños a la aislación del cable. El radio de curvatura de los cables no deberá ser inferior a 6 veces el diámetro exterior de los mismos, cuando estos no tengan armadura y a 10 veces cuando tengan armadura.

771-E.4.5: Relación con otras instalaciones

El elemento calefactor deberá instalarse lo más lejos posible de las canalizaciones por donde están instalados cables y conductores de uso eléctrico, informático, de comunicaciones, de forma tal que el calor producido por el elemento calefactor no ponga en peligro o disminuya las condiciones de las aislaciones de aquellos cables. De no poderse evitar la influencia térmica de los elementos calefactores sobre los conductores y cables de energía, la sección de estos deberá ser dimensionada teniendo en cuenta esa mayor temperatura ambiente localizada (influencia externa).

771-E.5: Particularidades para instalaciones en el suelo de los cables calefactores

La temperatura de los cables calefactores no deberá ser superior, en las condiciones de utilización previstas, a los límites fijados en las normas del cable aislado de que se trate. La capacidad térmica de los materiales situados en la superficie del aislamiento térmico y la superficie emisora será inferior a $120 \text{ kJ} / \text{m}^2 \text{ K}$ ($29 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$). Las unidades calefactoras destinadas a ser empotradas o embutidas en un piso de hormigón o de un material similar deben tener como mínimo un grado de protección IPX7.

771-E.5.1: Colocación

Los cables colocados en el suelo, estarán embebidos en el mortero u hormigón. De existir una primera capa de hormigón esta podrá ser del tipo aislante. La segunda capa de hormigón, de tipo no aislante, deberá tener un espesor mínimo de 30 mm y será en la que se empotrarán o embutirán los cables calefactores.

El fraguado del hormigón no podrá acelerarse con el elemento calefactor, aunque sí su secado. Además del material aislante que se instale sobre el forjado (relleno con que se hacen las separaciones de los pisos de un edificio), deberá colocarse, en todo el perímetro del local, un zócalo aislante de espesor igual o superior a 1 cm, con una altura igual a la capa de mortero u hormigón en la que esté empotrado o embutido el elemento calefactor.

En caso de posible humedad, el material aislante deberá ir provisto de una barrera contra la humedad en su parte inferior; si existiese peligro de condensaciones también de una barrera anti-vapor. El contorno de los cables estará situado a una distancia mínima de 0,2 m de todas las paredes exteriores del local.

771-E.6: Particularidades para instalaciones de cables calefactores en el techo

Tratándose de sistemas de calefacción directa, es necesario reducir la masa de materiales de construcción calentada por el cable. La capacidad térmica de los materiales situados entre la superficie del aislamiento térmico y la superficie emisora será inferior a $180 \text{ kJ} / \text{m}^2 \text{ K}$ ($43 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$). Las unidades calefactoras destinadas a ser instaladas en los techos deben tener como mínimo un grado de protección IPX1.

771-E.6.1: Colocación

La altura mínima de los locales acondicionados por este sistema será de 3,5 m. El contorno de los cables calefactores instalados en el techo tendrá una distancia mínima de 0,4 m respecto a las paredes exteriores y de 0,2 m respecto a las paredes interiores. Las eventuales bocas para iluminación previstas en el techo, incluida las luminarias si son embutidas, deberán tener a su alrededor un espacio libre de 0,1 m por lo menos. Los elementos colocados en el techo estarán embebidos en la capa de recubrimiento que será como mínimo de 15 a 20 mm de espesor, y se aplicará en sentido paralelo a los cables. Se cuidará mucho que no se formen bolsas de aire en el recubrimiento en contacto con el cable.

771-E.7: Control

El termostato de control de las condiciones ambientales se situará preferentemente sobre una pared interior, a 1,5 m del suelo y no deberá estar expuesto a la radiación bien sea solar, de lámparas, de electrodomésticos, etc., ni a corriente de aire procedentes de puertas, ventanas o ventiladores. El diferencial de temperatura del termostato no deberá ser superior a 1,5 K. Si la intensidad de corriente del elemento calefactor fuera superior al poder de corte del termostato o si el circuito fuera trifásico, el termostato actuará sobre la bobina de un contactor de categoría de servicio adecuada y poder de corte suficiente situado en el tablero seccional o principal, aguas abajo del pequeño interruptor automático correspondiente al circuito. En locales de grandes dimensiones el proyectista justificará la colocación de más de un termostato tratando, en cualquier caso de optimizar el consumo energético.

771-E.8: Identificación

El instalador del sistema de calefacción debe proporcionar por cada sistema calefactor, un plano que contenga la siguiente información:

- Tipo de unidades calefactoras y su fabricante o proveedor
- Número de unidades calefactoras instaladas
- Longitud/área ocupada por los elementos calefactores
- Potencia asignada
- Densidad superficial de la potencia
- Distribución y disposición de los elementos calefactores en forma de esquema o plano
- Posición/profundidad de los elementos calefactores
- Ubicación de las cajas de empalme
- Conductores, pantallas y similares
- Área calefaccionada
- Tensión asignada
- Resistencia nominal o asignada en frío de los elementos calefactores
- Corriente asignada de los dispositivos de sobrecorriente
- Corriente asignada de los dispositivos diferenciales

Asimismo es recomendable que se indique:

- La resistencia de aislación de los elementos calefactores y la tensión de ensayo empleada
- Las capacidades de fuga.

De existir un tablero seccional para el sistema de calefacción, este plano deberá estar plastificado y dentro de ese tablero o adyacente al mismo.

De no ser así deberá formar parte del tablero o de los tableros desde los cuales se alimenta al sistema de calefacción.

Además se debe confeccionar un manual de utilización de los sistemas de calefacción por piso y techo, con el fin de informar al usuario del sistema. El contenido mínimo de ese manual se indica en 771-E.9.

Para evitar las influencias mutuas destructivas o dañinas, deben seguirse cuidadosamente las instrucciones de instalación del fabricante o proveedor durante el montaje del sistema de calefacción, teniendo en cuenta especialmente que los elementos calefactores no deberán atravesar las juntas de expansión del edificio o de la estructura.

Asimismo se debe tener en cuenta:

- a) El aumento de temperatura ambiente para las uniones frías de los circuitos de alimentación y de las conexiones de comando en las zonas calefaccionadas.
- b) Que los dispositivos de fijación de mamparas o cerramiento de locales no calefaccionados no deben impedir la radiación de calor en los locales calefaccionados.
- c) Que es responsabilidad del instalador del sistema de calefacción informar en forma fehaciente a todos los otros contratistas, las zonas donde existen los sistemas calefactores con el fin de evitar que se empleen elementos de fijación penetrantes (por ejemplo tornillos para detener las puertas).

771-E.9: Manual del usuario del sistema de calefacción

El instalador del sistema de calefacción debe suministrar una descripción del sistema de calefacción al propietario del edificio o a su representante después de finalizada la instalación.

La descripción debe incluir como mínimo la siguiente información:

- a) una descripción constructiva del sistema de calefacción, en particular la profundidad de los elementos calefactores;



- b) un plano o esquema de ubicación con información relativa:
 - 1 a la distribución de los circuitos de calefacción y a su potencia asignada,
 - 2 a la ubicación de los elementos calefactores en cada habitación,
 - 3 a las particularidades tomadas en cuenta para la instalación de los elementos calefactores, por ejemplo, las zonas no calefaccionadas, las zonas con calefacción complementaria, zonas no calefaccionadas reservadas para los dispositivos de fijación penetrantes en el revestimiento del suelo;
- c) los datos sobre equipos de control utilizados con los esquemas eléctricos de los circuitos, así como las diversas temperaturas del suelo y los sensores de temperatura exteriores, si los hubiera;
- d) los datos sobre el tipo de elementos calefactores y su temperatura máxima de funcionamiento.

El instalador debe garantizar al propietario que la descripción del sistema de calefacción incluye todos los elementos necesarios, por ejemplo, para los trabajos de reparación. Además, el propietario debe tener preparadas las instrucciones de uso destinadas al usuario del sistema de calefacción.

Una vez terminados los trabajos, el instalador del sistema de calefacción debe remitir las instrucciones necesarias al propietario o a su representante. De existir un tablero seccional para el sistema de calefacción, este plano deberá ser plastificado y estar dentro de ese tablero o adyacente al mismo, de no ser así deberá formar parte del tablero o de los tableros desde los cuales se alimenta al sistema de calefacción.

Las instrucciones de uso deben incluir como mínimo la siguiente información:

- 1 descripción del sistema de calefacción y de su funcionamiento;
- 2 funcionamiento de la instalación de calefacción en el período inicial de calentamiento de un nuevo edificio, por ejemplo para el secado;
- 3 funcionamiento del equipo de control del sistema de calefacción en locales habitables y en eventuales zonas de calefacción complementaria;
- 4 información sobre las limitaciones de ubicación de muebles o similares;
 - a) los revestimientos complementarios del suelo, por ejemplo, alfombras o moquetas de espesor superior a 10 mm que pueden llevar a temperaturas más elevadas del piso y perturbar la eficacia del sistema de calefacción,
 - b) los muebles que cubren completamente el suelo y/o los armarios integrados deberán ser colocados sólo en las zonas no calefaccionadas,
 - c) mobiliario tales como tapices, sillas y muebles de reposo que no cubren totalmente el suelo y que no pueden ser colocados en las eventuales zonas de calefacción complementaria;
- 5 en el caso de sistemas de calefacción por techo, son necesarias limitaciones referentes a la altura del mobiliario. Los armarios de pared (roperos) de la altura de la habitación sólo pueden ser colocados en zonas sin elementos calefactores de techo;
- 6 las posiciones dimensionadas de las zonas de calefacción complementarias y de las zonas de ubicación del mobiliario;
- 7 las advertencias para que ningún dispositivo penetrante, sea fijado en el piso o techo en caso de sistemas de calefacción. Se excluyen de esta prescripción las zonas no calefaccionadas. De ser posible, deben darse otras disposiciones de fijación.



ANEXO 771-F (Reglamentario)

Documentación técnica

Nota: El presente Anexo no contempla la documentación conforme a obra de las instalaciones eléctricas. Esta documentación podrá ser exigida según lo determine la autoridad de aplicación correspondiente.

771-F.1: Contenidos mínimos

Salvo distintas exigencias de la autoridad de aplicación correspondiente, como guía de contenidos mínimos considerados imprescindibles, considérese que todo proyecto debe incorporar los siguientes aspectos:

771-F.1.1: Síntesis del proyecto de la instalación, incluyendo los datos que permitan individualizar demanda de potencia, grado de electrificación, superficie total, cantidad y destino de los circuitos, secciones de los conductores, corrientes de proyecto, corriente presunta de cortocircuito en el punto de suministro y cantidad de bocas con su distribución ambiental.

771-F.1.2: Esquema unifilar de los tableros, incluyendo las características nominales y de accionamiento de los dispositivos de maniobra y protección, tales como corriente asignada, curva de actuación, capacidad de ruptura; sección de las líneas: principal, seccionales, de circuitos y de los conductores de protección; identificación de los circuitos derivados y corrientes de cortocircuito de cálculo en cada tablero.

Nota: En caso de no existir determinaciones de las autoridades de aplicación, se deberá remitir a la Norma IRAM 4504 (1990).

771-F.1.3: Plano o croquis de la instalación; con indicación de la superficie de cada ambiente; las canalizaciones con sus medidas, cableados y circuitos a los que pertenecen; ubicación y destino de cada boca; ubicación de la toma de tierra y canalización del conductor de puesta a tierra.

771-F.1.4: Listado de materiales de la instalación, indicando: marca de materiales, tipos normativos y, si correspondiera, forma de acreditación de la conformidad con normas.



ANEXO 771-G (Reglamentario)

Glosario

Nota: Las definiciones aquí enunciadas son al solo efecto de facilitar la interpretación de esta Sección de la Reglamentación. El glosario completo puede consultarse en AEA 90364-2.

Aislación (aislamiento) eléctrica (VEI 212-01-05) Es la parte de un producto electrotécnico que separa partes conductoras a diferentes potenciales eléctricos.
Aislación (material) (3.10 de AEA 91140) Se entiende por aislación (referido a un aislante) a un material, generalmente dieléctrico, destinado a impedir el pasaje o la conducción de la corriente eléctrica. <i>Nota: La aislación puede ser sólida, líquida o gaseosa (por ejemplo aire) o una combinación de ellas.</i>
Aislación básica o aislación principal (VEI 826-12-14 y 195-06-06) Aislación de las partes activas peligrosas que proporciona la protección básica (o protección principal). <i>Nota: Este concepto no se aplica a la aislación utilizada exclusivamente por razones funcionales.</i>
Aislación funcional (VEI 195-02-41) Aislación entre partes conductoras, necesaria para el correcto funcionamiento del equipo, material o dispositivo.
Aislación reforzada (VEI 826-12-17 y 195-06-09) Aislación de las partes activas peligrosas que proporciona un grado de protección contra los choques eléctricos equivalente a la doble aislación. <i>Nota: La aislación reforzada puede comprender varias capas que no pueden ser ensayadas individualmente como la aislación básica o la aislación suplementaria.</i>
Aislación suplementaria (VEI 826-12-15 y 195-06-07) Aislación independiente prevista, además de la aislación básica, como protección en caso de defecto.
Aparato o dispositivo de conexión (VEI 441-14-01) Dispositivo o aparato destinado a establecer o a interrumpir la corriente en uno o varios circuitos eléctricos. <i>Nota: Un aparato de conexión puede efectuar una de estas maniobras o las dos.</i>
Aparato o dispositivo mecánico de conexión (VEI 441-14-02) Dispositivo o aparato de conexión destinado a cerrar o abrir uno o varios circuitos eléctricos por medio de contactos separables. <i>Nota: Todo aparato mecánico de conexión puede ser designado en función del medio en el cual sus contactos se abren y se cierran, por ejemplo: aire, SF₆, aceite.</i>
Aparato o equipo estacionario; aparato o equipo semifijo (VEI 826-16-06) Aparato instalado en una posición fija, o equipo eléctrico no provisto con asa o manija para el transporte y que tiene una masa (inercial) tal que no puede ser movido fácilmente. <i>Nota: El valor de esta masa es de 18 kg en las normas IEC relativas a los aparatos electrodomésticos</i>
Aparato o equipo fijo; equipo instalado en forma fija (VEI 826-16-07) Equipo eléctrico sujeto a un soporte o fijado de otro modo en una ubicación específica.
Aparatos de maniobra, comando y protección (VEI 826-16-03) En Francia "appareillage", en inglés (en Europa) "switchgear and controlgear" y en España "aparamenta". Material, componente, dispositivo o equipo eléctrico destinado a ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de realizar una o varias de las siguientes funciones: protección, comando, seccionamiento, conexión. <i>En el VEI 441-11-01 se define "Aparatos de maniobra y conexión: Término general aplicable a los aparatos de conexión y a su combinación con aparatos de comando, de medida, de protección y de regulación asociados a ellos, así como a los conjuntos de tales aparatos con las conexiones, los accesorios y las envolventes correspondientes.</i> <i>En el VEI 441-11-02 se define "Aparatos de conexión": Término general aplicable a los aparatos de conexión y a su combinación con aparatos de comando, de medida, de protección y de regulación asociados a ellos, así como a los conjuntos de tales aparatos con las conexiones, accesorios, envolventes y soportes correspondientes, destinados en principio a ser utilizados en el campo de la producción, transporte, distribución y de la transformación de la energía eléctrica.</i> <i>En el VEI 441-11-03 se define "Aparatos de comando o maniobra": Término general aplicable a los aparatos de conexión y a su combinación con aparatos de comando, de medida, de protección y de regulación asociados a ellos, así como a los conjuntos de tales aparatos, con las conexiones, los accesorios, las envolventes y los soportes correspondientes, destinados en principio al mando de los aparatos que emplean energía eléctrica.</i>



Aparatos de utilización (receptores o equipos que utilizan electricidad) (VEI 826-16-02)

Materiales, componentes o equipos eléctricos destinados a convertir o transformar la energía eléctrica en otra forma de energía, por ejemplo energía luminosa, energía calorífica, energía mecánica, etc.

Batería o acumulador eléctrico (VEI 486-01-01)

Sistema electroquímico capaz de almacenar en forma química la energía eléctrica recibida y capaz de devolverla por una conversión o transformación inversa.

Batería (de acumuladores) o batería (recargable) (VEI 486-01-03)

Dos o más elementos de acumuladores conectados entre sí y utilizados como fuente de energía eléctrica.

Batería o acumulador de plomo ácido (VEI 486-01-04)

Batería en la cual los electrodos están contruidos en base a plomo y el electrolito está constituido por una solución de ácido sulfúrico.

Batería alcalina o acumulador alcalino (VEI 486-01-05)

Batería en la cual el electrolito está constituido por una solución alcalina.

Batería de níquel-cadmio (VEI 486-01-07)

Batería alcalina en la cual el material positivo está contruido en base a níquel y el material negativo en base a cadmio.

Barra de equipotencialidad (VEI 826-13-35)

Barra que es parte de una red equipotencial, que permite la conexión eléctrica de un cierto número de conductores con el propósito de lograr interconexiones equipotenciales.

Barra o bornera (o terminal o barra) principal de tierra (VEI 826-13-15 y 195-02-33)

Barra o terminal (o juego de terminales) o bornera (juego de bornes) que forma parte de la instalación de puesta a tierra de una instalación y hace posible la conexión eléctrica de un cierto número de conductores con propósitos de puesta a tierra.

Barrera de protección (eléctrica) (VEI 826-12-23 y 195-06-15)

Parte que proporciona protección contra los contactos directos en todas las direcciones habituales de acceso.

Borne (o terminal o barra) de equipotencialidad (VEI 826-13-34 y 195-02-32)

Borne (o terminal o barra) con que viene provisto un dispositivo, material o equipo y que está destinado a ser conectado eléctricamente a la red de interconexión equipotencial.

Borne (o terminal o barra) de tierra (VEI 195-02-31)

Barra, terminal o borne incorporado en un equipo o dispositivo que tiene como objetivo ser conectado eléctricamente con la instalación de puesta a tierra.

Canalización eléctrica (VEI 826-15-01)

Conjunto constituido por uno o más conductores eléctricos aislados, cables o juego de barras y los elementos o componentes que aseguran su fijación o soporte y, cuando es necesario, su protección mecánica.

Canalización en general

Elementos o componentes de una instalación eléctrica destinados a conducir y/o soportar cables y conductores de electricidad, de telefonía, de CCTV, de alarmas de robo, incendio, de datos, automatización, etc. y, cuando es necesario, brindarle protección contra influencias externas tales como protección contra daños mecánicos, ingreso de cuerpos sólidos, agua, etc.

Los distintos sistemas de canalización pueden ser:

caños rígidos de sección circular (conduit),
sistemas de cable canales (cable trunking system),
cañerías flexibles,
conductos,

bandejas portacables,

en todos los casos metálicos o no metálicos y todo otro elemento normalizado y sus accesorios y elementos de fijación, para contener conductores.

Carga de una batería (VEI 486-01-11)

Es una operación durante la cual una batería recibe energía, desde un circuito eléctrico externo, que es convertida o transformada en energía química.

Choque eléctrico (VEI 826-12-01 y 195-01-04)

Efecto fisiológico resultante del paso de una corriente eléctrica a través del cuerpo de un ser humano o de un animal.



Circuito de distribución (en inmuebles) (VEI 826-14-02)

Circuito eléctrico que alimenta a uno o más tableros de distribución.

En un inmueble, los tableros de distribución se pueden dividir en tablero principal, en tableros seccionales, en tableros subseccionales, de iluminación, de fuerza motriz, etc.

Circuito terminal (en inmuebles) (branch circuit en USA) (VEI 826-14-03)

Circuito eléctrico destinado a alimentar directamente a los aparatos o equipos de utilización o a los tomacorrientes.

Combinado-fusibles (VEI 441-14-04)

Combinación en un solo aparato montado por el fabricante, o según sus indicaciones, de un aparato mecánico de conexión y de uno o más fusibles.

Nota: Este término es un término general para los aparatos de conexión con fusibles (véanse las seis definiciones siguientes).

Condición de defecto simple o de primer defecto (2.8 de IEC Guide 104)

Es la condición en la cual un medio de protección contra los riesgos o peligros está defectuoso o se presenta un defecto que puede causar un riesgo o peligro.

Condición normal (2.7 de IEC Guide 104)

Es la condición en la cual todos los medios de protección están intactos.

Condiciones de defecto simple (4.2 de AEA 91140)

Se considerarán defectos simples aquellos que

- causan que una parte activa o viva, accesible no peligrosa se vuelva una parte activa peligrosa (por ejemplo en razón de una falla en la limitación de la corriente de contacto en régimen permanente y de la carga eléctrica), o
- causan que una masa eléctrica que no está activa o viva en condiciones normales se vuelva (peligrosamente) activa (por ejemplo debido a una falla entre la aislación básica y las masas), o
- causan que una parte activa peligrosa se torne accesible (por ejemplo por falla mecánica de una envolvente).

Para satisfacer la regla fundamental en condiciones de defecto simple, es necesaria una protección en caso de defecto. Esta protección puede ser realizada por

- una medida de protección adicional, independiente de la medida de protección básica o
- una medida de protección reforzada que proporciona a la vez la protección básica y la protección en caso de defecto

tomando en cuenta todas las influencias apropiadas.

Las prescripciones para las medidas de protección en caso de defecto están indicadas en "Medidas de protección en caso de defecto".

Nota: Para instalaciones, redes, sistemas y equipos de baja tensión, la protección en caso de defecto corresponde generalmente, en esta Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la AEA, a la protección contra los contactos indirectos, fundamentalmente en lo que respecta a la falta o a la falla de la aislación básica.

Conductor (VEI 826-14-06 y 195-01-07)

Parte conductora destinada a conducir una corriente eléctrica específica.

Conductor de (inter)conexión de protección, conductor de equipotencialidad (VEI 826-13-24 y 195-02-10)

Conductor de protección previsto para realizar una (inter)conexión equipotencial de protección.

Conductor de línea (VEI 826-14-09 y 195-02-08)

Conductor bajo tensión o energizado en servicio normal y capaz de contribuir a la transmisión o distribución de la energía eléctrica, pero que no es un conductor neutro ni un conductor de punto medio.

Antiguamente llamado conductor de fase, definición que en la actualidad está desaconsejada

Conductor de protección (identificación: PE) (VEI 826-13-22 y 195-02-09)

Conductor previsto con fines de seguridad, por ejemplo protección contra los choques eléctricos.

Nota: En una instalación eléctrica, el conductor identificado como PE es normalmente también considerado como conductor de puesta a tierra de protección (ver 826-13-23).

Conductor de puesta a tierra (VEI 826-13-12 y 195-02-03 modificado)

Conductor que proporciona un camino conductor, o parte de un camino conductor, entre un punto dado de una red, de una instalación o de un componente eléctrico y una toma de tierra o una red de tomas de tierra.

Nota: En la instalación eléctrica de un inmueble, el "punto dado" es generalmente la barra (o borne) principal de tierra; el conductor de puesta a tierra interconecta este punto con el electrodo de tierra (toma de tierra) o con la red de electrodos de tierra.

Conductor de puesta a tierra de protección (VEI 826-13-23 y 195-02-11)

Conductor de protección previsto para realizar la puesta a tierra de protección.

Conductor de puesta a tierra de protección y de conexión (equipotencial) funcional (VEI 195-02-18)

Conductor que combina las funciones de conductor de puesta a tierra de protección y de conductor de conexión funcional.

Conductor de puesta a tierra de protección y de puesta a tierra funcional (VEI 195-02-17)

Conductor que combina las funciones de conductor de puesta a tierra de protección y de conductor de puesta a tierra funcional.



Conductor de puesta a tierra funcional (VEI 826-13-28 y 195-02-15) Conductor de puesta a tierra empleado para proveer puesta a tierra funcional.
Conductor neutro (VEI 826-14-07 y 195-02-06) Conductor conectado eléctricamente al punto neutro y capaz de contribuir a la distribución de energía eléctrica.
Contacto directo (VEI 826-12-03 y 195-06-03) Contacto eléctrico de las personas o los animales con partes activas.
Contacto indirecto (VEI 826-12-04 y 195-06-04) Contacto eléctrico de las personas o los animales con masas eléctricas (partes conductoras accesibles) que se han puesto activas o bajo tensión a continuación de una falla o defecto.
Contactor (mecánico) (VEI 441-14-33) Aparato mecánico que tiene una sola posición de reposo, de mando no manual (accionado por un medio distinto que la mano), capaz de establecer, soportar, e interrumpir las corrientes en condiciones normales del circuito, incluyendo las de sobrecarga en servicio.
Corriente (permanente) admisible [“(continuous) current-carrying capacity” según IEC o ampacity (ampacidad) según NEC] (VEI 826-11-13) Valor máximo de corriente eléctrica que puede ser transportado (que puede circular) continuamente (en forma permanente) por un conductor, por un dispositivo o por un aparato, bajo condiciones determinadas, sin que su temperatura de régimen permanente supere un valor especificado.
Corriente asignada de un dispositivo Es la corriente indicada por el fabricante del dispositivo como la intensidad que el mismo puede soportar en servicio ininterrumpido a una temperatura de referencia indicada por la norma del dispositivo. <i>Nota: Para los conductores se considera que la corriente asignada es igual a la corriente (permanente) admisible.</i>
Corriente de cortocircuito (VEI 826-11-16 y 195-05-18) Corriente eléctrica en un cortocircuito determinado
Corriente de falla o corriente de defecto (VEI 826-11-11) Corriente que circula a través de un punto dado de falla como resultado de un defecto de aislación
Corriente de fuga (VEI 826-11-20 y 195-05-15) Corriente eléctrica que, en condiciones normales de funcionamiento o servicio, circula a través de un camino eléctrico no deseado.
Corriente de proyecto (de un circuito eléctrico) o corriente de empleo (de un circuito eléctrico) (VEI 826-11-10) Corriente eléctrica a ser transportada por un circuito, en funcionamiento normal.
Corriente de sobrecarga (de un circuito eléctrico) (VEI 826-11-15) Sobreintensidad que se produce en un circuito eléctrico que no es causada por un cortocircuito ni por una falla a tierra.
Corriente diferencial (o corriente diferencial residual o corriente residual) (VEI 826-11-19) Suma algebraica de los valores de la corriente eléctrica en todos los conductores activos, en el mismo instante en un punto dado de un circuito eléctrico de una instalación eléctrica.
Corta-circuitos fusible (fusible) (VEI 441-18-01) Aparato cuya función es abrir, por la fusión de uno o de varios de sus elementos concebidos y calibrados a este efecto, el circuito en que está insertado, cortando la corriente cuando ésta sobrepasa durante un tiempo suficiente un valor dado. El fusible comprende todas las partes que constituyen el aparato completo.
Corte automático de la alimentación (VEI 826-12-18 y 195-04-10) (también desconexión automática de la alimentación o apertura automática de la alimentación) Interrupción de uno o más de los conductores de línea efectuada por la operación automática de un dispositivo de protección en caso de defecto o falla. <i>Nota: Esto no necesariamente significa la interrupción de todos los conductores de la alimentación.</i>
Cortocircuito (VEI 826-14-10 y 195-04-11) Camino conductor accidental o intencional entre dos o más partes conductoras, forzando a que la diferencia de potencial eléctrico entre esas partes conductoras sea igual a cero o cercana a cero. Cortocircuito. (VEI 151-03-41) <i>Conexión accidental o intencionada de dos o más puntos de un circuito con tensiones o potenciales eléctricos diferentes, por intermedio de una resistencia o una impedancia de pequeño valor.</i>
Descarga de una batería (VEI 486-01-12) Es una operación durante la cual una batería entrega corriente eléctrica a un circuito exterior mediante la conversión o transformación de energía química en energía eléctrica.
Dispositivo de protección contra sobreintensidades (VEI 826-14-14) Dispositivo destinado a interrumpir un circuito eléctrico en el caso que la corriente en el (los) conductor(es) del circuito eléctrico sobrepase un valor predeterminado durante un lapso especificado.



Envolvente o envoltura (VEI 826-12-20 y 195-02-35)

Es un alojamiento que proporciona el tipo y grado de protección apropiado para la aplicación prevista.
También se define en el VEI 441-13-01 dedicado a Aparatos de maniobra, de comando y fusibles lo siguiente:
Envoltura (de un conjunto). Parte de un conjunto que proporciona un grado de protección especificado a los materiales o equipos contra ciertas influencias externas y un grado de protección especificado contra la proximidad o el contacto con las partes activas o contra el contacto con piezas en movimiento.

Envolvente o envoltura eléctrica (VEI 826-12-21 y 195-06-13)

Envoltura que proporciona protección contra los riesgos previsibles creados por la electricidad.

Envolvente o envoltura de protección (eléctrica) (VEI 826-12-22 y 195-06-14)

Envoltura eléctrica que rodea las partes internas de los equipos o materiales para impedir el acceso a las partes activas peligrosas desde cualquier dirección.

Nota: Además, una envoltura proporciona generalmente protección contra influencias internas o externas, por ejemplo, ingreso de polvo o agua o una protección contra daños mecánicos.

Equipotencialidad (VEI 826-13-18 y 195-01-09)

Se establece cuando diferentes partes conductoras están a un potencial eléctrico sensiblemente igual.

Fusible (Corta-circuitos fusible) (VEI 441-18-01)

Aparato cuya función es abrir, por la fusión de uno o de varios de sus elementos concebidos y calibrados a este efecto, el circuito en que está insertado, cortando la corriente cuando ésta sobrepasa durante un tiempo suficiente un valor dado. El fusible comprende todas las partes que constituyen el aparato completo.

Nota: En todos los casos el fusible será encapsulado y deberá ser desechado luego de su fusión, y el fusible deberá tener una capacidad de ruptura igual o mayor a la calculada para su punto de utilización para la tensión de servicio.

Fusible-Interruptor (VEI 441-14-17)

Interruptor en el que el contacto móvil está formado por un elemento recambiable o por portafusibles con su elemento recambiable.

Fusible-Interruptor (VEI 441-14-17)

Interruptor en el que el contacto móvil está formado por un elemento recambiable o por portafusibles con su elemento recambiable.

Fusible-Interruptor-Seccionador (VEI 441-14-19)

Interruptor-seccionador en el que el contacto móvil está formado por un elemento recambiable o por portafusibles con su elemento recambiable.

Fusible-Seccionador (VEI 441-14-18)

Seccionador en el que el contacto móvil está formado por un elemento recambiable o por portafusibles con su elemento recambiable.

Instalación de puesta a tierra (VEI 826-13-04 y 195-02-20)

Conjunto de conexiones eléctricas y dispositivos involucrados en la puesta a tierra de una red, de una instalación o de un componente o equipo eléctrico.

Instalación eléctrica (VEI 826-10-01)

Conjunto de componentes, materiales y equipos eléctricos asociados que tienen sus características coordinadas para cumplir un propósito determinado.

Interruptor (mecánico) (VEI 441-14-10)

Aparato o dispositivo mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, comprendidas circunstancialmente las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio, así como de soportar durante un tiempo determinado corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito tales como las de cortocircuito

Nota: Un interruptor puede ser capaz de establecer corrientes de cortocircuito pero no de interrumpirlas.

Interruptor automático (VEI 441-14-20)

Aparato o dispositivo mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, así como de establecer, soportar durante un tiempo determinado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito tales como las de cortocircuito

Interruptor automático limitador de corriente (VEI 441-14-21)

Interruptor automático en el que el tiempo de corte es particularmente breve a fin de conseguir que la intensidad de cortocircuito no pueda alcanzar su máxima amplitud o valor de cresta.

Interruptor con fusibles (VEI 441-14-14)

Interruptor en que uno o más polos poseen un fusible en serie, en un aparato combinado.

Interruptor-seccionador (441-14-12)

Interruptor que, en su posición de apertura, satisface las condiciones de aislamiento especificadas para un seccionador.

Interruptor-Seccionador con Fusibles (VEI 441-14-16)

Interruptor-seccionador en el que uno o más polos poseen un fusible en serie, en un aparato combinado.



Masa o masa eléctrica (de una instalación eléctrica) (o parte conductora expuesta o parte conductora accesible) (VEI 826-12-10 y 195-06-10)

Parte conductora de un equipo o material (eléctrico), susceptible de ser tocada, y que normalmente no está bajo tensión, pero que puede ponerse bajo tensión o hacerse activa cuando la aislación básica falla o fracasa.

Nota: "La parte conductora de un equipo eléctrico que sólo puede ponerse bajo tensión a través de una masa eléctrica intermedia que se ha puesto bajo tensión, no se considera masa eléctrica."

Materiales, equipos e instalaciones de Clase 0 (ver AEA 91140)

Materiales, equipos e instalaciones de Clase I (ver AEA 91140)

Materiales, equipos e instalaciones de Clase II (ver AEA 91140)

Materiales y equipos Clase III (ver AEA 91140)

Materiales, componentes o equipos eléctricos (VEI 826-16-01)

Elementos empleados para propósitos diversos como la generación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica y tales como las máquinas eléctricas, transformadores, aparatos de maniobra, comando y protección, instrumentos de medición, dispositivos de protección, conductores, cables, caños y otros elementos de los sistemas de canalización, aparatos de utilización (receptores o equipos que utilizan electricidad) tales como herramientas eléctricas, electrodomésticos, etc.

Muy baja tensión (MBT o ELV en inglés de extra-low voltage) (VEI 826-12-30) (AEA 91140 mod.)

Tensión que no excede los límites especificados en la banda I de IEC 60449.

Obstáculo de protección (eléctrica) (VEI 826-12-24 y 195-06-16)

Elemento que impide un contacto directo fortuito o no intencional, pero no evita el contacto directo por una acción deliberada.

Origen de una instalación eléctrica en BT (VEI 826-10-02)

Punto de suministro de la energía eléctrica en BT a una instalación.

Nota 1: Una instalación eléctrica puede tener más de un origen.

Nota 2: En general la entrega de la energía eléctrica en BT se efectúa desde una red de distribución pública de electricidad en BT; en esos casos, en esta Reglamentación se establece como el punto origen de una instalación eléctrica, los bornes de entrada del interruptor principal de la instalación. Los diferentes entes de aplicación podrán modificar esta definición según las regulaciones locales.

En los casos de autoproducción de energía se entiende, a los fines de esta Reglamentación, que el origen de la instalación utilizadora son los bornes de salida del generador o del transformador si existiera.

Parte activa (VEI 826-12-08 y 195-02-19)

Conductor o parte conductora destinada a estar bajo tensión (o energizada) en servicio normal, incluyendo al conductor neutro, pero por convención no a los conductores PEN, PEM o PEL.

Nota 1: Este concepto no necesariamente implica un riesgo de choque eléctrico.

Nota 2: Las definiciones de PEM y PEL se dan en 195-02-13 y 195-02-14.

Parte activa peligrosa (VEI 826-12-13 y 195-06-05)

Parte activa que, bajo ciertas condiciones, puede provocar un choque eléctrico dañino.

Parte conductora (VEI 826-12-09 y 195-01-06)

Parte capaz de conducir una corriente eléctrica.

Partes simultáneamente accesibles (VEI 826-12-12)

Conductores o partes conductoras que pueden ser tocadas simultáneamente por una persona o un animal.

Nota: Las partes simultáneamente accesibles pueden ser

Las partes activas,

Las masas eléctricas

Las masas extrañas

Los conductores de protección

El suelo o un piso conductor

Persona calificada (eléctricamente); operario calificado (eléctricamente) (VEI 826-18-01 y 195-04-01)

Persona con la formación y experiencia apropiada para permitirle percibir los riesgos y evitar los peligros que puede crear la electricidad.

Esta definición corresponde a la condición de influencia externa BA5 que se indica en 322.1 y en 512.2.16 de esta Reglamentación. En la cláusula 322.1 "Capacidad de las personas", se define como BA5 a las "personas con conocimiento técnico o suficiente experiencia como para evitar por sí mismos los peligros que la electricidad pueda crear" y se indican a los Técnicos e Ingenieros dentro de esa categoría.

Persona común; persona normal (VEI 826-18-03 y 195-04-03)

Persona que no es, ni una persona calificada ni una persona instruida desde el punto de vista eléctrico.

Persona instruida (eléctricamente); operario formado (eléctricamente) (VEI 826-18-02 y 195-04-02)

Persona suficientemente informada o supervisada por personas calificadas eléctricamente para permitirle percibir los riesgos y evitar los peligros que puede crear la electricidad.

Esta definición corresponde a la condición de influencia externa BA4 que se indica en 322.1 y en 512.2.16 de esta Reglamentación. En la cláusula 322.1 "Capacidad de las personas", se define como BA4 a las "personas adecuadamente entrenadas o supervisadas por personal calificado, de forma que les permita evitar los peligros que la electricidad pueda crear" y se indica al personal de operación y mantenimiento dentro de esa categoría.



Poder de corte o capacidad de ruptura en cortocircuito (VEI 441-17-11)

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

Poner a tierra (VEI 826-13-03 y 195-01-08)

Establecer o realizar una conexión eléctrica entre un punto dado de una red eléctrica, de una instalación o de un material y una tierra local.

Nota: La conexión a la tierra local puede ser:

intencional, o

no intencional o accidental

y puede ser permanente o temporaria.

Protección adicional (complementaria) (VEI 826-12-07)

Medida de protección adicional (o complementaria) a la protección básica y/o a la protección en caso de defecto

Nota: Generalmente es empleada una protección adicional en casos de influencias externas especiales o en lugares especiales, dado que, bajo ciertas circunstancias, por ejemplo en los casos de empleo imprudente de la energía eléctrica, con el empleo de una protección adicional se pueden evitar o atenuar situaciones peligrosas.

Protección básica (o protección principal) (VEI 826-12-05 y 195-06-01)

Protección contra los choques eléctricos en ausencia de falla o defecto

Nota: Para las instalaciones eléctricas, redes, sistemas y equipos de baja tensión, la protección básica corresponde generalmente, a la protección contra los contactos directos.

Protección contra los choques eléctricos (VEI 826-12-02 y 195-01-05)

Provisión (conjunto) de medidas que reducen el riesgo de choque eléctrico

Puesta a tierra de protección (VEI 826-13-09 y 195-01-11)

Puesta a tierra de uno o más puntos de una red eléctrica, de una instalación, de un equipo o de un material, por razones de seguridad eléctrica.

Puesta a tierra funcional (VEI 826-13-10 y 195-01-13)

Puesta a tierra de uno o más puntos de una red eléctrica, de una instalación, de un equipo o de un material, por razones diferentes a la seguridad eléctrica.

Regla fundamental de protección contra los choques eléctricos (AEA 91140)

Las partes activas peligrosas no deberán ser accesibles y las masas eléctricas o partes conductoras expuestas o accesibles no deberán volverse activas peligrosas

ni en condiciones normales (funcionando en la forma prevista o en el uso proyectado y en ausencia de defecto) (ver "uso proyectado" y "condición normal"),

ni en las condiciones de defecto simple (ver "condición de defecto simple")

Nota 1: Las reglas de accesibilidad para las personas comunes pueden diferir de aquellas establecidas para las personas instruidas o capacitadas eléctricamente (BA4 y BA5) y también pueden variar para diferentes productos y lugares.

Nota 2: Para las instalaciones, redes, materiales y equipos de alta tensión (tensiones superiores a 1 kV), el ingreso a la zona peligrosa es considerado como equivalente al contacto con partes activas peligrosas.

Resistencia de aislación (VEI 212-01-06)

Es la resistencia medida, en condiciones especificadas, entre dos cuerpos conductores separados por un material aislante.

Resistencia de puesta a tierra (VEI 826-13-17 y 195-01-18)

Parte real de la impedancia de puesta a tierra.

Seccionador (IEC 60947-1)

Aparato mecánico de conexión que cumple o satisface, en posición de abierto, las prescripciones especificadas para la función de seccionamiento.

Nota: Esta definición difiere de la del VEI 441-14-05, porque las prescripciones para la función de seccionamiento no se basan únicamente en una distancia de seccionamiento.

Seccionador (VEI 441-14-05)

Aparato mecánico de conexión que asegura, en la posición de abierto, una distancia de aislación, separación o seccionamiento, en concordancia con los requerimientos especificados.

Nota: Un seccionador es capaz de abrir y cerrar un circuito cuando una corriente de intensidad despreciable es interrumpida o establecida o bien cuando no se produce ningún cambio notable de la tensión en los bornes de c/u de los polos del seccionador. El seccionador es también capaz de soportar o transportar corriente en las condiciones normales del circuito y es también capaz de transportar durante un tiempo especificado corrientes anormales del circuito tales como las corrientes de cortocircuito.

Seccionador con fusibles (VEI 441-14-15)

Seccionador en el que uno o más polos poseen un fusible en serie, en un aparato combinado.

Seccionamiento (VEI 826-17-01)

Función destinada a dejar sin tensión, por razones de seguridad, toda una instalación eléctrica o una parte de ella, separando toda la instalación eléctrica o una parte de ella de toda fuente de energía eléctrica.



Sistema de canales de cables (cablecanal o canaleta) (VEI 826-15-04 y 442-02-34 mod.) (cable trunking system en inglés)

Conjunto o sistema de envoltentes cerradas que incluyen una base con una tapa removible, destinado a rodear y proteger por completo a conductores aislados y cables y alojar en forma ordenada (incluyendo la separación o segregación) otros materiales eléctricos, comprendiendo materiales de tecnología de la información.
Los cablecanales cerrados indicados deben responder a IEC 61084. Los cablecanales ranurados, que deben responder a la misma Norma, solamente pueden emplearse dentro de tableros eléctricos.

Sistema de conductos o conductos (VEI 826-15-05 y 442-02-35) (cable ducting system en inglés)

Conjunto o sistema de envoltentes cerradas, de sección no circular destinado a la instalación o reemplazo de conductores aislados y/o cables por arrastre o tirado en instalaciones eléctricas.

Sistema MBTS (VEI 826-12-31 y 3.26.1 de AEA 91140)

Es un sistema eléctrico en el cual la tensión no puede exceder la muy baja tensión MBT, bajo condiciones normales, y bajo condiciones de defecto simple, incluyendo defectos a tierra en los otros circuitos eléctricos.
Nota: Para esta Reglamentación MBTS es la abreviatura de "Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra" en lugar de la anterior denominación "Muy Baja Tensión de Seguridad".

Sobrecorriente o sobreintensidad (VEI 826-11-14)

Corriente eléctrica superior a la corriente eléctrica asignada.

Nota 1: Para los conductores se considera que la corriente asignada es igual a la corriente (permanente) admisible

Nota 2: Una sobrecorriente puede producir o no, efectos dañinos, dependiendo de la magnitud y duración.

Nota 3: Las sobrecorrientes pueden ser el resultado de sobrecargas debidas a los aparatos utilizadores o a fallas o defectos tales como cortocircuitos o fallas a tierra.

Tablero de distribución (VEI 826-16-08 modificado)

Conjunto señalización diferentes tipos de aparatos de maniobra, comando, protección y señalización, asociados con uno o más circuitos eléctricos de salida alimentados por uno o más circuitos de entrada incluyendo, si corresponde bornes para los conductores activos (incluyendo el neutro) y para los conductores de protección.
En un inmueble, los tableros de distribución se pueden dividir en tablero principal, en tableros seccionales, en tableros subseccionales, de iluminación, de fuerza motriz, etc.

Temperatura ambiente (VEI 826-10-03)

Temperatura media del aire o de otro medio en la vecindad del material o equipo.

Nota: durante la medición de la temperatura ambiente el instrumento o la sonda de medición debe ser protegida de las corrientes de aire y de la radiación de calor.

Tensión compuesta, tensión de línea, tensión entre líneas, (en una red trifásica) (VEI 195-05-01 y 601-01-29 modificado)

Tensión entre dos conductores de línea en un punto dado de un circuito eléctrico.

Tensión nominal (de una instalación eléctrica) (VEI 826-11-01)

Valor de la tensión para la cual, la instalación eléctrica o parte de ella, está proyectada e identificada

Tensión simple; tensión línea-neutro (VEI 195-05-02 y 601-01-30 modificado)

Tensión entre un conductor de línea y el conductor neutro en un punto dado de un circuito eléctrico de corriente alterna.

Toma de tierra independiente; electrodo de tierra independiente (VEI 826-13-07 y 195-02-02)

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 los otros electrodos de tierra.

Toma de tierra; electrodo de tierra (VEI 826-13-05 y 195-02-01 modificado)

Parte conductora que puede estar incorporada en el suelo o en un medio conductor particular, por ejemplo concreto o coque, en contacto eléctrico con la Tierra.

Uso proyectado (3.13 ISO/IEC Guide 51)

Es el uso de un producto, un proceso o un servicio de acuerdo con la información proporcionada por el proveedor.

Valor asignado (VEI 151-04-03 y 442-01-01)

Valor de una magnitud fijada, generalmente por el fabricante, para una condición de funcionamiento especificada de un componente, un dispositivo, un equipo o un material

Valor nominal (VEI 151-04-01 y 442-01-04)

Valor aproximado apropiado de una magnitud utilizado para denominar o identificar un componente, un dispositivo, un equipo o un material

Zona al alcance de la mano (también volumen de accesibilidad al contacto) (VEI 826-12-19 y 195-06-12)

Zona que se extiende entre los puntos de la superficie en la que habitualmente las personas permanecen o circulan, y los límites que una persona puede alcanzar con la mano, en cualquier dirección, sin asistencia o medio auxiliar.

Zona de acceso limitado; área de acceso restringido (VEI 826-18-04 y 195-04-04 modificado)

Zona o área accesible solo a personas calificadas eléctricamente y a personas eléctricamente instruidas.

Para el VEI 195-04-04 es una: "Zona o área accesible solo a personas calificadas eléctricamente y a personas eléctricamente instruidas, provistas de la autorización adecuada"



ANEXO 771-H (Informativo)

Guía práctica para cálculos en instalaciones

771-H.1: Tabla resumen para determinar la sección de conductores

Tabla 771-H.1

Paso	Cláusula del paso	Dato origen	Cláusula del dato origen	Cálculo	Resultado	Obs.
Determinación de la corriente de proyecto I_B	<u>771.19.3 a)</u>	DPMS [VA] (del circuito considerado)	<u>771.9</u>	$DPMS / 220$	I_B	Circuito monofásico
				$DPMS / \sqrt{3} \cdot 380$	I_B	Circuito trifásico
Elección del conductor a partir de su corriente máxima admisible I_Z	<u>771.19.3 b) y c)</u>	I_B	<u>771.19.3 a)</u>	$I_Z \geq I_B$	S I_Z	Tener en cuenta las condiciones de instalación
Elección de la corriente asignada del dispositivo de protección I_n	<u>771.19.3 d)</u>	I_B I_Z	<u>771.19.3 a), b) y c)</u>	$I_B \leq I_n \leq I_Z$	I_n	Tener en cuenta I_r en aparatos regulables
Verificación de la actuación de la protección por sobrecarga	<u>771.19.3 e)</u>	I_Z	<u>771.19.3 b) y c)</u>	$I_2 \leq 1,45 I_Z$	S_1	Si no verifica cambiar sección o aislación
Determinación de la corriente de cortocircuito máxima I_k''	<u>771.19.3 f)</u>	Empresa distribuidora o potencia del transformador	<u>771.19.2.2</u>	Calcular o utilizar tablas según se indica en <u>771.H.2.2</u>	I_k''	.
Verificación por máxima exigencia térmica	<u>771.19.2.2.3</u>	I_k'' , $I^2 \cdot t$ t , S , k	<u>771.19.2.2.3</u>	$k^2 \cdot S^2 \geq I^2 \cdot t$ $S \geq \frac{I \cdot \sqrt{t}}{k}$	S_2	Si $S_2 > S_1$ entonces $S = S_2$
Verificación de la actuación de la protección por corriente mínima de cortocircuito $I_{k \min}$	<u>771.19.3 g)</u>	I_k'' , S , I_n Curvas fijas Regulaciones instantáneas	<u>771.19.2.2.4</u>	Calcular o utilizar tablas: <u>771-H.VII</u> <u>771-H.VIII</u>	S_3	Si $S_3 > S$ entonces $S = S_3$
Verificación de la caída de tensión en el extremo del circuito	<u>771.19.3 h)</u>	I_B	<u>771.9</u> Consideraciones de proyecto	<u>771.19.7</u> a), b) y c)	S_4	Si $S_4 > S$ entonces $S = S_4$

Referencias: DPMS = Demanda de potencia máxima simultánea del circuito considerado [VA]; I_B = Intensidad de proyecto definitiva [A] (pudiendo ser monofásico o trifásico según el sistema); I_n = Intensidad de corriente asignada del dispositivo de protección contra las sobrecargas y los cortocircuitos [A]; I_Z = Intensidad máxima admisible por el conductor eléctrico en las condiciones elegidas de instalación [A]; I_2 = Intensidad de corriente de fusión del fusible o de operación segura de la protección contra sobrecargas [A]; S = Sección definitiva del conductor [mm²]; S_1 = Sección del conductor protegida contra sobrecargas [mm²]; S_2 = Sección del conductor protegida contra cortocircuitos [mm²]; S_3 = Sección del conductor que asegura la actuación del órgano de protección contra cortocircuitos con su intensidad mínima [mm²]; S_4 = Sección del conductor que verifica que la caída de tensión esté dentro de los valores tolerables por esta Reglamentación [mm²]; I_k'' = Intensidad de corriente máxima presunta de cortocircuito [A]; t = tiempo [s], en que la protección de máxima corriente despeja la falla (comprendido entre 0,1 y 5 s); k = constante que depende del material del conductor y del aislante de los cables utilizados; $I_{k \min}$ = corriente mínima de cortocircuito [A]; $I^2 \cdot t$ = máxima energía específica pasante [A² s].



771-H.2: Consideraciones acerca de las corrientes de cortocircuito

Las tablas que se presentan a continuación orientan a valores probables de corrientes presuntas de cortocircuito en las instalaciones eléctricas. Están basadas en las recomendaciones de AEA 90909 "Corrientes de Cortocircuito en Sistemas Trifásicos de Corriente Alterna" y responden a las siguientes hipótesis de cálculo:

- El cortocircuito se supone equilibrado;
- la tensión no varía durante el tiempo de cortocircuito;
- la resistencia de arco no se considera;
- la falla es franca ($R = 0$);
- los factores de tensión c son los indicados en la Tabla I de AEA 90909-0;
- se adopta una potencia de cortocircuito en la red de media tensión igual a 300 MVA.

771-H.2.1: Ejemplo de cálculo

Se calculará la máxima corriente presunta de cortocircuito en bornes de un transformador de distribución, con los siguientes datos:

- Red de alimentación
 - Potencia de cortocircuito S''_{kQ} : 300 MVA
- Transformador
 - Tipo: Distribución
 - Tensión de línea asignada lado AT U_{nQ} : 13,2 kV
 - Tensión de línea asignada lado BT U_{rT} : 0,4 kV
 - Potencia asignada S_{rT} : 500 kVA
 - Tensión de cortocircuito asignada u_{krT} : 4 %
 - Relación de transformación asignada t_r : 13,2 kV / 0,4 kV
 - Potencia de pérdidas P_{kr} : 6 kW

La expresión de cálculo se indica a continuación:

$$I_k'' = \frac{c U_n}{\sqrt{3} Z_k} = \frac{c U_n}{\sqrt{3} \sqrt{R_k^2 + X_k^2}}$$

Con:

- c factor de tensión (igual a 1,05 en el punto de falla);
- U_n tensión nominal del sistema en el punto de defecto y
- Z_k es la impedancia de cortocircuito, dada por:

$$Z_k = |Z_k| = |Z_{Ql} + Z_T| = \sqrt{R_k^2 + X_k^2} = \sqrt{(R_{Ql} + R_T)^2 + (X_{Ql} + X_T)^2}$$

Z_{Ql} es la impedancia equivalente de la red de alimentación, compuesta por R_{Ql} y X_{Ql}

Z_T es la impedancia de secuencia directa del transformador, compuesta por R_T y X_T

1 – Impedancia de la red de alimentación

$$Z_{Ql} = \frac{c_Q U_{nQ}^2}{S''_{kQ}} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{1,1 \cdot (13,2 \text{ kV})^2}{300 \text{ MVA}} \cdot \frac{1}{(13,2 \text{ kV} / 0,4 \text{ kV})^2} = 5,866 \times 10^{-4} \Omega$$

$$\left. \begin{aligned} X_{Ql} &= 0,995 Z_{Ql} = 5,836 \times 10^{-4} \Omega \\ R_{Ql} &= 0,1 X_{Ql} = 5,836 \times 10^{-5} \Omega \end{aligned} \right\} Z_{Ql} = (5,836 \times 10^{-5} + j 5,836 \times 10^{-4}) \Omega$$



2 – Impedancia del transformador

$$Z_T = \frac{u_{krT}}{100\%} \cdot \frac{U_{rT}^2}{S_{rT}} = \frac{4\%}{100\%} \cdot \frac{(400V)^2}{500kVA} = 0,0128 \Omega$$

$$R_T = \frac{P_{krT}}{3 I_{rT}^2} = \frac{P_{krT} U_{rT}^2}{S_{rT}^2} = \frac{6kW (400V)^2}{(500kVA)^2} = 3,84 \times 10^{-3} \Omega$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{(0,0128 \Omega)^2 - (3,84 \times 10^{-3} \Omega)^2} = 0,0122 \Omega$$

$$Z_T = (3,84 \times 10^{-3} + j 0,0122) \Omega$$

3 – Determinación de la máxima corriente presunta de cortocircuito I_k''

$$I_k'' = \frac{c U_n}{\sqrt{3} \sqrt{R_k^2 + X_k^2}} = \frac{c U_n}{\sqrt{3} Z_k}$$

$$R_k = R_{Ql} + R_T = (5,836 \times 10^{-5} \Omega + 3,84 \times 10^{-3} \Omega) = 3,898 \times 10^{-3} \Omega$$

$$X_k = X_{Ql} + X_T = (5,836 \times 10^{-4} \Omega + 0,0122 \Omega) = 0,01278 \Omega$$

$$Z_k = \sqrt{(3,898 \times 10^{-3} \Omega)^2 + (0,01278 \Omega)^2} = 0,01337 \Omega$$

$$I_k'' = \frac{c U_n}{\sqrt{3} Z_k} = \frac{1,05 \cdot (380 V)}{\sqrt{3} \cdot 0,01337 \Omega} = 17229 A$$

Nota 1: Dentro de las hipótesis de cálculo puede adoptarse:

La resistencia y reactancia eléctricas de los cables construidos según Norma IRAM 62266 son similares a aquellos construidos según Norma IRAM 2178 por lo que la impedancia en serie introducida y por lo tanto su influencia en la reducción de la intensidad de corriente máxima de cortocircuito puede considerarse equivalente.

La resistencia eléctrica de los cables individuales construidos según normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267 son ligeramente inferiores a las de los cables construidos según normas IRAM 2178 o 62266 pero su reactancia eléctrica será ligeramente superior dada la mayor separación entre ejes de conductores debido a su disposición en las canalizaciones. En conjunto, el error cometido por utilizar los mismos valores de reducción de la intensidad de corriente de cortocircuito es muy pequeño y en exceso, otorgando un margen de seguridad.

Nota 2: Las corrientes de cortocircuito calculadas por este método para los transformadores de distribución, se encuentran en la [Tabla 771-H.II](#).

Nota 3: Las tablas [771-H.III](#) a [VI](#) orientan a la determinación de la máxima corriente presunta de cortocircuito, considerando diversos tipos de alimentadores. Un ejemplo de su empleo, puede verse en la zona grisada de la [Tabla 771-H.V](#); partiendo del valor de la corriente de cortocircuito aguas arriba (9000 A) y teniendo en cuenta la longitud (10,2 m), tipo (IRAM 2178 – Cu) y sección (4x16 mm²) del cable de alimentación, se obtiene el valor aproximado de la máxima corriente presunta de cortocircuito aguas abajo (5700 A).

771-H.2.2: Tablas de orientación para determinar corrientes presuntas de cortocircuito

Nota: Las tablas que se presentan a continuación se han confeccionado basadas en las hipótesis de cálculo mencionadas en [771-H.2](#).

Tabla 771-H.II - Valores de las máximas corrientes presuntas de cortocircuito previstas para los transformadores de distribución

$S_{rT} [kVA]$	$I_k'' [kA]$
100	3,568
200	7,074
315	11,028
400	13,899
500	17,229
630	21,458
800	21,768
1000	26,838
1250	27,876





Tabla 771-H.III

Corrientes máximas de cortocircuito aguas abajo, con conductores IRAM 2263 - Aluminio

Sección del conductor [mm ²]	Longitud del conductor IRAM 2263 - Al [m]													
	3 x 25 / 50	2,7	4,1	5,5	6,9	8,2	9,6	11,0	12,4	13,7	16,5	19,2	22,0	24,7
3 x 35 / 50	2,7	4,1	5,5	6,8	8,2	9,6	11,0	12,3	13,7	16,4	19,2	21,9	24,6	27,4
3 x 50 / 50	5,1	7,7	10,2	12,8	15,3	17,9	20,4	23,0	25,5	30,6	35,7	40,8	45,9	51,0
3 x 70 / 50	7,3	11,0	14,7	18,3	22,0	25,6	29,3	33,0	36,6	44,0	51,3	58,6	65,9	73,3
3 x 95 / 50	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
Nivel de cortocircuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]													
	3000	2858	2791	2728	2668	2610	2555	2502	2451	2402	2310	2224	2145	2071
5000	4617	4446	4288	4141	4003	3874	3753	3640	3533	3337	3162	3004	2862	2732
6000	5456	5220	5003	4804	4619	4449	4290	4143	4005	3755	3535	3339	3163	3006
7000	6271	5961	5680	5424	5190	4976	4778	4596	4427	4124	3860	3627	3421	3237
9000	7830	7352	6929	6552	6214	5909	5633	5381	5151	4745	4399	4099	3838	3608
11000	9301	8634	8057	7552	7106	6710	6356	6037	5749	5248	4828	4469	4160	3892
13000	10692	9820	9080	8443	7890	7405	6976	6594	6252	5664	5177	4767	4418	4116
15000	12009	10920	10012	9244	8585	8014	7514	7073	6680	6013	5467	5012	4627	4297
19000	14443	12897	11649	10622	9761	9029	8400	7852	7372	6568	5922	5392	4949	4573
21000	15570	13788	12372	11219	10263	9457	8769	8174	7654	6791	6103	5541	5074	4680
26000	18160	15781	13952	12504	11328	10354	9534	8835	8231	7242	6464	5838	5322	4890
28000	19113	16496	14509	12949	11692	10657	9791	9055	8422	7389	6581	5933	5401	4956



Tabla 771-H.IV

Corrientes máximas de cortocircuito aguas abajo, con cables IRAM 2178 - Aluminio

Sección del conductor [mm ²]	Longitud del cable IRAM 2178 - Al [m]														
	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	
4 x 16	0,7	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,9	3,2	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	
3 x 35 / 16	1,6	2,3	3,1	3,9	4,7	5,5	6,3	7,0	7,8	9,4	10,9	12,5	14,1	15,6	
3 x 50 / 25	2,1	3,2	4,2	5,3	6,3	7,4	8,5	9,5	10,6	12,7	14,8	16,9	19,0	21,1	
3 x 70 / 35	3,0	4,6	6,1	7,6	9,1	10,7	12,2	13,7	15,2	18,3	21,3	24,4	27,4	30,5	
3 x 95 / 50	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6	14,7	16,8	18,9	21,0	25,1	29,3	33,5	37,7	41,9	
3 x 120 / 70	5,3	7,9	10,5	13,1	15,8	18,4	21,0	23,7	26,3	31,6	36,8	42,1	47,3	52,6	
3 x 150 / 70	6,4	9,6	12,8	16,0	19,1	22,3	25,5	28,7	31,9	38,3	44,7	51,1	57,4	63,8	
3 x 240 / 120	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	
Nivel de cortocircuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]														
	3000	2933	2901	2870	2839	2809	2779	2750	2722	2694	2641	2589	2539	2491	2445
5000	4818	4732	4648	4568	4491	4416	4343	4273	4205	4075	3954	3839	3731	3628	
6000	5740	5618	5501	5389	5281	5178	5078	4983	4891	4716	4554	4402	4260	4127	
7000	6648	6485	6330	6182	6041	5906	5777	5653	5535	5313	5107	4918	4741	4577	
9000	8426	8166	7922	7691	7474	7269	7074	6890	6715	6390	6096	5827	5581	5355	
11000	10155	9780	9431	9106	8803	8520	8254	8004	7769	7338	6952	6605	6291	6005	
13000	10836	11329	10864	10435	10039	9672	9331	9013	8716	8177	7701	7277	6897	6555	
15000	13472	12819	12226	11686	11192	10737	10318	9931	9571	8925	8361	7864	7422	7028	
19000	16613	15631	14759	13979	13277	12642	12066	11539	11057	10204	9473	8839	8286	7797	
21000	18122	16960	15938	15032	14224	13498	12842	12248	11705	10754	9945	9249	8645	8114	
26000	21728	20078	18662	17432	16354	15401	14554	13795	13111	11928	10941	10105	9388	8766	
28000	23107	21251	19670	18308	17123	16082	15160	14338	13601	12332	11280	10394	9636	8982	



Tabla 771-H.V

Corrientes máximas de cortocircuito aguas abajo, con cables IRAM 2178 - Cobre

Sección del conductor [mm ²]	Longitud del cable IRAM 2178 - Cobre [m]														
	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6	
4 x 4	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,6	
4 x 6	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	5,0	5,8	6,7	7,5	8,3	
4 x 10	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5,0	5,7	6,5	7,2	8,6	10,1	11,5	12,9	14,4	
4 x 16	2,3	3,4	4,5	5,7	6,8	7,9	9,1	10,2	11,3	13,6	15,9	18,1	20,4	22,7	
3 x 25 / 16	3,8	5,6	7,5	9,4	11,3	13,1	15,0	16,9	18,8	22,5	26,3	30,1	33,8	37,6	
3 x 35 / 16	5,2	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	23,4	26,0	31,2	36,4	41,6	46,8	52,0	
3 x 50 / 25	7,0	10,5	14,0	17,5	21,0	24,5	28,0	31,5	35,0	42,0	49,0	56,0	63,0	70,0	
3 x 70 / 35	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	
Nivel de cortocircuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]														
	3000	2877	2819	2763	2709	2658	2608	2561	2515	2470	2386	2307	2234	2165	2100
5000	4666	4516	4375	4242	4117	3999	3888	3783	3684	3499	3333	3181	3043	2916	
6000	5526	5316	5121	4941	4772	4615	4467	4329	4199	3961	3749	3558	3386	3230	
7000	6363	6086	5833	5599	5384	5184	4999	4826	4666	4374	4116	3888	3683	3499	
9000	7974	7544	7158	6810	6494	6205	5942	5700	5477	5079	4735	4435	4171	3936	
11000	9505	8900	8368	7896	7474	7095	6752	6442	6158	5660	5236	4871	4554	4276	
13000	10963	10166	9477	8876	8346	7877	7457	7079	6738	6146	5650	5228	4864	4548	
15000	12351	11349	10498	9765	9128	8569	8074	7634	7239	6560	5997	5524	5119	4770	
19000	14941	13500	12312	11316	10469	9740	9106	8550	8057	7225	6549	5988	5516	5113	
21000	16151	14479	13121	11996	11049	10240	9542	8932	8396	7496	6771	6173	5673	5247	
26000	18955	16693	14913	13477	12293	11300	10455	9728	9096	8049	7218	6543	5983	5512	
28000	19996	17495	15551	13995	12722	11662	10764	9995	9329	8231	7364	6663	6083	5597	



Tabla 771-H.VI

Corrientes máximas de cortocircuito aguas abajo, con conductores IRAM NM 247-3 - Cobre

Sección del conductor [mm ²]	Longitud del conductor IRAM NM 247-3 - Cobre [m]														
	0,5	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	
4	0,5	0,8	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	2,7	3,3	3,8	4,4	4,9	5,5	
6	0,8	1,2	1,6	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,9	5,8	6,6	7,4	8,2	
10	1,4	2,1	2,8	3,6	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	8,5	10,0	11,4	12,8	14,2	
16	2,2	3,4	4,5	5,6	6,7	7,9	9,0	10,1	11,2	13,5	15,7	18,0	20,2	22,5	
25	3,5	5,2	7,0	8,7	10,5	12,2	13,9	15,7	17,4	20,9	24,4	27,9	31,4	34,9	
35	4,9	7,4	9,8	12,3	14,7	17,2	19,6	22,1	24,5	29,5	34,4	39,3	44,2	49,1	
50	7,0	10,6	14,1	17,6	21,1	24,7	28,2	31,7	35,2	42,3	49,3	56,4	63,4	70,5	
70	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	
Nivel de cortocircuito aguas arriba [A]	Corriente de cortocircuito aguas abajo [A]														
	3000	5000	6000	7000	9000	11000	13000	15000	19000	21000	26000	28000			
2897	4721	5603	6466	8135	9736	11270	12743	15519	16828	19893	21043				
2849	4593	5424	6228	7763	9206	10567	11851	14216	15307	17802	18718				
2802	4472	5255	6007	7422	8732	9946	11076	13115	14038	16109	16855				
2756	4357	5097	5801	7111	8304	9395	10397	12173	12964	14710	15330				
2712	4248	4948	5609	6824	7916	8901	9795	11357	12042	13535	14057				
2669	4144	4808	5429	6560	7562	8457	9260	10643	11243	12533	12980				
2628	4045	4675	5261	6315	7239	8055	8780	10014	10543	11670	12056				
2588	3950	4550	5102	6088	6942	7689	8347	9455	9925	10918	11255				
2549	3860	4431	4953	5877	6669	7355	7955	8955	9376	10257	10554				
2474	3692	4210	4679	5496	6182	6767	7272	8099	8441	9149	9384				
2404	3538	4011	4434	5161	5762	6267	6697	7392	7676	8257	8448				
2338	3396	3830	4214	4865	5395	5835	6206	6798	7038	7523	7682				
2275	3265	3664	4014	4600	5072	5459	5783	6293	6498	6909	7043				
2215	3144	3512	3832	4363	4785	5128	5413	5858	6035	6388	6502				



771-H.2.3: Guía para el cálculo de las corrientes de cortocircuito mínimas

771-H.2.3.1: Líneas seccionales

Cálculo de la longitud máxima de conductores de una línea seccional (entre el tablero principal y seccional o entre dos tableros seccionales) que establecen la corriente de cortocircuito mínima que asegura la actuación instantánea de la protección.

La siguiente Tabla 771-H.VII da una guía que permite conocer la longitud máxima de los conductores con aislación termoplástica, según Norma IRAM NM 247-3 o IRAM 62267, que asegura la actuación de la protección (elección de la intensidad asignada y tipo de curva de actuación de los pequeños interruptores termomagnéticos según normas IRAM 2169 o IEC 60898 y de los fusibles según Norma IRAM 2245 o IEC 60269).

Tabla 771-H.VII
Conductores con aislación termoplástica

Corriente de cortocircuito en tablero principal (A)		3000	4000	6000	10000	12000	15000	18000	20000	22000			
Sección del conductor Cu	Intensidad asignada del fusible o interruptor automático				Longitud máxima de los conductores para la actuación de la protección [m]								
	IRAM 2245 o IEC 60269	IRAM 2169	IEC 60898	Tipo curva									
4	25				66	68	70	72	72	73	73	73	73
				B	170	172	174	175	176	176	176	177	177
		25	25	C	81	83	85	87	87	87	88	88	88
				D	37	39	41	42	43	43	43	43	43
6				B	197	200	203	205	205	206	206	207	207
		32	32	C	93	95	98	101	101	102	102	102	103
				D	40	43	46	49	49	50	50	50	50
		35			128	133	138	142	143	144	144	145	145
10				B	268	273	278	282	283	284	285	285	285
		40	40	C	124	129	134	138	139	140	141	141	141
				D	52	57	62	66	67	68	69	69	69
		50			98	106	114	120	122	124	125	125	126
16				B	332	340	348	354	356	357	358	359	359
		50	50	C	150	158	166	172	174	175	177	177	177
				D	59	67	75	81	83	85	86	86	87
		63			107	120	132	142	144	147	148	149	150
25				B	398	411	423	433	435	438	439	440	441
		63	63	C	174	187	199	209	212	214	216	216	217
				D	63	75	87	97	100	102	104	105	105
		80			83	101	118	132	135	139	141	142	143
35				B	427	444	432	476	479	482	485	486	487
			80	C	179	196	213	227	231	234	237	238	239
				D	55	72	89	103	107	110	113	114	115
		100			59	84	108	128	133	138	142	143	145
50				B	470	495	520	540	545	550	553	555	556
			100	C	185	210	235	255	260	265	268	270	271
				D	43	68	93	113	118	123	126	128	129
		125			59	84	108	128	133	138	142	143	145
70				B	506	541	576	605	612	619	623	626	628
			125	C	182	217	253	281	288	295	300	302	304
				D	20	56	91	119	126	133	138	141	142
		125			59	84	108	128	133	138	142	143	145



771-H.2.3.2: Circuitos terminales

Cálculo de la longitud máxima de conductores de circuitos terminales (entre el tablero seccional y la boca o dispositivo utilizador), que establecen la corriente de cortocircuito mínima que asegura la actuación instantánea de la protección.

La siguiente Tabla 771-H.VIII da una guía que permite conocer la longitud máxima de los conductores con aislación termoplástica, según Norma IRAM NM 247-3 o IRAM 62267, que asegura la actuación de la protección (elección de la intensidad asignada y tipo de curva de actuación de los pequeños interruptores termomagnéticos según normas IRAM 2169 o IEC 60898 y de los fusibles según Norma IRAM 2245 o IEC 60269).

Tabla 771-H.VIII
Conductores con aislación termoplástica

Corriente de cortocircuito en tablero seccional [A]		1500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000			
Sección Cu [mm ²]	Intensidad asignada del fusible o interruptor automático				Longitud máxima de los conductores para la actuación de la protección [m]								
	IRAM 2245 o IEC 60269	IRAM 2169	IEC 60898	Tipo curva									
1,5	10				69	72	73	73	74	74	74	74	
	10	10	10	B	160	163	163	164	164	164	164	164	
				C	77	80	81	81	81	81	82	82	82
				D	36	38	39	40	40	40	40	40	40
2,5	16				96	101	102	103	104	104	104	104	
	16	16	B	163	167	169	169	170	170	170	170	171	
			C	77	81	83	83	84	84	84	85	85	
			D	33	38	39	40	41	41	41	41	42	
4	25				59	66	68	69	70	71	71	72	
	25	25	B	162	170	172	173	174	174	175	175	175	
			C	73	81	83	84	85	86	86	86	87	
			D	29	37	39	40	41	41	42	42	42	
6	32	32	B	185	197	200	201	203	203	204	204	205	
			C	81	93	95	97	98	99	100	100	101	
			D	29	40	43	45	46	47	48	48	49	
			35				107	128	133	136	138	139	140
10	40	40	B	248	268	273	276	278	279	280	281	282	
			C	104	124	129	132	134	135	136	137	138	
			D	32	52	57	60	62	63	64	65	66	
	50				66	98	106	111	114	116	118	119	
16	50	50	B	300	332	340	345	348	350	352	353	354	
			C	118	150	158	163	166	168	170	171	172	
			D	27	59	67	72	75	77	79	80	81	
	63				58	107	120	127	132	136	138	140	
25	63	63	B	349	398	411	418	423	427	429	431	433	
			C	125	174	187	194	199	203	205	207	209	
			D	13	63	75	82	87	91	93	95	97	
	80				14	83	101	111	118	123	127	130	
35	80	B	357	427	444	455	462	467	470	473	476		
		C	109	179	196	206	213	218	222	225	227		
		D	15	55	72	82	89	94	98	101	103		

771-H.2.4: Tablas de orientación para conocer la máxima energía específica de interruptores automáticos fabricados según las normas IEC 60898 y EN 60898

La característica de máxima energía específica pasante $I^2 \cdot t$ se encuentra ligada a la clase de limitación que posee el elemento de protección. Para los interruptores automáticos fabricados según IEC 60898 esta clase no está marcada en el dispositivo, pero el fabricante deberá entregar la información a solicitud del proyectista, en forma de curvas o dato garantizado. En los productos que responden a la norma europea EN 60898 (Norma IEC 60898, modificada), la clase de limitación está grabada en el frente del aparato, con el número respectivo dentro de un cuadrado.

Para disponer de datos de orientación se indican a continuación los valores máximos normalizados para $I^2 \cdot t$ (energía específica pasante) para los interruptores automáticos con una corriente asignada hasta 16 A inclusive, (Tabla 771-H.IX) y para los comprendidos entre 16 y 32 A (Tabla 771-H.X) de los interruptores construidos según Norma EN 60898, y para diferentes capacidades de ruptura.

Tabla 771-H.IX - Para pequeños interruptores automáticos de hasta 16 A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	Clase 1	Clase 2		Clase 3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite especificado	31 000	37 000	15 000	18 000
4500		60 000	75 000	25 000	30 000
6000		100 000	120 000	35 000	42 000
10000		240 000	290 000	70 000	84 000

Tabla 771-H.X - Para pequeños interruptores automáticos de 16 A < I_n ≤ 32 A

Poder de corte asignado [A]	Clases de limitaciones de energía				
	1	2		3	
	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]		$I^2 \cdot t$ máx. [A ² s]	
	Tipos B y C	Tipo B	Tipo C	Tipo B	Tipo C
3000	Sin límite Especificado	40 000	50 000	18 000	22 000
4500		80 000	100 000	32 000	39 000
6000		130 000	160 000	45 000	55 000
10000		310 000	370 000	90 000	110 000

Nota: Las clases de limitación de energía pueden encontrarse indicadas en los interruptores automáticos conformes a la Norma EN 60898 mediante un número indicativo de la clase encerrado en un cuadrado. Ejemplo:

3



Ejemplo:

Circuito TUG con conductores IRAM NM 247-3, sección de 2,5 mm², protegido con un interruptor automático C 16 con 6000 A de capacidad de ruptura y clase de limitación 3. Nivel de cortocircuito en tablero seccional: 3000 A.

Máxima energía específica pasante según Tabla 771-H.IX $I^2 \cdot t = 42000 A^2 s$

Conductor IRAM 2183 $\Rightarrow k = 115$

Sección del conductor $\Rightarrow S = 2,5 mm^2$

Aplicando la ecuación:

$$k^2 \cdot S^2 \geq I^2 \cdot t \Rightarrow (115)^2 \cdot (2,5)^2 \geq 42000$$

$$82656 \geq 42000$$

Con lo cual se verifica la protección del conductor.

771-H.2.5: Orientación para proteger a los interruptores diferenciales de las corrientes de cortocircuito

Los interruptores diferenciales (ID) disponen de una capacidad de ruptura baja (como mínimo 500 A o 10 I_n , lo que resulte mayor, ver Tabla 771-H.XI), por lo que, en general, es necesario protegerlos contra corrientes de cortocircuito que pueden ser de gran magnitud (dependiendo de la potencia de cortocircuito de la instalación), como cortocircuitos entre líneas para cualquier esquema de conexión a tierra, o entre línea y tierra en esquemas TN-S, o de magnitud media o baja, tales como cortocircuitos a tierra en esquemas TT con bajas resistencias de puesta a tierra.

Tabla 771-H.XI – Mínimas capacidades de ruptura de interruptores diferenciales

Polos	Corriente asignada (o de paso) I_n [A]	Corriente diferencial asignada $I_{\Delta n}$ [mA]	Capacidad de ruptura según IEC 61008 – IRAM 2301 [A]
2	25	10	500
		30	
	40	30	500
		300	
	63	30	630
		300	
80	30	800	
	300		
4	25	30	500
		300	
	40	30	500
		300	
	63	30	630
		300	
80	300	800	
	300		
100	300	1000	
	300		

Esta protección es indispensable en todas las instalaciones donde se presentan esas situaciones y para poder efectuar adecuadamente esa protección, los fabricantes deben brindar la capacidad de ruptura de los ID de su fabricación y el tipo de dispositivo de protección contra los cortocircuitos (DPCC) que es necesario instalar para proteger al ID.

Los DPCC a emplear, pueden ser en forma general, tanto interruptores termomagnéticos como fusibles, si bien algunos fabricantes sólo indican uno de los dispositivos. En cada caso el fabricante deberá indicar tipo de DPCC, sus características (como mínimo curva, máximo calibre, capacidad de ruptura) y la corriente de cortocircuito que el ID puede soportar cuando está protegido por ese DPCC. Asimismo también deberá informar las características del DPCC para coordinar con el ID en caso de cortocircuitos a tierra de valor relativamente bajo, pero que excedan la capacidad de ruptura del ID.



Estas corrientes que el ID puede soportar cuando está protegido por un DPCC se definen como:

“Corriente condicional de cortocircuito asignada” y se simboliza por I_{nc} y

“Corriente diferencial condicional de cortocircuito asignada” y se simboliza por $I_{\Delta c}$.

El proyectista o instalador deberá verificar siempre, que las I_{nc} y la $I_{\Delta c}$ sean iguales o mayores que la corriente de cortocircuito prevista en el lugar de instalación del ID.

Cuando, por ejemplo, por tareas de mantenimiento, se reemplaza el interruptor diferencial por otro de diferente marca o características, se deberá volver a verificar el cumplimiento de lo anterior.

Otra manera de lograrlo es mediante la utilización de interruptores diferenciales vinculados mecánicamente al dispositivo de protección contra sobrecorrientes o integrados con éste formando una sola unidad, en concordancia con la cláusula 771.19.2.2.2, de forma que se asegure que la apertura de la corriente de cortocircuito se realiza por el interruptor automático asociado.

Nota: En los circuitos monofásicos un contacto fase – tierra (masa + conductor de protección) traerá aparejado la circulación de una corriente de falla, que dependiendo de la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor del orden de las decenas de ampere. Sin embargo en circuitos trifásicos pueden ocurrir cortocircuitos fase – fase – tierra (masa + conductor de protección) donde los contactos del dispositivo que abra en primer término deberán interrumpir altas corrientes, del orden de los millares de ampere.

771-H.3: Guía de orientación para dimensionar térmicamente tableros armados por Montadores Responsables

Como se ha indicado en 771.20.4, los tableros construidos en fábrica o los armados por Montadores Responsables, tanto sean los gabinetes o envolventes de material aislante o de material metálico, se deberán dimensionar y verificar térmicamente.

Cuando, para el armado de tableros, se emplean gabinetes o envolventes que cumplen con IEC 60670-24, puede efectuarse el dimensionamiento térmico según el método establecido en dicha norma. Dicho método se basa fundamentalmente en verificar que la potencia disipada por los dispositivos instalados, no supere la potencia máxima disipable por el gabinete, cuyo valor debe ser dado en forma de dato garantizado por el fabricante. Un procedimiento similar se podrá emplear cuando, para el armado de tableros, se empleen gabinetes o envolventes que cumplen con IEC 62208.

Para poder llevar a cabo este dimensionamiento térmico es necesario contar con las potencias disipadas por los componentes a instalar en el interior del tablero. Dichos valores se deben solicitar a los fabricantes de los dispositivos o en su defecto, se deberán emplear las potencias máximas que cada dispositivo puede disipar según su norma de producto.

Como referencia se indican en la tabla siguiente los máximos valores de potencia por polo a corriente nominal, que según la Tabla 15 de la Norma IEC 60898, pueden disipar los pequeños interruptores automáticos (PIA):

Tabla 771-H.XII – Potencia disipada por polo a corriente nominal

Corriente asignada [A]	Potencia disipada [W]
$I_n \leq 10$	3
$10 < I_n \leq 16$	3,5
$16 < I_n \leq 25$	4,5
$25 < I_n \leq 32$	6
$32 < I_n \leq 40$	7,5
$40 < I_n \leq 50$	9
$50 < I_n \leq 63$	13
$63 < I_n \leq 100$	15
$100 < I_n \leq 125$	20

Para el cálculo de la potencia total que se debe disipar en el tablero y considerando lo establecido en IEC 60670-24, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Corriente asignada de entrada (I_{ne}): Corriente asignada del dispositivo de maniobra y protección ubicado en la entrada o cabecera del tablero o la suma aritmética de las corrientes asignadas de todos los dispositivos de maniobra y protección ubicados en la entrada del tablero que son susceptibles de ser utilizados al mismo tiempo;



Corriente asignada de salida (I_{nu}): Suma aritmética de las corrientes asignadas de todos los dispositivos de maniobra y protección de salida del tablero que son susceptibles de ser utilizados al mismo tiempo;

Corriente asignada del tablero (I_{nq}): Corriente asignada a ser calculada como $I_{nq} = I_{ne} \times K_e$

Factor de utilización (K_e): Relación entre la corriente que realmente circula por alguno de los dispositivos de protección de entrada o cabecera del tablero y la corriente asignada de dicho dispositivo de cabecera. El factor de utilización se lo toma por convención igual a 0,85;

Factor de simultaneidad (K): Relación calculada por el instalador entre la corriente asignada del tablero (I_{nq}) y la corriente asignada de salida (I_{nu}). Si en la cabecera existe un interruptor diferencial o un interruptor-seccionador en lugar de un interruptor automático termomagnético la corriente asignada del tablero se considera igual a la corriente asignada de salida (I_{nu}).

Si no se disponen los valores reales de corriente, se puede emplear convencionalmente el factor de simultaneidad K indicado en la Tabla 2 de 771.20.4.2 que repetimos a continuación

Tabla 771-H.XIII – Factor de simultaneidad (K) asignado para tableros que cumplen con IEC 60670-24

N° de circuitos principales	Factor de simultaneidad asignado
2 y 3	0,8
4 y 5	0,7
6 a 9 inclusive	0,6
10 (y mayor cantidad)	0,5

La potencia total disipada dentro del tablero se calcula de la siguiente forma:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au}$$

donde

P_{tot} es la potencia total disipada en el tablero en watts;

P_{dp} es la potencia disipada por los dispositivos de protección, en watts, tomando en cuenta el factor de utilización K_e y el factor de simultaneidad K ;

$0,2 P_{dp}$ es la potencia total disipada por las conexiones, los tomacorriente, los relés, los interruptores diferenciales, los interruptores-seccionadores, etc.;

P_{au} es la potencia total disipada por los otros dispositivos y aparatos eléctricos instalados en el tablero y no incluidos en P_{dp} y en $0,2 P_{dp}$ tales como las lámparas de señalización (ojos de buey), los transformadores para campanillas, etc.

Verificación

El valor de la potencia total disipada en el tablero (P_{tot}) debe ser menor o igual a la potencia máxima disipable por la envoltura o gabinete (P_{de}) declarada por el fabricante, o sea:

$$P_{tot} \leq P_{de}$$

donde P_{de} es la potencia máxima disipable por la envoltura en uso normal, en watts, declarada por el fabricante.

La potencia disipada por cada uno de los componentes a instalar en el tablero puede ser obtenida a partir de los datos de los fabricantes de los dispositivos o a partir de los valores máximos permitidos por la correspondiente norma de producto.

El siguiente esquema unifilar, se da **como ejemplo de guía de cálculo térmico de un tablero**, pero en el mismo no se han considerado ni tipos de curva ni selectividad ni grados de electrificación, ni tipos de circuitos y sólo debe ser empleado como **guía de procedimiento de cálculo de la potencia a disipar en un tablero** y en la elección del mismo.

En el ejemplo se han supuesto datos de potencia por polo (que podrían ser los de los componentes a utilizar). No obstante, y como medida de seguridad ante futuros o eventuales reemplazos es recomendable emplear para los PIA, la potencia máxima por polo permitida por la Norma IEC 60898.

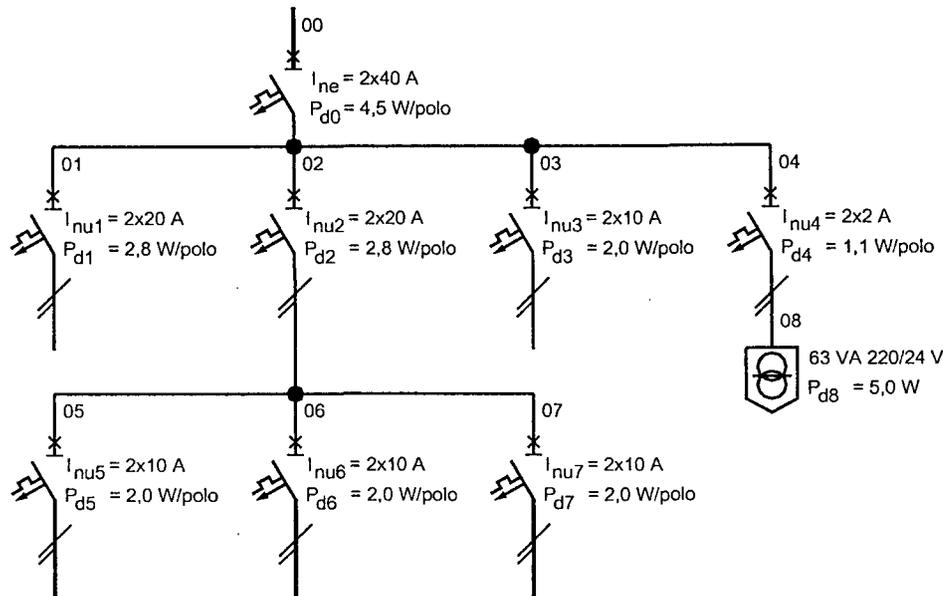


Tabla 771-H.XIV – Cálculo de P_{dp}

	Número de circuito	Potencia disipada por polo W^a	Número de polos b	Potencia disipada por cada dispositivo de protección c P_d W	Factor de utilización K_e para los circuitos de entrada Factor de simultaneidad K para los circuitos de salida	Potencia disipada por los dispositivos afectada por K_e y K^d W
Circuito de entrada	00	4,50	2	9,00	0,85	6,50
Circuitos de salida	01	2,80	2	5,60	0,653	2,39
	02	2,8	2	5,60	0,653	2,39
	03	2,00	2	4,00	0,653	1,71
	04	1,10	2	2,20	0,653	0,94
	05	2,00	2	4,00	0,433	0,75
	06	2,00	2	4,00	0,433	0,75
	07	2,00	2	4,00	0,433	0,75
Total						16,17 = P_{dp}

^a En este ejemplo, dato proporcionado por el fabricante del dispositivo.

^b Con referencia a los efectos térmicos, en el caso de interruptores termomagnéticos tetrapolares será responsabilidad del proyectista o instalador emplear para el cálculo térmico 3 o 4 polos.

^c Potencia disipada por polo multiplicada por el número de polos.

^d Circuito de entrada o de alimentación del tablero: $K_e^2 \times P_d$
Circuitos de salida del tablero: $K^2 \times P_d$

Determinación de los factores de utilización (K_e) y de simultaneidad (K)

➤ Circuito de entrada o alimentación del tablero $K_e = 0,85$ (valor convencional supuesto, que a criterio del proyectista o instalador puede llegar a 1)

➤ Circuitos de nivel 1, $K = I_{nq} / (I_{nu1} + I_{nu2} + I_{nu3} + I_{nu4}) = 34/52 = 0,653$

➤ Circuitos de nivel 2, $K = I_{nu2} \times 0,653 / (I_{nu5} + I_{nu6} + I_{nu7}) = 13/30 = 0,433$

$$P_{dp} = 16,17 \text{ W}$$

Tabla 771-H.XV – Cálculo de P_{au}

Número de circuito	Descripción de los accesorios eléctricos con una potencia disipada no despreciable en uso normal	Potencia disipada por accesorio W	Número de accesorios	Potencia disipada W
0,8	Transformador de seguridad	5	1	5
Potencia total disipada por los accesorios eléctricos que no son dispositivos de protección (P_{au})				5

$$P_{au} = 5 W$$

Potencia total disipada en el tablero

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au} = 16,17 + 3,23 + 5 = 24,4 W$$

Conclusión

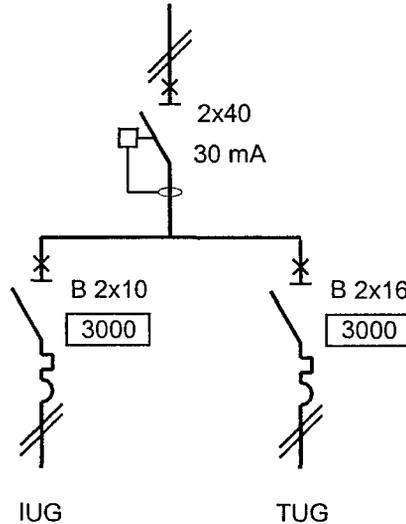
Se debe seleccionar una envolvente o gabinete que cumpla con la Norma IEC 60670-24 y que tenga una potencia máxima disipable (P_{de}) declarado por el fabricante y certificada, como mínimo igual 25 W.

La elevación de temperatura del tablero se considera satisfactoria ya que

$$P_{tot} \leq P_{de}$$

$$24,4 W \leq 25 W$$

Otro ejemplo: Tablero seccional correspondiente a una vivienda de electrificación mínima, con el siguiente esquema unifilar:



Para este ejemplo se adopta $K=1$ y por no haber interruptor automático termomagnético de cabecera se considera

$$I_{nq} = I_{ne} = I_{nu} = 10 A + 16 A = 26 A$$

Adoptando la potencia disipada por polo indicada en la norma IEC 60898 se tiene

$$P_{dp} = 2 \times 3 + 2 \times 3,5 = 13 W$$

La potencia disipada por las conexiones y por otros dispositivos equivale al 20 % de la potencia disipada por los aparatos de protección, con lo cual la potencia total de disipación será:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} = 13 + 0,2 \times 13 = 15,6 W.$$

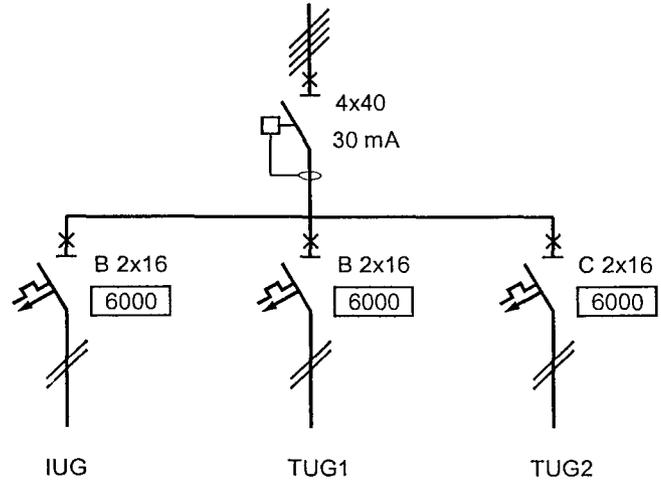
El valor de la potencia total disipada en el tablero (P_{tot}) debe ser menor o igual a la potencia máxima disipable por la envoltura o gabinete (P_{de}) declarada por el fabricante, o sea:

$$P_{tot} \leq P_{de}$$

donde P_{de} es la potencia máxima disipable por la envolvente en uso normal, en watts, declarada por el fabricante.

Se debe seleccionar una envoltura o gabinete que cumpla con la Norma IEC 60670-24 y que tenga una potencia máxima disipable (P_{de}) declarado por el fabricante y certificada, si no se consideran dispositivos de reserva, como mínimo igual 16 W.

Otro Ejemplo: Tablero seccional de una vivienda con electrificación media, alimentación trifásica y el siguiente esquema unifilar



Para este ejemplo también se adopta $K=1$ y por no haber interruptor automático termomagnético de cabecera se considera

$$I_{nq} = I_{ne} = I_{nu} = 16 A + 16 A + 16 A = 48 A$$

Adoptando la potencia disipada por polo indicada en la norma IEC 60898 se tiene

$$P_{dp} = 2 \times 3,5 + 2 \times 3,5 + 2 \times 3,5 = 21 W$$

La potencia disipada por las conexiones y por otros dispositivos equivale al 20 % de la potencia disipada por los aparatos de protección, con lo cual la potencia total de disipación será:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} = 21 + 0,2 \times 21 = 25,2 W.$$

El valor de la potencia total disipada en el tablero (P_{tot}) debe ser menor o igual a la potencia máxima disipable por la envoltura o gabinete (P_{de}) declarada por el fabricante, o sea:

$$P_{tot} \leq P_{de}$$

donde P_{de} es la potencia máxima disipable por la envolvente en uso normal, en watts, declarada por el fabricante.

Se debe seleccionar una envoltura o gabinete que cumpla con la Norma IEC 60670-24 y que tenga una potencia máxima disipable (P_{de}) declarado por el fabricante y certificada, si no se consideran dispositivos de reserva, como mínimo igual 26 W.



771-H.4: Ejemplos de cálculo de circuitos con corrientes armónicas

Como se ha dicho en 771.16.2.4, cuando se prevea el uso de aparatos utilizadores, monofásicos o trifásicos, que generen distorsión armónica en la forma de onda de la corriente, tales como bancos de iluminación fluorescente, balastos electromagnéticos o electrónicos, fuentes de tensión continua conmutadas, etc., el conductor neutro de un sistema trifásico podría ser sobrecargado.

De no contarse con datos aportados por los fabricantes de los equipos podrán utilizarse a título de orientación los valores de la Tabla 771-H.XIII siguiente:

Tabla 771-H.XIII – Datos orientativos de contenido armónico en equipos eléctricos

Aparato conectado	% de 3ª armónica	% de 5ª armónica	% de 7ª armónica	% de 9ª armónica
Balasto pasivo	20	---	---	---
Balasto activo	50	11	---	8
Variador de velocidad	20	40	15	---
Equipo informático	85	65	40	20
UPS	5	---	---	---

Ejemplos de uso de la Tabla 771.16.XIII:

Ejemplo 1:

Se considera un circuito trifásico con neutro que alimenta a un tablero seccional desde el cual se alimentan tres cargas monofásicas iguales, cada una de las cuales tiene una potencia de 8 kW, un factor de potencia de 0,85 y un contenido de tercera armónica del 20 %. El circuito trifásico de alimentación es entonces equilibrado.

En estas condiciones la intensidad de corriente en cada conductor de línea del circuito trifásico de alimentación es:

$$I_f = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi} = \frac{24000 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 0,85} = 42,95 \text{ A}$$

De la Tabla 771.16.XIII, para 20 % de contenido de tercera armónica se obtiene que la selección de la sección se debe hacer en función de la corriente de línea y no de la de neutro y teniendo en cuenta un factor de reducción de la sección (o de aumento de la corriente) de 0,86. En consecuencia:

$$I_{f_3} = \frac{42,95 \text{ A}}{0,86} = 49,94 \text{ A}$$

De la Tabla 771.16.III para cables multipolares con conductores de cobre, dispuestos en bandejas tipo escalera, vemos que para una intensidad de corriente de 49,94 A corresponde una sección nominal de las fases y del conductor neutro de 10 mm².

Ejemplo 2:

El mismo ejemplo anterior, pero las cargas monofásicas tienen un contenido armónico del 40 %.

En estas condiciones la intensidad de corriente en cada conductor de línea del circuito trifásico de alimentación es:

$$I_f = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi} = \frac{24000 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 0,85} = 42,95 \text{ A}$$

De la Tabla 771.16.XIII para 40 % de contenido de tercera armónica se obtiene que la selección de la sección se debe hacer en función de la corriente de neutro y no en función de la corriente de línea, y teniendo en cuenta un factor de reducción de la sección (o de aumento de la corriente) de 0,86. En consecuencia:

$$I_n = 42,95 \text{ A} \times 0,40 \times 3 = 51,54 \text{ A}$$

Aplicando el factor de reducción es:

$$I_{n_3} = \frac{51,54 \text{ A}}{0,86} = 59,93 \text{ A}$$

De la Tabla 771.16.III para cables multipolares con conductores de cobre, dispuestos en bandejas tipo escalera, vemos que para una intensidad de corriente de 59,93 A corresponde una sección nominal de los conductores de línea y del conductor neutro de 16 mm².

Ejemplo 3:

El mismo ejemplo anterior, pero las cargas monofásicas tienen un contenido armónico del 80 %.

En estas condiciones la intensidad de corriente en cada conductor de línea del circuito trifásico de alimentación es:

$$I_f = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{24000 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 0,85} = 42,95 \text{ A}$$

De la Tabla 771.16.XIII para 80 % de contenido de tercera armónica se obtiene que la selección de la sección se debe hacer en función de la corriente de neutro y no en función de la corriente de línea, y teniendo en cuenta un factor de reducción de la sección (o de aumento de la corriente) de 1. En consecuencia:

$$I_n = 42,95 \text{ A} \times 0,80 \times 3 = 103,08 \text{ A}$$

Aplicando el factor de reducción es:

$$I_{n_3} = \frac{103,08 \text{ A}}{1} = 103,08 \text{ A}$$

De la Tabla 771.16.III para cables multipolares con conductores de cobre, dispuestos en bandejas tipo escalera, vemos que para una intensidad de corriente de 103,08 A corresponde una sección nominal de las fases y del conductor neutro de 35 mm².

771-H.5: Consideraciones particulares de los esquemas de conexión a tierra IT

Nota: Para el seguimiento de esta cláusula, deben consultarse las Partes 4 y 5 de esta Reglamentación.

La Figura 771-H.A siguiente ilustra la situación en la que la corriente del primer defecto está limitada sólo por la impedancia Z ya que la impedancia de los conductores asociados es despreciable. En estas condiciones no aparece sobre la masa M tensión de contacto alguna y por ello no es necesario verificar la condición de la subcláusula 413.1.5.3.

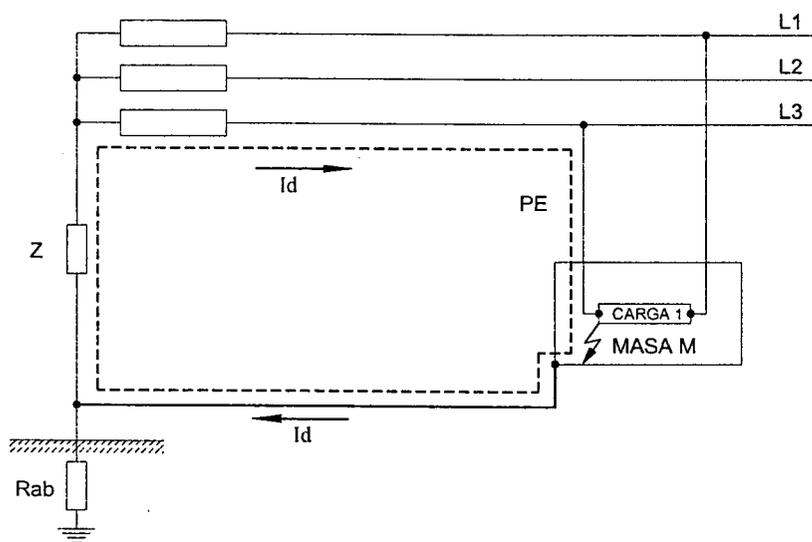


Fig. 771-H.A Esquema IT en el que el punto neutro está conectado a tierra a través de una impedancia Z y en el que los electrodos de tierra de la alimentación (R_b) y de las masas eléctricas de la instalación (R_a) están unificados en uno (R_{ab})

Cuando las masas son puestas a tierra por grupos o individualmente, las condiciones de protección son aquellas indicadas en 413.1.4 para el esquema tipo TT, con excepción del segundo párrafo de 413.1.4.1 (que obliga a poner a tierra el neutro o un conductor de línea), que no es aplicable (ver Figura 771-H.B).

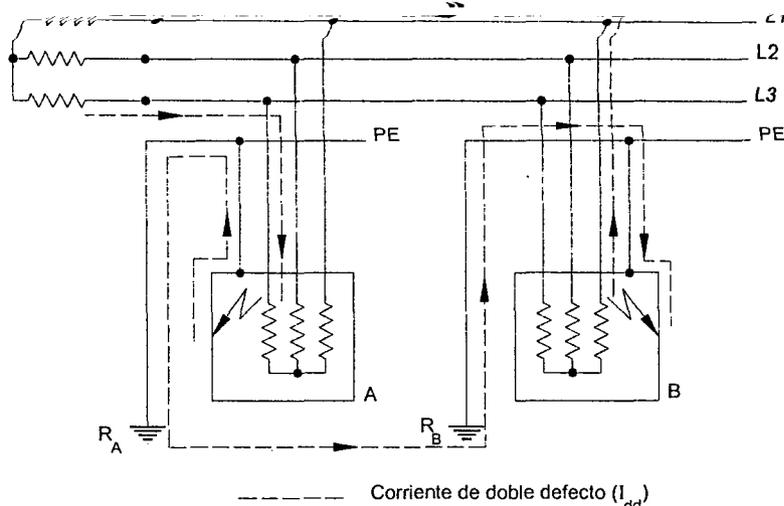


Fig. 771-H.B Corriente de doble defecto en el esquema IT cuando las masas no están conectadas a la misma toma de tierra. Este esquema no depende de la situación de la alimentación en relación con la tierra (aislada o conectada a tierra por una impedancia). Ver 413.1.5.5 a) donde se indican los requerimientos del esquema TT

Cuando las masas están interconectadas por un conductor de protección puesto a tierra, lo que las pone a tierra colectivamente, se aplican los requerimientos de un esquema TN en las condiciones indicadas en 413.1.5.6 y 413.1.5.7 (ver Figura 771-H.C). La figura se aplica ya sea que el esquema IT esté aislado de tierra o conectado a tierra por una impedancia. Si el primer defecto no es eliminado y se produce un segundo defecto de aislamiento que afecta a otro conductor activo, se establecerá una corriente de doble defecto que es una corriente de cortocircuito entre fases (o entre fase y neutro) pero de valor sensiblemente inferior a aquella corriente de cortocircuito de un solo circuito, afectando a dos circuitos como muestra la figura.

La Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles no tiene en cuenta, por la baja probabilidad que ocurra una circunstancia tal, el riesgo de contacto simultáneo con dos masas en las cuales se produzcan dos defectos de aislamiento relativos a fases diferentes.

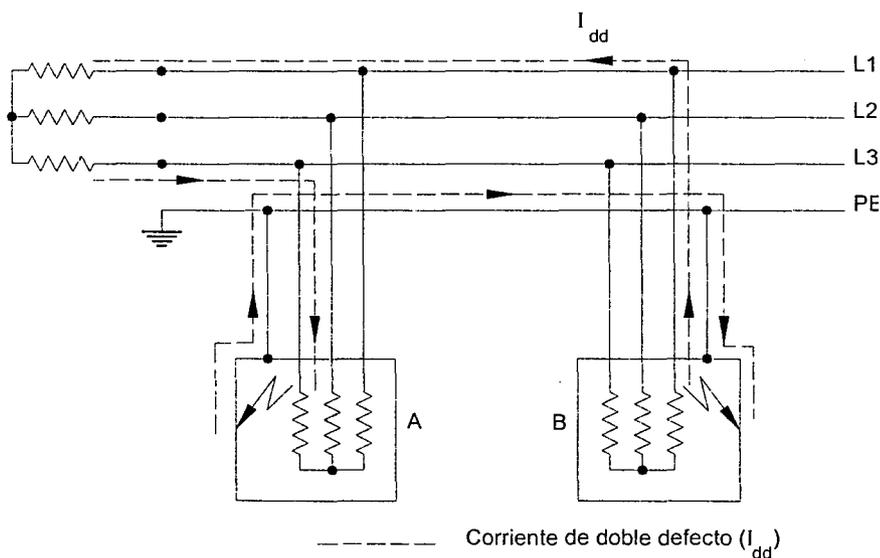


Fig. 771-H.C Corriente de doble defecto en el esquema IT cuando las masas están conectadas a la misma toma de tierra. Este esquema no depende de la situación de la alimentación en relación con la tierra (aislada o conectada a tierra por una impedancia). Ver 413.1.5.5.b) donde se indican los requerimientos del esquema TN



ANEXO 771-I (Informativo)

Consideraciones acerca de los conductores conforme a Norma IRAM NM 247-3

771-I.1: Intensidades de corriente admisible para conductores de 4 mm² y 6 mm² según Norma IRAM NM 247-3

Las intensidades de corriente para tres conductores activos, de cobre, de secciones 4 y 6 mm² con aislación de PVC o material termoplástico, indicadas en la Tabla 771.16.I, arrojan como resultado de la aplicación de los coeficientes de corrección por distinta temperatura ambiente de la Tabla 52-D1 de la Norma IEC 60364-5-523, valores iguales a 24,6 A y 31,6 A. No obstante, los miembros de la Comisión de Reglamentaciones, considerando:

- ✓ que los fabricantes de los dispositivos de protección por sobrecarga y cortocircuito adoptan los valores preferenciales de corrientes asignadas iguales a 25 A y 32 A, referidos a 30 °C, según Norma IEC 60898 y,
- ✓ que referido a la temperatura de 40 °C, los interruptores automáticos termomagnéticos disparan con corrientes algo menores por desplazamiento de su curva de actuación (factor de corrección dado por el fabricante) y,
- ✓ que IEC 60364-5-523 en la Nota 3 a su cláusula 523.1.4. dice:

“Los valores en las tablas en esta Sección se aplican a cables sin armadura y han sido calculados de acuerdo con los métodos dados en IEC 60287, utilizando las dimensiones especificadas en IEC 60502 para cables con tensiones de hasta 1 kV y resistencias de los conductores dadas en IEC 60228. Conociendo que variaciones prácticas en la construcción de los cables (forma de los conductores) y tolerancias de fabricación resultan en una dispersión de las dimensiones posibles (y en consecuencia en intensidades admisibles para cada tamaño de conductor). Las intensidades de corriente admisibles tabuladas han sido seleccionadas de manera de tener en cuenta esta dispersión de valores del lado de la seguridad y para que estén sobre una curva suave cuando se grafican contra la sección nominal de los conductores.” y,

- ✓ que la Norma IEC 60287 en su introducción dice:

“Las fórmulas en esta Norma contienen cantidades que pueden variar con el proyecto del cable y los materiales utilizados. Los valores dados en las tablas están por lo tanto internacionalmente acordados, por ejemplo, las resistividades eléctricas y los coeficientes de variación de la resistencia con la temperatura, o son aquellos generalmente aceptados en la práctica, por ejemplo, las resistividades térmicas y las permitividades de los materiales. En esta última categoría, algunos de los valores dados no son característicos de la calidad de los cables nuevos, pero fueron considerados para ser aplicados a cables luego de un largo período de uso. Para lograr resultados comparables y uniformes, las intensidades admisibles deberían ser calculadas con los valores dados en esta Norma. Sin embargo, cuando se conozca con certeza que otros valores son más apropiados a los materiales o al proyecto, entonces éstos pueden ser utilizados, y la correspondiente corriente admisible puede ser declarada especificando estos valores diferentes de cálculo.” y,

- ✓ que los miembros de la Subcomisión de Reglamentaciones que representan a empresas fabricantes de conductores eléctricos, reconocen que el error que puede cometerse en el cálculo teórico de las intensidades admisibles supera los redondeos aplicados a los valores mencionados más arriba y que los valores tabulados están del lado de la seguridad, y,
- ✓ que la fracción de ampere en juego elevaría la temperatura del conductor en menos de 1 °C y
- ✓ que esta elevación de temperatura no significa riesgo para el conductor, su material aislante, las personas, animales domésticos y de cría, o bienes y que solamente reduciría la vida útil total del cable y,
- ✓ que la adopción de los valores tabulados facilitaría el proyecto de las instalaciones independizando los cálculos de las tablas de desclasificación de los interruptores.

Deciden reemplazar los valores obtenidos por cálculo, redondeando ambos hacia el valor entero más próximo superior.



ANEXO 771-J (Informativo)

Transcripción parcial de la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo

771-J.1: Transcripción de los puntos 1 y 2 del Capítulo 14, del Anexo VI, del Decreto Reglamentario N° 351/79, de la Ley N° 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo

1. "Generalidades"

1.1 Definiciones y terminología.

1.1.1 Niveles de tensión.

A los efectos de la presente Reglamentación se consideran los siguientes niveles de tensión:

- e) Muy baja tensión (MBT): Corresponde a las tensiones hasta 50 V en corriente continua o iguales valores eficaces entre fases en corriente alterna.
- f) Baja Tensión (BT): Corresponde a tensiones por encima de 50 V y hasta 1000 V en corriente continua o iguales valores eficaces entre fases en corriente alterna.
- g) Media Tensión (MT): Corresponde a tensiones por encima de 1000 V y hasta 33000 V, inclusive.
- h) Alta Tensión (AT): Corresponde a tensiones por encima de 33000 V.

1.1.2. Tensión de seguridad.

En los ambientes secos y húmedos se considerará como tensión de seguridad hasta 24 V con respecto a tierra. En los mojados o impregnados de líquidos conductores la misma será determinada, en cada caso, por el jefe del Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo de la empresa.

1.1.3. Bloqueo de un aparato de corte o de seccionamiento.

Es el conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato y a mantenerlo en una posición determinada de apertura o de cierre, evitando su accionamiento intempestivo. Dichas operaciones incluyen la señalización correspondiente, para evitar que el aparato pueda ser operado por otra persona, localmente o a distancia.

El bloqueo de un aparato de corte o de seccionamiento en posición de apertura, no autoriza, por sí mismo a trabajar sobre él.

Para hacerlo deberá consignarse la instalación, como se detalla en el punto 1.1.4.

1.1.4. Consignación de una instalación, línea o aparato.

Se denominará así al conjunto de operaciones destinadas a:

- a) Separar mediante corte visible la instalación, línea o aparato de toda fuente de tensión.
- b) Bloquear en posición de apertura los aparatos de corte o seccionamiento necesarios.
- c) Verificar las ausencias de tensión con los elementos adecuados.
- d) Efectuar las puestas a tierra y en cortocircuito necesarias, en todos los puntos por donde pudiera llegar tensión a la instalación como consecuencia de una maniobra o falla del sistema.
- e) Colocar la señalización necesaria y delimitar la zona de trabajo.

1.1.5. Distancias de seguridad.

Para prevenir las descargas disruptivas en trabajos efectuados en la proximidad de partes no aisladas de instalaciones eléctricas en servicio, las separaciones mínimas, medidas entre cualquier punto con tensión y la parte más próxima del cuerpo del operario o de las herramientas no aisladas por él utilizadas en la situación más desfavorable que pudiera producirse, serán las siguientes:

Nivel de tensión	Distancia mínima
0 a 50 V	Ninguna
más de 50 V hasta 1 kV	0,80 m
más de 1 kV hasta 33 kV	0,80 m (1)
más de 33 kV hasta 66 kV	0,90 m (2)
más de 66 kV hasta 132 kV	1,50 m (2)
más de 132 kV hasta 150 kV	1,65 m (2)
más de 150 kV hasta 220 kV	2,10 m (2)
más de 220 kV hasta 330 kV	2,90 m (2)
más de 330 kV hasta 500 kV	3,60 m (2)



- (1) Estas distancias pueden reducirse a 0,60 m, por colocación sobre los objetos con tensión de pantallas aislantes de adecuado nivel de aislación y cuando no existan rejillas metálicas conectadas a tierra que se interpongan entre el elemento con tensión y los operarios.
- (2) Para trabajos a distancia, no se tendrá en cuenta para trabajos a potencial.

1.1.6. Trabajos con tensión.

Se definen tres métodos:

- a) A contacto: Usado en instalaciones de BT y MT, consiste en separar al operario de las partes con tensión y de tierra con elementos y herramientas aislados.
- b) A distancia: Consiste en la aplicación de técnicas, elementos y disposiciones de seguridad, tendientes a alejar los puntos con tensión del operario, empleando equipos adecuados.
- c) A potencial: Usado para líneas de transmisión de más de 33 kV nominales, consiste en aislar el operario del potencial de tierra y ponerlo al mismo potencial del conductor.

1.2. Capacitación del personal.

1.2.1. Generalidades.

El personal que efectúe el mantenimiento de las instalaciones eléctricas será capacitado por la empresa para el buen desempeño de su función, informándosele sobre los riesgos a que está expuesto. También recibirá instrucciones sobre cómo socorrer a un accidentado por descargas eléctricas, primeros auxilios, lucha contra el fuego y evacuación de locales incendiados.

1.2.2. Trabajos con tensión.

Los trabajos con tensión serán ejecutados sólo por personal especialmente habilitado por la empresa para dicho fin.

Esta habilitación será visada por el Jefe del Servicio de Higiene y Seguridad de la empresa. Será otorgada cuando se certifiquen:

Conocimiento de la tarea, de los riesgos a que estará expuesto y de las disposiciones de seguridad.

- a) Experiencia en trabajos de índole similar.
- b) Consentimiento del operario de trabajar con tensión.
- c) Aptitud física y mental para el trabajo.
- d) Antecedentes de baja accidentabilidad.

1.2.3. Responsable del trabajo.

Una sola persona, el responsable del trabajo, deberá velar por la seguridad del personal y la integridad de los bienes y materiales que sean utilizados en el transcurso de una maniobra, operación o reparación.

2. Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas.

2.1. Trabajos y Maniobras en Instalaciones de BT.

2.1.1. Generalidades.

- a) Antes de iniciar todo trabajo en BT se procederá a identificar el conductor o instalación sobre los que se debe trabajar.
- b) Toda instalación será considerada bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- c) No se emplearán escaleras metálicas, metros, aceiteras y otros elementos de material conductor en instalaciones con tensión.
- d) Siempre que sea posible, deberá dejarse sin tensión la parte de la instalación sobre la que se va a trabajar.

2.1.2. Material de seguridad.

Además del equipo de protección personal que deberá utilizarse en cada caso particular (casco, visera, calzado y otros) se considerará material de seguridad para trabajos en instalaciones de BT, el siguiente:



- a) Guantes aislantes.
- b) Protectores faciales.
- c) Taburetes o alfombras aislantes y pértigas de maniobra aisladas.
- d) Vainas y caperuzas aislantes.
- e) Detectores o verificadores de tensión.
- f) Herramientas aisladas.
- g) Material de señalización (discos, vallas, cintas, banderines).
- h) Lámparas portátiles.
- i) Transformadores de seguridad para 24 V de salida (máximo).
- j) Transformadores de relación 1:1 (se prohíben los autotransformadores).
- k) Interruptores diferenciales de alta sensibilidad.

Se emplearán estos u otros tipos de elementos adecuados, según el tipo de trabajo.

2.1.3. Ejecución de trabajos sin tensión.

- a) En los puntos de alimentación de la instalación, el responsable del trabajo deberá:
 - a.1) Seccionar la parte de la instalación donde se va a trabajar, separándola de cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.
 - a.2) Bloquear en posición de apertura los aparatos de seccionamiento indicados en a.1. Colocar en el mando de dichos aparatos un rótulo de advertencia, bien visible, con la inscripción "Prohibido Maniobrar" y el nombre del responsable del trabajo que ordenara su colocación, para el caso que no sea posible inmovilizar físicamente los aparatos de seccionamiento.
 - a.3) Verificar la ausencia de tensión en cada una de las partes de la instalación que ha quedado seccionada.
 - a.4) Descargar la instalación.
- b) En el lugar de trabajo, el responsable del trabajo deberá a su vez repetir los puntos a.1., a.2., a.3. y a.4. como se ha indicado, verificando tensión en el neutro y el conductor de alumbrado público en el caso de líneas aéreas. Pondrá en cortocircuito y a tierra todas las partes de la instalación que puedan accidentalmente ser energizadas y delimitará la zona de trabajo, si fuera necesario.
- c) La reposición del servicio después de finalizar los trabajos se hará cuando el Responsable del Trabajo compruebe personalmente:
 - c.1) Que todas las puestas a tierra y en cortocircuito por él colocadas han sido retiradas.
 - c.2) Que se han retirado herramientas, materiales sobrantes y elementos de señalización y se hizo el bloqueo de los aparatos de seccionamiento en posición de cierre.
 - c.3) Que el personal se haya alejado de la zona de peligro y que ha sido instruido en el sentido que la zona ya no está más protegida.

Una vez efectuados los trabajos y comprobaciones indicados, el responsable del trabajo procederá a desbloquear y cerrar los aparatos de seccionamiento que había hecho abrir, retirando los carteles señalizadores.

2.1.4. Ejecución de trabajos con tensión o en lugares próximos a instalaciones de BT en servicio.

Cuando se realicen trabajos en instalaciones eléctricas con tensión o en sus proximidades, el personal encargado de realizarlos estará capacitado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y en el empleo del material de seguridad, equipos y herramientas mencionados en 2.1.2. ..."

Fin de la parte transcripta.

ANEXO 771-K (Informativo)

Símbolos usuales

RESUMEN DE SÍMBOLOS Y DEFINICIONES DE APARATOS DE MANIOBRA: INTERRUPCIÓN Y SECCIONAMIENTO

FUNCIÓN		
CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN DE CORRIENTES	SECCIONAMIENTO	CONEXIÓN, DESCONEXIÓN Y SECCIONAMIENTO
<p>INTERRUPTOR VEI 441-14-10</p>	<p>SECCIONADOR</p>	<p>INTERRUPTOR-SECCIONADOR VEI 441-14-12</p>
COMBINADO-FUSIBLES (VEI 441-14-04)		
<p>INTERRUPTOR CON FUSIBLES VEI 441-14-14</p>	<p>SECCIONADOR CON FUSIBLES VEI 441-14-15</p>	<p>INTERRUPTOR-SECCIONADOR CON FUSIBLES VEI 441-14-16</p>
<p>FUSIBLE-INTERRUPTOR VEI 441-14-17</p>	<p>FUSIBLE-SECCIONADOR VEI 441-14-18</p>	<p>FUSIBLE INTERRUPTOR-SECCIONADOR VEI 441-14-19</p>

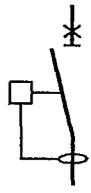
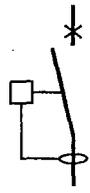
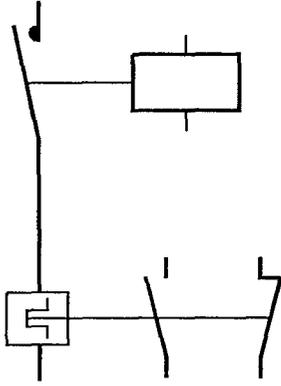
Nota 1: El fusible puede estar sobre uno u otro de los lados de los contactos del aparato, o en posición fija con respecto al mismo.

Nota 2: Todos los dispositivos pueden ser de interrupción simple o de varios cortes.

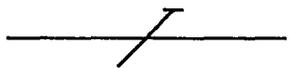
Nota 3: Los símbolos están basados en la Norma IEC 60617.

Nota 4: Los números identifican las definiciones del Vocabulario Electrotécnico Internacional IEC 60050 Sección 441



DESCRIPCIÓN		
<p>INTERRUPTOR AUTOMÁTICO VEI 441-14-20</p> 	<p>PEQUEÑO INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (PIA) SÍMBOLO 1</p> 	<p>PEQUEÑO INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (PIA) SÍMBOLO 2</p> 
<p>INTERRUPTOR DIFERENCIAL QUE CUMPLE CON LA FUNCIÓN DE SECCIONAMIENTO</p> 	<p>INTERRUPTOR DIFERENCIAL QUE NO CUMPLE CON LA FUNCIÓN DE SECCIONAMIENTO</p> 	<p>CONTACTOR CON RELÉ TÉRMICO Y CONTACTOS AUXILIARES</p> 

**Simbología empleada en la descripción de los
esquemas de conexión a tierra**

Explicación de símbolos de acuerdo con la Norma IEC 60617-11	
	Conductor de línea (L)
	Conductor neutro (N)
	Conductor de protección (PE)
	Conductor neutro y de protección combinados (PEN)



ANEXO 771-L (Informativo)

Uso eficiente de la energía eléctrica

771-L.1: Concepto de uso eficiente de la energía eléctrica

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 tengan acceso a esta Reglamentación.

771-L.2: Oportunidades de ahorro de energía por características de las instalaciones en viviendas, oficinas y locales (unitarios)

Son básicamente dos:

771-L.2.1: Elección de los conductores de acuerdo con su sección económica

771-L.2.2: Utilización de equipo de detección de presencia y de nivel de iluminación natural para control de iluminación

771-L.3: Oportunidades de ahorro de energía por elección de aparatos utilizadores eficientes en viviendas, oficinas y locales (unitarios)

771-L.3.1: Lámparas y luminarias, colores ambientales

771-L.3.2: 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. Es oportuno para ello familiarizarse con el sistema de etiquetado energético (Norma IRAM 2404 – 3 parte 3 – Etiquetado).

771-L.3.3: 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.

771-L.3.4: 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 dampers o válvulas estranguladoras.



ANEXO 771-M (Informativo)

Referencias normativas

Normas de aplicación para AEA 90364 vigentes a la fecha de aprobación de la presente Sección

Nota: Las normas o publicaciones que se encuentran actualmente en etapa de estudio, no han sido detalladas en la siguiente enumeración.

AEA

AEA 90364 - Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles

Parte 1: Alcance, objeto y principios fundamentales

Parte 2: Definiciones

Parte 3: Determinación de las características generales de las instalaciones

Parte 4: Protecciones para preservar la seguridad

Parte 5: Elección e instalación del equipamiento

Parte 6: Verificación de las instalaciones

AEA 91140 - Protección contra los choques eléctricos .Aspectos comunes a las instalaciones y a los componentes, materiales y equipos

AEA 90909 - Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna

Parte 0: Cálculo de las corrientes

IEC

IEC 60038 - IEC standard voltages

IEC 60050 - International Electrotechnical Vocabulary

IEC 60079 - Electrical apparatus for explosive gas atmospheres

Part 0: General requirements

Part 7: Increased safety "e"

Part 10: Classification of hazardous areas

Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)

Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)

IEC 60228 - Conductors of insulated cables

IEC 60245 - Rubber insulated cables - Rated voltages up to and including 450/750 V

Part 3: Heat resistant silicone insulated cables

Part 4: Cords and flexible cables

IEC 60269 - Low-voltage fuses

IEC 60287 - Electric cables - Calculation of the current rating

IEC 60309 - Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes

Part 1: General requirements

Part 2: Dimensional interchangeability requirements for pin and contact-tube accessories



- IEC 60332 - Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable
Part 3-22: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category A
Part 3-23: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category B
Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category C
- IEC 60335 - Household and similar electrical appliances - Safety
Part 2-76: Particular requirements for electric fence energizers
Part 2-96: Particular requirements for flexible sheet heating elements for room heating
- IEC 60364 - Low-voltage electrical installations
- IEC 60417 - Graphical symbols for use on equipment
- IEC 60439 - Low-voltage switchgear and controlgear assemblies
Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies
Part 2: Particular requirements for busbar trunking systems (busways)
Part 3: Particular requirements for low-voltage switchgear and controlgear assemblies intended to be installed in places where unskilled persons have access for their use - Distribution boards
Part 4: Particular requirements for assemblies for construction sites (ACS)
- IEC 60449 - Voltage bands for electrical installations of buildings
- IEC 60502 - Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
- IEC 60529 - Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
- IEC 60570 - Electrical supply track systems for luminaires
- IEC 60598 - Luminaires
Part 2-22: Luminaires for emergency lighting
- IEC 60617 - Graphical symbols for diagrams
- IEC 60621 - Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open-cast mines and quarries)
- IEC 60670 - Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations
Part 1: General requirements
Part 24: Particular requirements for enclosures for housing protective devices and similar power consuming devices
- IEC 60695 - Fire hazard testing
- IEC 60715 - Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear. Standardized mounting on rails for mechanical support of electrical devices in switchgear and controlgear installations
- IEC 60724 - Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)
- IEC 60754 - Test on gases evolved during combustion of materials from cables
- IEC 60800 - Heating cables with a rated voltage of 300/500 V for comfort heating and prevention of ice formation
- IEC 60865 - Short-circuit currents - Calculation of effects



- IEC 60884 - Plugs and socket-outlets for household and similar purposes
Part 1: General requirements
- IEC 60898 - Electrical accessories - Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations
- IEC 60947 - Low-voltage switchgear and controlgear
Part 1: General rules
Part 2: Circuit-breakers
Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units
Part 4-1: Contactors and motor-starters - Electromechanical contactors and motor-starters
Part 4-2: Contactors and motor-starters - AC semiconductor motor controllers and starters
- IEC 60949 - Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects
- IEC 60950 - Information technology equipment
- IEC/TR 61000-5-2 - Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 5: Installation and mitigation guidelines - Section 2: Earthing and cabling
- IEC 61008 - Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)
- IEC 61009 - Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs)
- IEC 61034 - Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions
- IEC 61084 - Cable trunking and ducting systems for electrical installations
- IEC 61131 - Programmable controllers
Part 2: Equipment requirements and tests
- IEC 61241 - Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust
Part 10: Classification of areas where combustible dusts are or may be present
Part 14: Selection and installation
Part 17: Inspection and maintenance of electrical installations in hazardous areas (other than mines)
- IEC 61386 - Conduit systems for electrical installations
Part 1: General requirements
Part 21: Particular requirements - Rigid conduit systems
Part 22: Particular requirements - Pliable conduit systems
Part 23: Particular requirements - Flexible conduit systems
Part 24: Particular requirements - Conduit systems buried underground
- IEC 61423 - Heating cables for industrial applications
- IEC 61537 - Cable tray systems and cable ladder systems for cable management
- IEC 61557 - Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c.- Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures
- IEC 61558 - Safety of power transformers, power supply units and similar
Part 2-4: Particular requirements for isolating transformers for general use
Part 2-6: Particular requirements for safety isolating transformers for general use
- IEC 62208 - Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies - General requirements
- IEC 62305 - Protection against lightning



IEC 62262 - Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)

IEC/TS 60479 - Effects of current on human beings and livestock
Part 1: General aspects

IEC/TR 60890 - A method of temperature-rise assessment by extrapolation for partially type-tested assemblies (PTTA) of low-voltage switchgear and controlgear

IEC Guide 104 - The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications

ISO/IEC

Guide 51 - Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards

IRAM

IRAM 2001 - Tensiones y frecuencia eléctrica normales

IRAM 2004 - Conductores eléctricos de cobre, desnudos, para líneas aéreas de energía

IRAM 2005 - Caños de acero, roscados y sus accesorios para instalaciones eléctricas. Tipo semipesado

IRAM 2039 - Cables flexibles de cobre, con cubierta textil, para aparatos electrodomésticos de calefacción

IRAM 2071 - Tomacorrientes bipolares con toma de tierra para uso en instalaciones fijas domiciliarias. De 10 A y 20 A, 250 V de corriente alterna

IRAM 2073 - Fichas bipolares con toma de tierra para uso domiciliario. De 10 A y 20 A, 250 V de corriente alterna

IRAM 2164 - Cables preensamblados con conductores de cobre aislados con polietileno reticulado para acometidas, desde líneas aéreas de hasta 1,1 kV

IRAM 2169 - Interruptores automáticos de sobreintensidad para usos domésticos y aplicaciones similares

IRAM 2178 - Cables de energía aislados con dieléctricos sólidos extruídos para tensiones nominales de 1,1 kV a 33 kV

IRAM 2188 - Cables flexibles de cobre con aislación y envoltura de caucho

IRAM 2224 - Caños de acero, roscados y sus accesorios para instalaciones eléctricas. Tipo liviano

IRAM 2245-1 - Cortacircuitos fusibles de baja tensión. Requisitos generales

IRAM 2245-2 - Cortacircuitos fusibles de baja tensión. Requisitos suplementarios para cortacircuitos fusibles para uso industrial

IRAM 2245-3 - Cortacircuitos fusibles de baja tensión. Requisitos suplementarios para cortacircuitos fusibles para uso doméstico y aplicaciones similares

IRAM 2263 - Cables preensamblados con conductores de aluminio aislados con polietileno reticulado para líneas aéreas de hasta 1,1 kV

IRAM 2301 - Interruptores automáticos de corriente diferencial de fuga para usos domésticos y análogos

IRAM 2309 - Materiales para puesta a tierra. Jabalina cilíndrica de acero-cobre y sus accesorios



- IRAM 2310 - Materiales para puesta a tierra. Jabalina cilíndrica de acero cincado y sus accesorios
- IRAM 2316 - Materiales para puesta a tierra. Jabalina perfil L de acero cincado y sus accesorios
- IRAM 2317 - Materiales para puesta a tierra. Jabalina perfil cruz de acero cincado y sus accesorios
- IRAM 2378-1 - Ensayos relativos a los riesgos del fuego en aparatos eléctricos. Método de ensayo con filamento incandescente y guía de aplicación
- IRAM 2378-2 - Ensayos relativos a los riesgos del fuego en aparatos eléctricos. Método de ensayo con quemador de aguja
- IRAM 2378-3 - Ensayos relativos a los riesgos del fuego en aparatos eléctricos. Método de ensayo de contacto deficiente mediante filamentos calefactores
- IRAM 2404-1 - Aparatos para refrigeración domésticos. Determinación del consumo de energía y del nivel del ruido. Parte 1: Métodos de medición del consumo de energía eléctrica y de sus características asociadas
- IRAM 2441 - Borneras para conductores de cobre
- IRAM 2444 - Grados de protección mecánica proporcionada por las envolturas de equipos eléctricos
- IRAM 2450 - Bloqueo de equipos. Condiciones generales
- IRAM 2466 - Materiales para puesta a tierra. Alambres de acero recubierto de cobre trefilado duro
- IRAM 2467 - Materiales para puesta a tierra. Conductores de acero recubiertos de cobre cableados en capas concéntricas
- IRAM 2568 - Tubos de cobre sin costura, para usos generales de ingeniería
- IRAM 4504 - Dibujo técnico. Formatos, elementos gráficos y plegado de láminas
- IRAM 10005-1 - Colores y señales de seguridad. Colores y señales fundamentales
- IRAM 11603 - Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina
- IRAM 13350 - Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado destinados al transporte de líquidos bajo presión. Medidas
- IRAM 62005 - Accesorios para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y similares. Cajas metálicas para embutir, lisas "Tipo semipesado"
- IRAM 62224 - Accesorios para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y similares. Cajas metálicas para embutir, lisas, "Tipo Liviano"
- IRAM 62266 - Cables de potencia y de control y comando con aislación extruída, de baja emisión de humos y libres de halógenos (LSOH), para una tensión nominal de 1 kV
- IRAM 62267 - Cables unipolares de cobre, para instalaciones eléctricas fijas interiores, aislados con materiales de baja emisión de humos y libre de halógenos (LSOH), sin envoltura exterior, para tensiones nominales hasta 450/750 V, inclusive
- IRAM 63001 - Cables para acometida aérea con neutro concéntrico aislados con polietileno reticulado (XLPE) para tensiones nominales hasta $U_0/U = 0,6/1$ kV
- IRAM 63002 - Cables unipolares para distribución y acometida aéreas aislados con polietileno reticulado (XLPE) para tensiones nominales hasta $U_0/U = (0,6/1)$ kV



IRAM-AADL

IRAM-ADL J 2020-1 - Luminarias para vías públicas de apertura por gravedad. Características de diseño

IRAM-ADL J 2021 - Luminarias para vías públicas. Requisitos y métodos de ensayo

IRAM-ADL J 2027 - Alumbrado de emergencia en interiores de establecimientos

IRAM-IAS

IRAM-IAS U 500 14 - Barras de acero de sección circular. Para la fabricación de resortes helicoidales, barras de torsión y barras estabilizadoras.

IRAM-IAS U 500 43 - Chapas de acero lisas, cincadas por el proceso continuo de inmersión en caliente para usos generales.

IRAM-IAS U 500 85 - Alambrones y barras macizas de acero, laminadas en caliente, para la fabricación de bulones, tornillos, espárragos, roblones y tuercas, conformados en caliente o en frío.

IRAM-IAS U 500 2005 - Caños y accesorios de acero al carbono, roscados, para instalaciones eléctricas. Tipo semipesado

IRAM-IAS U 500 2100 - Tubos de acero cincado para instalaciones eléctricas. Tipo pesado

IRAM-IAS U 500 2224 - Caños y accesorios de acero al carbono, roscados y lisos para instalaciones eléctricas. Tipo liviano

IRAM-IEC

IRAM-IEC 60309 - Fichas, tomacorrientes y conectores para uso industrial

Parte 1: Parte 1: Requisitos generales

Parte 2: Parte 2: Requisitos dimensionales de intercambiabilidad para espigas y tubos de contacto

IRAM NM

IRAM NM 247-3 - Cables aislados con policloruro de vinilo (PVC) para tensiones nominales hasta 450/750 V, inclusive. Parte 3: Cables unipolares (sin envoltura) para instalaciones fijas. (IEC 60227-3, Mod.)

IRAM NM 247-5 - Cables aislados con policloruro de vinilo (PVC) para tensiones nominales hasta 450/750 V, inclusive. Parte 5: Cables flexibles (cordones). (IEC 60227-5, Mod.)

IRAM-NM 280 - Conductores de cables aislados. (IEC 60228, Mod.)

IRAM NM IEC

IRAM NM IEC 60332-1 - Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos al fuego. Parte 1: Ensayo sobre un conductor o cable

IRAM NM IEC 60332-3-22 - Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos al fuego. Parte 3-22: Ensayo de propagación vertical de la llama en haces de cables en posición vertical - Categoría A.

IRAM NM IEC 60332-3-23 - Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos al fuego. Parte 3-23: Ensayo de propagación vertical de la llama en haces de cables en posición vertical - Categoría B.

IRAM NM IEC 60332-3-24 - Métodos de ensayo para cables eléctricos sometidos al fuego. Parte 3-24: Ensayo de propagación vertical de la llama en haces de cables en posición vertical - Categoría C

